

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Anna Carolina Christ Pietzsch

**ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO EM UMA EDIFICAÇÃO
DE OCUPAÇÃO MISTA: ESTUDO DE CASO**

Porto Alegre
Dezembro de 2021

ANNA CAROLINA CHRIST PIETZSCH

**ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO EM UMA EDIFICAÇÃO
DE OCUPAÇÃO MISTA: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento 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
Dezembro de 2021

ANNA CAROLINA CHRIST PIETZSCH

**ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO EM UMA EDIFICAÇÃO
DE OCUPAÇÃO MISTA: ESTUDO DE CASO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2021

BANCA EXAMINADORA

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

Eng. Giulia Tomazi Kny (UFRGS)
Eng.^a pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Esp. Eng. Kauê Luís Brandão (UCAM)
Esp. em Engenharia de Segurança do Trabalho pela
Universidade Cândido Mendes

Dedico este trabalho a meus pais, Eunice e Norberto, que sempre me apoiaram, incentivaram e estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me criado, mantido e guiado até aqui. Por tudo o que sou e que tenho sou grata a Ele.

Aos meus pais, que sempre se esforçaram para que eu tivesse as melhores oportunidades e que me incentivaram a seguir em frente, mesmo quando eu tinha medo ou queria desistir.

À Profa. Ângela Graeff, orientadora deste trabalho, e a todos os professores da graduação e de fora dela, por todos os ensinamentos, por abrirem meus olhos para o mundo e me mostrarem do que sou capaz.

À Giulia e ao Kauê, que me apresentaram a área de segurança contra incêndio e me deram a oportunidade de crescer dentro dela.

Finalmente, a todos os meus familiares que me deram apoio quando eu precisava e a todos os amigos que fiz durante essa jornada. A vida não seria a mesma sem vocês. Obrigada por tudo.

RESUMO

A definição das medidas de segurança contra incêndio a serem implantadas nas edificações do Rio Grande do Sul se dá, de acordo com a legislação estadual, por meio de tabelas, a partir dos dados de altura, área total construída e ocupação. Essa forma de determinação prescritiva, apesar de ter aplicação imediata, pode apresentar mais exigências que o necessário para a proteção das edificações, especialmente caso haja ocupação mista, em que todo o prédio deve receber as medidas de proteção exigidas para a ocupação com maior grau de risco de incêndio, ou o maior conjunto de medidas, caso o grau de risco seja o mesmo. Com o objetivo de encontrar um conjunto de medidas de segurança adequado para o risco real apresentado por uma determinada edificação de ocupação mista, utilizou-se a análise de risco de incêndio pelo método FRAME para avaliar as exigências da legislação para a ocupação comercial, para a ocupação residencial e exigências intermediárias. Foi também avaliada a influência da mudança de ocupação da sala comercial e da adoção de medidas preventivas nos níveis de risco apresentados. Os resultados mostram que, para a edificação estudada, as medidas de segurança exigidas apenas para a ocupação residencial já garantem um nível de risco adequado; com a mudança de ocupação, mais medidas são necessárias, mas ainda não todas as obrigatórias para a ocupação comercial; e a tomada de medidas preventivas leva à diminuição do risco, podendo até dispensar o uso de alguma medida de proteção.

Palavras-chave: segurança contra incêndio, análise de risco, ocupação mista.

ABSTRACT

The definition of required fire safety measures for the buildings in Rio Grande do Sul takes place, in accordance with state legislation, through tables based on data of their height, total built-up area and occupancy. This form of prescriptive determination, despite having immediate application, may present more requirements than the necessary for the adequate protection of buildings, especially in the case of mixed occupation, in which the entire building must receive the measures of protection required for the occupation with the highest degree of fire risk, or the set with the greatest number of measures, if the degree of risk are the same. In order to find a suitable set of fire safety measures for the real fire risk of a mixed-occupancy building, we used the FRAME method to assess the legislation requirements for commercial occupation, for residential occupation and intermediate requirements. The influence of replacing the occupation of the commercial room and the adoption of preventive measures on risk levels was also evaluated. The results show that the security measures required only for residential occupation already guarantee an adequate level of risk for the studied building; with the change of occupation, more measures are needed, but not all those mandatory for commercial occupation; and taking preventive measures reduces the risk, possibly even dispense the use of some protective measures.

Keywords: Fire safety. Fire risk analysis. Mixed occupation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Croqui representando o corte da edificação	11
Figura 2 – Comparação dos níveis de risco do térreo e do 4º pavimento da edificação	18
Figura 3 – Níveis de risco para a edificação, considerando todas as medidas de proteção obrigatórias	19
Figura 4 – Níveis de risco para a edificação, considerando as medidas de proteção obrigatórias para a ocupação residencial	19
Figura 5 – Níveis de risco para a edificação, considerando as medidas de proteção obrigatórias para a ocupação residencial, juntamente com a adequação das instalações elétricas	20
Figura 6 – Comparação dos níveis de risco do térreo e do 4º pavimento da edificação, considerando a sala comercial ocupada por uma livraria	21
Figura 7 – Níveis de risco para a edificação, considerando todas as medidas de proteção obrigatórias e a sala comercial ocupada por uma livraria ..	21
Figura 8 – Níveis de risco para a edificação, considerando as medidas de proteção obrigatórias para a ocupação residencial e a sala comercial ocupada por uma livraria	22
Figura 9 – Níveis de risco para a edificação, considerando as medidas de proteção obrigatórias para a ocupação residencial adicionadas de alarme de incêndio e hidrantes, e a sala comercial ocupada por uma livraria	22
Figura 10 – Níveis de risco para a edificação, considerando as medidas de proteção obrigatórias para a ocupação residencial adicionadas de alarme de incêndio, a sala comercial ocupada por uma livraria e a adequação das instalações elétricas	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das edificações e áreas de risco de incêndio quanto à altura	5
Tabela 2 – Classificação das edificações e áreas de risco de incêndio quanto ao grau de risco de incêndio	7
Tabela 3 – Determinação da ocupação e da carga de incêndio da edificação em função do código CNAE	12

LISTA DE SIGLAS

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

FRAME – *Fire Risk Assessment Method for Engineering*

LC – Lei Complementar

RT – Resolução Técnica

RTT – Resolução Técnica de Transição

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. LEGISLAÇÃO ATUAL DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO NO RIO GRANDE DO SUL	4
2.1. DEFINIÇÃO DAS MEDIDAS OBRIGATÓRIAS	4
2.1.1 Classificação quanto à altura e à área	5
2.1.2. Classificação quanto à ocupação	6
2.1.3 Classificação quanto ao grau de risco de incêndio	6
2.2. CRÍTICA À LEGISLAÇÃO	7
3. MÉTODO FRAME	8
4. MÉTODO DE PESQUISA — ESTUDO DE CASO	10
4.1. CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO	10
4.2. MEDIDAS DE SEGURANÇA EXIGIDAS	11
4.3. APLICAÇÃO DO MÉTODO FRAME	13
4.3.1 Determinação do pavimento crítico	14
4.3.2. Avaliação das medidas de segurança	16
4.3.3. Influência da mudança de ocupação	18
4.4. RESULTADOS	18
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	24

ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO EM UMA EDIFICAÇÃO DE OCUPAÇÃO MISTA - ESTUDO DE CASO

Anna Carolina Christ Pietzsch

Orientadora: Prof.^a Ph.D. Ângela Gaio Graeff

RESUMO

A definição das medidas de segurança contra incêndio a serem implantadas nas edificações do Rio Grande do Sul se dá, de acordo com a legislação estadual, por meio de tabelas, a partir dos dados de altura, área total construída e ocupação. Essa forma de determinação prescritiva, apesar de ter aplicação imediata, pode apresentar mais exigências que o necessário para a proteção das edificações, especialmente caso haja ocupação mista, em que todo o prédio deve receber as medidas de proteção exigidas para a ocupação com maior grau de risco de incêndio, ou o maior conjunto de medidas, caso o grau de risco seja o mesmo. Com o objetivo de encontrar um conjunto de medidas de segurança adequado para o risco real apresentado por uma determinada edificação de ocupação mista, utilizou-se a análise de risco de incêndio pelo método FRAME para avaliar as exigências da legislação para a ocupação comercial, para a ocupação residencial e exigências intermediárias. Foi também avaliada a influência da mudança de ocupação da sala comercial e da adoção de medidas preventivas nos níveis de risco apresentados. Os resultados mostram que, para a edificação estudada, as medidas de segurança exigidas apenas para a ocupação residencial já garantem um nível de risco adequado; com a mudança de ocupação, mais medidas são necessárias, mas ainda não todas as obrigatórias para a ocupação comercial; e a tomada de medidas preventivas leva à diminuição do risco, podendo até dispensar o uso de alguma medida de proteção.

Palavras-chave: segurança contra incêndio, análise de risco, ocupação mista.

FIRE RISK ANALYSIS IN A MIXED-OCCUPANCY BUILDING - CASE STUDY

ABSTRACT

The definition of required fire safety measures for the buildings in Rio Grande do Sul takes place, in accordance with state legislation, through tables based on data of their height, total built-up area and occupancy. This form of prescriptive determination, despite having immediate application, may present more requirements than the necessary for the adequate protection of buildings, especially in the case of mixed occupation, in which the entire building must receive the measures of protection required for the occupation with the highest degree of fire risk, or the set with the greatest number of measures, if the degree of risk are the same. In order to find a suitable set of fire safety measures for the real fire risk of a mixed-occupancy building, we used the FRAME method to assess the legislation requirements for commercial occupation, for residential occupation and intermediate requirements. The influence of replacing the occupation of the commercial room and the adoption of preventive measures on risk levels was also evaluated. The results show that the security measures required only for residential occupation already guarantee an adequate level of risk for the studied building; with the change of occupation, more measures are needed, but not all those mandatory for commercial occupation; and taking preventive measures reduces the risk, possibly even dispense the use of some protective measures.

Keywords: Fire safety. Fire risk analysis. Mixed occupation.

1. INTRODUÇÃO

A legislação de segurança contra incêndio no Rio Grande do Sul, no que tange às medidas de proteção a serem implantadas nas edificações, é do tipo prescritiva: as medidas obrigatórias são indicadas por tabelas, a partir dos dados de altura, área total construída e ocupação (RIO GRANDE DO SUL, 2013).

Apesar de ser de aplicação imediata, não exigindo cálculos ou ensaios de desempenho prévios, esta forma de determinação das medidas de segurança a serem implantadas de forma prescritiva pode ser conservadora em alguns casos, exigindo mais medidas do que seria realmente necessário para a proteção da edificação.

No caso de edificações mistas, ou seja, com mais de um tipo de ocupação principal, este conservadorismo se torna mais evidente. Não havendo isolamento de riscos entre as ocupações, independentemente da área ocupada por cada uma, toda a edificação deve receber as medidas de proteção exigidas para a ocupação de maior risco de incêndio, determinado a partir da carga de incêndio específica; caso o grau de risco seja o mesmo, deve-se escolher a que requer maior nível de proteção, (RIO GRANDE DO SUL, 2013; CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL, 2020b).

O trabalho será desenvolvido estudando o caso de uma edificação de ocupação mista, sem isolamento de riscos, localizada no Estado do Rio Grande do Sul. O objetivo é avaliar, por meio da análise de risco pelo método FRAME (*Fire Risk Assessment Method for Engineering*), se as medidas de segurança exigidas pela legislação estadual para esta edificação são adequadas para o risco apresentado, e se um conjunto menor de medidas já ofereceria a segurança necessária.

Para avaliar o impacto de uma possível mudança de ocupação do prédio na segurança contra incêndio, também é verificado qual seria o conjunto de medidas necessárias caso a sala comercial existente fosse ocupada por um comércio com risco de incêndio maior que o atual, e se medidas preventivas, como a manutenção das instalações elétricas, poderiam impactar nesse conjunto.

A edificação estudada foi construída na década de 1950 e é classificada como existente não-regularizada pela LC 14.376 (RIO GRANDE DO SUL, 2013) e suas alterações. Predominantemente residencial, a edificação possui área total de 825,84

m² e quatro pavimentos, em cujo térreo há uma sala comercial ocupada atualmente por um açougue.

Será considerada para análise da segurança contra incêndio a legislação estadual vigente à época da realização da pesquisa e o cálculo de risco pelo método FRAME.

2. LEGISLAÇÃO ATUAL DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO NO RIO GRANDE DO SUL

Analisando o histórico da legislação de Segurança Contra Incêndios, é possível observar que mudanças e avanços importantes na área costumam ocorrer como resposta a grandes incêndios. Este comportamento fica evidente, como mostra Rodrigues (2016), com o incêndio da Boate Kiss, em 27 de janeiro de 2013: após a tragédia, vários estados da federação alteraram total ou parcialmente suas normativas, motivados por essa fatalidade.

No Estado do Rio Grande do Sul, local da tragédia, a chamada Lei Kiss — Lei Complementar n.º 14.376 — foi aprovada apenas 11 meses após o incêndio, passando por atualizações nos anos seguintes (PAGNUSSATT, 2017). Atualmente, a última atualização foi dada pela Lei Complementar n.º 14.924, de 22 de setembro de 2016.

2.1. DEFINIÇÃO DAS MEDIDAS OBRIGATÓRIAS

A LC 14.376 (RIO GRANDE DO SUL, 2013) define as medidas de segurança contra incêndio como:

“o conjunto de dispositivos ou sistemas a serem instalados nas edificações e áreas de risco de incêndio, necessário para evitar o surgimento de um incêndio, limitar sua propagação, possibilitar sua extinção e ainda propiciar a proteção à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio”.

As medidas obrigatórias para edificações em geral são determinadas por meio das tabelas constantes no Decreto Estadual n.º 51.803 (2014), que regulamenta a LC 14.376 (2013). Em particular, caso a edificação seja classificada como Existente Regularizada, ou seja, possua documento expedido por órgão público comprovando sua existência anterior a 26 de dezembro de 2013 com área, endereço e ocupação iguais aos atuais, suas medidas de segurança devem ser as determinadas pela

Resolução Técnica (RT) n.º 05, parte 7.1, de 2020 (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL, 2020a; RIO GRANDE DO SUL, 2013).

Nas tabelas, tanto do Decreto como da RT, as medidas a serem implementadas são determinadas a partir dos dados de altura, área total construída e ocupação da edificação, ou seja, do uso daquele espaço. Para casos específicos são consideradas, ainda, a capacidade de lotação e o grau de risco de incêndio.

2.1.1 Classificação quanto à altura e à área

Quanto à área construída, considerando altura máxima de 12m, as edificações são divididas em dois grandes grupos:

- Edificações com área igual ou inferior a 750m² têm suas medidas de segurança definidas pela Tabela 5 do Decreto ou da RT n.º 05, parte 7.1.
- Edificações com área superior a 750m² têm suas medidas de segurança definidas pela Tabela 6 correspondente a sua ocupação (6A a 6M.6) do Decreto ou da RT n.º 05, parte 7.1.

Caso a área construída seja maior que 750m² ou a altura superior a 12m, as medidas de segurança contra incêndio são definidas levando em consideração, além da ocupação da edificação, a faixa de altura em que ela se encaixa, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação das edificações e áreas de risco de incêndio quanto à altura

Tipo	Altura
I	Térrea
II	$H \leq 6,00 \text{ m}$
III	$6,00 \text{ m} < H \leq 12,00 \text{ m}$
IV	$12,00 \text{ m} < H \leq 23,00 \text{ m}$
V	$23,00 \text{ m} < H \leq 30,00 \text{ m}$
VI	Acima de 30,00 m

Fonte: Decreto Estadual n.º 51.803 (RIO GRANDE DO SUL, 2014)

É importante destacar que a altura considerada pela legislação estadual é a altura descendente, ou seja, a altura do ponto mais alto do piso do último pavimento ocupado da edificação em relação ao pavimento de descarga.

2.1.2. Classificação quanto à ocupação

As ocupações que podem estar presentes em edificações e áreas de risco são divididas em doze grandes grupos, listados abaixo, com características e exigências distintas.

- Grupo A - Residencial
- Grupo B - Serviço de Hospedagem
- Grupo C - Comercial
- Grupo D - Serviços profissionais, pessoais e técnicos
- Grupo E - Educacional e cultura física
- Grupo F - Locais de reunião de público
- Grupo G - Serviços automotivos e assemelhados
- Grupo H - Serviços de saúde e institucionais
- Grupo I - Industrial
- Grupo J - Depósito
- Grupo L - Explosivo
- Grupo M - Especial

Nos casos de edificações que apresentem mais de uma ocupação, sendo estas de grupos ou divisões distintos, e não havendo isolamento de riscos entre elas de acordo com a Resolução Técnica de Transição (RTT), as medidas de segurança a serem implementadas devem ser as exigidas para a ocupação com maior grau de risco de incêndio. Ainda, caso as ocupações apresentem o mesmo grau de risco, deverá ser implementado o conjunto de medidas com maior número de exigências (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL, 2020b; RIO GRANDE DO SUL, 2013).

2.1.3 Classificação quanto ao grau de risco de incêndio

A classificação das edificações quanto ao grau de risco de incêndio se dá de acordo com a carga de incêndio específica relacionada à ocupação, conforme a Tabela 2:

Tabela 2 - Classificação das edificações e áreas de risco de incêndio quanto ao grau de risco de incêndio

Grau de risco de incêndio	Carga de incêndio MJ/m²
Baixo	Até 300 MJ/m ²
Médio	Acima de 300 até 1200 MJ/m ³
Alto	Acima de 1200 MJ/m ²

Fonte: Decreto Estadual n.º 51.803 (RIO GRANDE DO SUL, 2014)

Para a maior parte das ocupações, a carga de incêndio específica é tabelada e associada ao código CNAE — Classificação Nacional de Atividades Econômicas. Ocupações do Grupo J, assim como dos grupos L e M que não tiverem valores tabelados, devem ter sua carga de incêndio específica determinada de acordo com os materiais presentes e sua altura de armazenamento.

2.2. CRÍTICA À LEGISLAÇÃO

Apesar da vantagem de serem simples de aplicar por não exigirem cálculos ou ensaios de desempenho, formas prescritivas de determinação das medidas de segurança a serem implantadas, como a adotada pela legislação estadual, podem ser excessivamente conservadoras, exigindo mais medidas do que o necessário para a proteção adequada de certas edificações.

Armani (2018), assim como Venezia e Ono (2013), defendem que regulamentos prescritivos não são adequados em todos os casos, apresentando falhas por não considerarem aspectos particulares das edificações. Tavares, Silva e Duarte (2002) indicam que tais regulamentos podem levar a projetos com maior custo de implantação, devido à obrigatoriedade de medidas em excesso ou redundantes.

Nesse contexto, o caso de edificações mistas chama a atenção, pois as medidas de segurança para toda a edificação são definidas pela legislação com base na ocupação considerada de maior risco, mesmo que esta ocupe apenas uma pequena área do edifício. Outros casos de exigências desproporcionais são o de edificações existentes não-regularizadas, em que apenas um documento — ou seja, uma exigência burocrática —, pode levar à isenção de algumas medidas, e o de edificações com área pouco superior a 750 m² ou altura pouco maior que 12 m, em

que a diferença de nível de proteção exigida pode ser muito superior ao acréscimo de risco existente.

A tendência é que projetos baseados em análise de riscos e desempenho, para esses casos, apresentem resultados mais satisfatórios em termos da relação entre a segurança necessária e os custos de implementação, justamente por avaliarem as características específicas de cada edificação.

3. MÉTODO FRAME

A descrição do método FRAME e sua aplicação, mais adiante, foram feitas com base nos seus manuais de aplicação (SMET, 2008; 2011).

O método FRAME — *Fire Risk Assessment Method for Engineering* — é um método de análise e cálculo de risco de incêndio criado com o objetivo de auxiliar engenheiros da área a elaborarem projetos que ofereçam o nível de segurança necessário de forma econômica.

Desenvolvido com base principalmente no método de Gretener, o método avalia o risco sob três perspectivas: para o patrimônio — a edificação e os objetos em seu interior —, para os usuários, e para a atividade exercida no local.

A equação básica do método é a mesma para as três perspectivas. O risco é calculado através da comparação do risco potencial, ou seja, o pior cenário possível, com o risco aceitável e o nível de proteção, conforme a equação abaixo.

$$R = P / (A * D)$$

O que muda entre o cálculo do risco patrimonial (R), para os ocupantes (R1) e para a atividade (R2), são os fatores considerados para se chegar aos valores do risco potencial, do aceitável e do nível de proteção.

O risco potencial patrimonial (P) é obtido através de fatores relacionados à carga de incêndio (q), à propagação das chamas (i), à geometria do compartimento de cálculo (g), ao pavimento em que este se encontra (e), à ventilação (v) e à acessibilidade para combate (z). Para o risco potencial para os ocupantes (P1), o fator de geometria do compartimento não é considerado. Para o risco potencial para as atividades, a carga de incêndio não interfere.

$$P = q * i * g * e * v * z$$

$$P1 = q * i * e * v * z$$

$$P2 = i * g * e * v * z$$

Para o risco aceitável, no caso do patrimônio (A) são levados em consideração os fatores de ativação (a), de tempo de evacuação (t) e de conteúdo (c). No caso dos ocupantes (A1), o fator de conteúdo é substituído pelo fator ambiental (r), e para a atividade (A2), pelo fator de dependência (d).

$$A = 1,6 - a - t - c$$

$$A1 = 1,6 - a - t - r$$

$$A2 = 1,6 - a - c - d$$

Para o nível de proteção patrimonial (D), os fatores influentes são relacionados a recursos de água (W), à proteção “normal” ou básica (N), à proteção especial (S) e à resistência ao fogo da edificação (F). Para a proteção dos ocupantes (D1), são considerados apenas os fatores de proteção normal e de fuga (U). Para a atividade (D2), o fator de resistência ao fogo da proteção patrimonial é substituído pelo fator de salvaguarda (Y).

$$D = W * N * S * F$$

$$D1 = N * U$$

$$D2 = W * N * S * Y$$

Para a obtenção do valor dos fatores utilizados, são empregados dados da edificação, população e ocupação, alguns obtidos de forma direta, outros de forma empírica. Os dados necessários são detalhados no capítulo de aplicação do método.

A ideia da ordem dos cálculos (R - R1 - R2) é garantir a segurança adequada para a edificação e em seguida avaliar as medidas extras necessárias para a segurança de usuários e da atividade dentro de um prédio já protegido.

O espaço é considerado suficientemente protegido se R, R1 e R2 apresentarem simultaneamente valores iguais ou inferiores a 1.

4. MÉTODO DE PESQUISA — ESTUDO DE CASO

O método de pesquisa adotado para esse trabalho trata-se de um estudo de caso de uma edificação de ocupação mista, residencial e comercial, sem isolamento de riscos, localizada no Estado do Rio Grande do Sul. O estudo visa avaliar, por meio do método FRAME, se as medidas de segurança contra incêndio exigidas pela legislação do Rio Grande do Sul são adequadas para a edificação, se um conjunto menor de medidas já ofereceria a segurança adequada e a influência da mudança de ocupação da sala comercial para as medidas necessárias.

O levantamento de dados foi feito com base nas plantas da edificação, em documentos obtidos junto à Prefeitura Municipal de Porto Alegre e em uma vistoria realizada no prédio, em março de 2021. A partir das informações obtidas, foi feita a descrição da edificação, a determinação das medidas de segurança obrigatórias, e o cálculo, pelo método FRAME, do risco apresentado pela edificação.

Foram determinados, de acordo com a legislação estadual, os conjuntos de medidas obrigatórias para a ocupação real e para caso a edificação fosse apenas residencial. O cálculo do risco pelo método FRAME foi feito para cada um dos conjuntos e também com uma medida preventiva, no caso, a manutenção periódica das instalações elétricas. Depois, os cálculos foram repetidos considerando um caso em que a sala comercial possuiria uma ocupação comercial de risco maior. Para melhor visualização dos resultados, estes foram apresentados na forma de gráficos.

4.1. CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

A edificação estudada trata-se de um prédio de quatro pavimentos, com ocupação mista residencial e comercial, localizado em Porto Alegre - RS. Construído na década de 1950, o prédio possui estrutura de concreto armado e paredes em alvenaria. A área total construída é de 825,84 m², sendo dividida em uma sala comercial e seis apartamentos: são 104,13 m² correspondentes à área da sala comercial e 721,71 m² à área residencial.

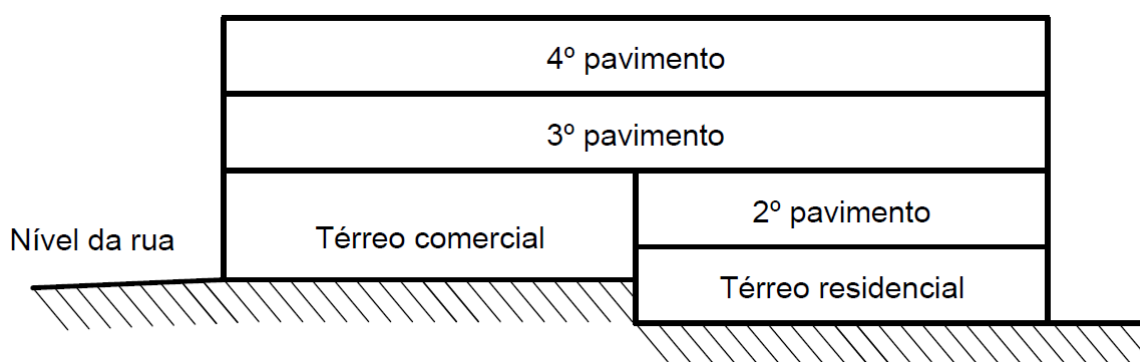
No térreo, a sala comercial ocupa a frente da edificação. Nos fundos, há dois pavimentos residenciais, com um apartamento por andar; os dois pavimentos superiores são somente residenciais, ambos com um apartamento de frente e outro de fundos.

Atualmente utilizado por um açougue, o espaço da sala comercial é dividido em quatro partes: a área de atendimento aos clientes, de corte e preparação das carnes, de câmara fria e a área dos funcionários, com cozinha, banheiro e espaço para guardar seus pertences. O piso e as paredes, até metade de sua altura, são revestidos com cerâmica; a parte superior das paredes e o teto possuem revestimento argamassado.

Na área comum da parte residencial, o piso dos corredores é revestido com cerâmica e as escadas, com granilite. Paredes e teto apresentam revestimento argamassado. A escada é aberta e o único meio de circulação vertical, visto que o prédio não possui elevadores. Nos apartamentos, sala e quartos têm pisos revestidos com tacos e paredes argamassadas; nas áreas molhadas, pisos e paredes são revestidos com placas cerâmicas.

Tanto o primeiro piso residencial como o banheiro dos funcionários do açougue encontram-se abaixo do nível do térreo, apresentando altura ascendente de 1,70 m. Já do último pavimento até o térreo, a altura descendente é de 7,10 m (Figura 1).

Figura 1 - Croqui representando o corte da edificação



Fonte: elaborado pela autora.

4.2. MEDIDAS DE SEGURANÇA EXIGIDAS

Apesar de possuir Carta de Habitação datada de 04 de fevereiro de 1955, indicando o mesmo endereço atual e a existência da sala comercial, a edificação é considerada existente não-regularizada, pois houve um aumento de área em relação ao que havia sido aprovado na época e não foram localizados outros documentos que possam enquadrar a edificação como regularizada. Dessa forma, as medidas de

segurança devem ser definidas de acordo com o Decreto Estadual n.º 51.803 de 2014 (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL, 2020a).

As ocupações da edificação estudada são classificadas como do grupo A, divisão A-2 e grupo C, C-1, como indicado na Tabela 3. Como a carga de incêndio específica em cada uma é de até 300 MJ/m², ambas são classificadas como de baixo risco de incêndio.

Tabela 3 - Determinação da ocupação e da carga de incêndio da edificação em função do código CNAE

Grupo	Ocupação/ Uso	Descrição	CNAE	Divisão	Carga de Incêndio (MJ/m ²)
A	Residencial	Condomínios prediais	8112-5/00	A-2	300
C	Comercial	Comércio varejista de carnes - açougues	4722-9/01	C-1	40

Fonte: Decreto Estadual n.º 51.803 (RIO GRANDE DO SUL, 2014)

A edificação não apresenta isolamento de riscos entre as ocupações: a distância entre aberturas não cumpre o exigido pela RTT e não é possível afirmar que as instalações elétricas e hidráulicas sejam independentes. Assim, as medidas de segurança contra incêndio para toda a edificação devem ser as exigidas pela Tabela 6C do Decreto Estadual n.º 51.803 (RIO GRANDE DO SUL, 2014) para a ocupações da divisão C-1, sendo elas:

- Acesso de Viatura na Edificação
- Segurança Estrutural em Incêndio
- Compartimentação Horizontal
- Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento
- Saídas de Emergência
- Brigada de Incêndio
- Iluminação de Emergência
- Detecção de Incêndio
- Alarme de Incêndio
- Sinalização de Emergência
- Extintores

- Hidrantes e mangotinhos

A medida Compartimentação Horizontal, apesar de indicada na Tabela 6C não precisa ser instalada, visto que o prédio possui área total menor que a área máxima de compartimentação, que seria de 2000 m² (POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2019). Já a medida Detecção de Incêndio não é necessária pois não há depósitos com área superior a 750 m².

Para comparação, uma edificação com as mesmas dimensões e ocupação somente residencial teria a exigência das seguintes medidas:

- Acesso de Viaturas na Edificação
- Saídas de Emergência
- Brigada de Incêndio
- Iluminação de Emergência
- Sinalização de Emergência
- Extintores

4.3. APLICAÇÃO DO MÉTODO FRAME

Para a aplicação do método FRAME à edificação estudada, considerou-se que as medidas de segurança adotadas seriam implementadas em todo o prédio. Dessa forma, o pavimento com a maior razão entre o risco potencial e o risco aceitável é o que determina as medidas necessárias.

Para determinar o pavimento crítico, na primeira etapa de análise, o nível de proteção (D) foi considerado igual a 1. Foram avaliados o pavimento térreo, onde existe a sala comercial, e o último pavimento, que apresenta características gerais semelhantes às dos outros pavimentos residenciais, mas maior distância a ser percorrida pelos ocupantes para saírem da edificação.

Determinado o pavimento crítico, na segunda etapa foram calculados os níveis de risco R, R1 e R2 para a edificação com os conjuntos de medidas de segurança exigidas pela legislação do Estado do Rio Grande do Sul para a ocupação mista e para a ocupação apenas residencial, e ainda com a medida preventiva da manutenção das instalações elétricas.

Em uma terceira etapa, foram calculados os níveis de risco obtidos caso a sala comercial fosse ocupada por uma livraria, para os mesmos conjuntos de medidas e para conjuntos intermediários.

4.3.1 Determinação do pavimento crítico

Para a primeira etapa de análise, foram considerados os seguintes valores:

Carga de incêndio imobiliária - Q_i : 300 MJ/m², indicado para edificações com estrutura e paredes não-combustíveis, mas piso e forro de madeira. Como indicado no manual de aplicação do método (SMET, 2011), o valor maior foi considerado para todo o pavimento, tanto no térreo como no último pavimento.

Carga de incêndio mobiliária - Q_m : 400 MJ/m² para área residencial; 200 MJ/m² para o açougue. O manual de aplicação (SMET, 2008), apesar de indicar que cerca de 80% das edificações residenciais apresentam Q_m menor que 300 MJ/m², apresenta o valor de 500 MJ/m² como médio para “habitações”. Dessa forma, o valor de 400 MJ/m² foi escolhido por ser a média dos apresentados, estando dentro da faixa de valores possíveis. Para o açougue, foi adotado o valor indicado para risco baixo. Para o térreo, o da média ponderada pela área de cada ocupação.

Fator de classe de propagação de chamas - M : Foram considerados os valores de 0,65 para a área do açougue, 1,5 para os apartamentos e 0,5 para a circulação residencial. Assim, no térreo, a média ponderada pela área foi de 1,02, e no 4º pavimento, de 1,43. O manual de aplicação do método (SMET, 2008) dá a entender que o valor deve contemplar a média de todas as superfícies que podem ser atingidas pelas chamas dentro do pavimento, não apenas dos revestimentos de paredes, teto e pisos. Os valores foram calculados levando isso em conta.

Temperatura de destruição - T : 200°C para a área residencial e 250°C para o açougue. Apesar de o valor de 250°C ser indicado como a média para o conteúdo de prédios residenciais, considerou-se mais adequado o valor de 200°C por ser médio para madeira e materiais têxteis. O valor maior de T para o açougue está relacionado à maior presença de máquinas e artigos metálicos.

Dimensão média do conteúdo - m : 0,3 m. O valor foi adotado conforme recomendação do manual para casos em que o valor exato não é conhecido.

Fator de ativação - a : 0,1. A variável está relacionada a fatores que podem dar origem ao incêndio. Como a edificação não apresenta ocupação industrial, nem sistema de calefação ou presença de materiais com risco de explosão, o valor de “ a ” foi dado em função das instalações elétricas, considerando que não passam por manutenção periódica.

Largura e comprimento teóricos - b, L: para o térreo, b foi considerado 31,68 m, e L, 7,8008 m; para o 4º pavimento, b é 30,86 m e L, 7,3445 m. O valor de L é dado pela maior distância entre as duas faces mais estreitas do compartimento; b é a área do pavimento dividida por esse valor. Por se tratar de um prédio cujo acesso se dá pela face mais estreita, o método indica que os valores devem ser invertidos.

Pé-direito - h: 2,8 m, referente aos apartamentos. No térreo, apesar da sala comercial ter pé-direito de 4 m, foi adotado o menor valor para todo o pavimento.

Altura do piso - H: 7,10 m de altura descendente no último pavimento, 1,70 m de altura ascendente no térreo. A altura ascendente se refere ao apartamento do térreo, que está localizado abaixo do nível da rua devido a um desnível no terreno. Porém, como não se encontra totalmente abaixo, foi considerado parte do térreo.

Número do pavimento - E: 0 para o térreo, 3 para último pavimento. Como não existe indicação nos manuais de como considerar casos como o do térreo da edificação, adotou-se o valor 0 para a primeira análise.

Razão de ventilação - k: 0,184249 para o 4º pavimento, 0,189576 para o térreo. É a razão entre somatório da área das janelas e a área do pavimento.

Número de faces acessíveis pela rua - Z: 1

População - X: 32 pessoas para o açougue, 6 em cada apartamento. O cálculo da população se deu de acordo com as indicações do manual de aplicação do método.

Número de unidades de passagem - x: 1. Na área residencial, as escadas do edifício têm apenas 1 m de largura, o que corresponde a uma unidade de passagem. No açougue, apesar de as portas da frente serem maiores, as portas para passagem dos funcionários limitam o valor de x.

Fator de mobilidade - p: 2. O valor adotado é indicado para visitantes, que precisariam de orientação para deixar o local em caso de emergência. Considerando a possível presença de visitantes, crianças e de pessoas idosas ou doentes na área residencial, o valor foi adotado para toda a edificação.

Número de saídas de emergência - K: 1, pois a saída é apenas pela frente da edificação.

Fator de conteúdo - c: o valor de c1, que indica possibilidade de substituição dos objetos presentes em uma edificação, foi considerado 0,1 para a parte residencial, refletindo a existência de bens com valor sentimental. O valor de c2,

relacionado ao valor monetário, é 0, considerando que não há na edificação bens com valor superior a 7 milhões de euros.

Valor de dependência - d: 0,1. Relacionado à atividade, foi adotado um valor médio indicado para estabelecimentos comerciais. Não existem valores específicos para moradias, pois “d” está ligado a perdas econômicas relacionadas à parada das atividades, porém o valor de 0,1 foi adotado para toda a edificação.

4.3.2. Avaliação das medidas de segurança

Na segunda etapa, os valores relacionados aos fatores de segurança foram os seguintes:

Fator de recursos de água - W: como a edificação localiza-se em uma área urbana, o fator está relacionado ao sistema de abastecimento público de água. Assim, reservatórios, rede de distribuição e número de hidrantes urbanos foram considerados adequados.

Fator de proteção normal - N: como é considerada a proteção básica da edificação, os pontos obtidos servem como penalização, indicando a diminuição da proteção.

Alerta: A edificação possui presença humana constante, considerado a ocupação mista; em caso de emergência, não existem impeditivos para o chamado dos bombeiros e os moradores podem ser avisados pelo sistema de interfone. Assim, a edificação só é penalizada caso não seja instalado o sistema de alarme, situação em que recebe valor 2.

Extintores e hidrantes: A falta de hidrantes penaliza a edificação em 4 pontos. Sendo uma medida obrigatória em todas as edificações, os extintores serão considerados adequados para a análise.

Treinamento: Mesmo estando de acordo com a legislação estadual, o treinamento de prevenção e combate a incêndio para apenas parte da população da edificação é penalizado em 2 pontos. Para o método, este aspecto é considerado adequado apenas se todos os ocupantes tiverem treinamento básico para usarem os extintores e hidrantes.

Tempo de chegada dos bombeiros: O fator foi considerado adequado pois, em caso de emergência, os bombeiros chegariam ao prédio em menos de 10 minutos.

Fator de proteção especial - S: considerada proteção extra, os pontos obtidos para esse fator são considerados como aumento no nível de proteção.

Como os sistemas de detecção de incêndio e de chuveiros automáticos não são obrigatórios para a edificação, não serão considerados na análise.

A capacidade de reserva de água, por questão de segurança, não foi considerada superior à adequada.

Considerando o quartel do Corpo de Bombeiros que atende a região como composto por bombeiros profissionais com turnos de trabalho distintos, a edificação recebe bônus de 6.

Fator de resistência ao fogo - F: calculado a partir de um tempo de resistência ao fogo médio, considerando a estrutura, paredes internas e externas e o teto do compartimento. Para o cálculo do risco com todas as medidas exigidas, o tempo de resistência ao fogo da estrutura foi considerado de 60 minutos, enquanto paredes e teto receberam o valor de 30 minutos. No cenário sem a obrigatoriedade da medida Segurança Estrutural em Incêndio, os tempos de resistência foram considerados nulos.

Fator de segurança para fuga - U: este fator está relacionado apenas à proteção dos ocupantes da edificação. Assim como para o fator “S”, os pontos obtidos para esse fator são considerados como aumento no nível de proteção.

Sendo a população da edificação menor do que 300 pessoas, o fator recebe um bônus de 2.

Caso as rotas de fuga sejam dotadas de iluminação e sinalização de emergência adequadas, e a edificação possua um claro plano de fuga, o bônus é de 4. Como se trata de uma edificação simples, cuja rota de saída pode ser claramente identificada, considerou-se o bônus adequado.

A edificação recebe ainda bônus 6 pelo quartel do Corpo de Bombeiros que atende a região, assim como acontece no fator de segurança especial.

Fator de salvaguarda - Y: relacionado com a proteção da atividade. Assim como para os fatores “S” e “U”, os pontos obtidos para esse fator são considerados como aumento no nível de proteção.

Não existe na edificação um sistema de proteção específico para áreas mais vulneráveis. Também não está sendo considerada a existência de um plano econômico, de realocação de atividades ou com outras medidas que diminuam o

impacto de um incêndio para as atividades realizadas na edificação. Dessa forma, não são contabilizados pontos de bônus para este fator.

4.3.3. Influência da mudança de ocupação

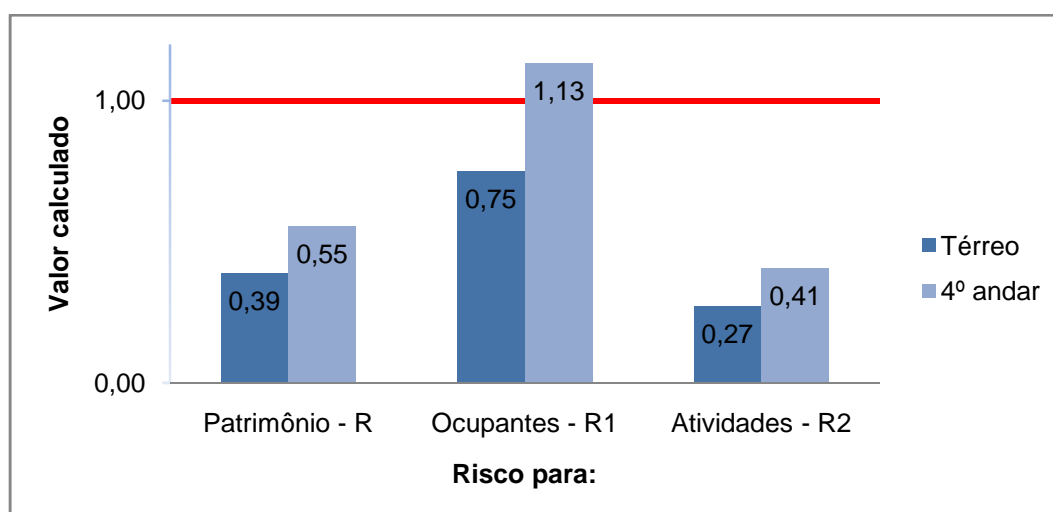
Finalmente, na terceira etapa foi considerado um cenário em que a sala comercial da edificação fosse ocupada por uma livraria. A opção da livraria se deu por se tratar de uma ocupação comercial comum, com carga de incêndio mobiliária consideravelmente superior à de uma residência mas sem riscos específicos, como a existência de produtos perigosos, e cujas medidas de proteção obrigatórias se igualam às do açougue.

Os parâmetros modificados no pavimento térreo para essa nova análise foram a carga de incêndio mobiliária, que passou a ser de 1000 MJ/m², o valor relacionado à classe de propagação de chamas, de 3, e a temperatura de destruição, de 200°C para toda a área do térreo.

4.4. RESULTADOS

Na primeira avaliação, utilizando os dados das ocupações atuais, o quarto pavimento da edificação apresentou os maiores níveis de risco para os três cálculos, como pode ser visto no gráfico da Figura 2:

Figura 2 - Comparação dos níveis de risco do térreo e do 4º pavimento da edificação.

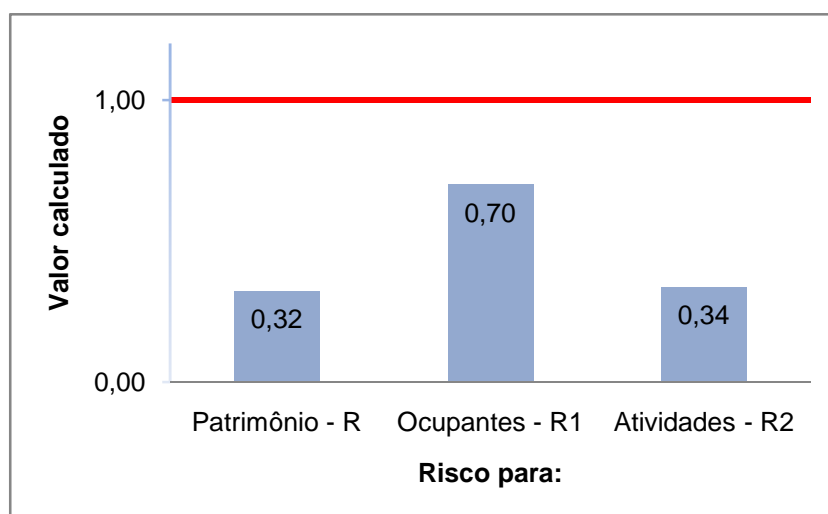


Fonte: elaborado pela autora.

Assim, as medidas de segurança contra incêndio para toda a edificação são determinadas a partir da análise de risco para o quarto pavimento.

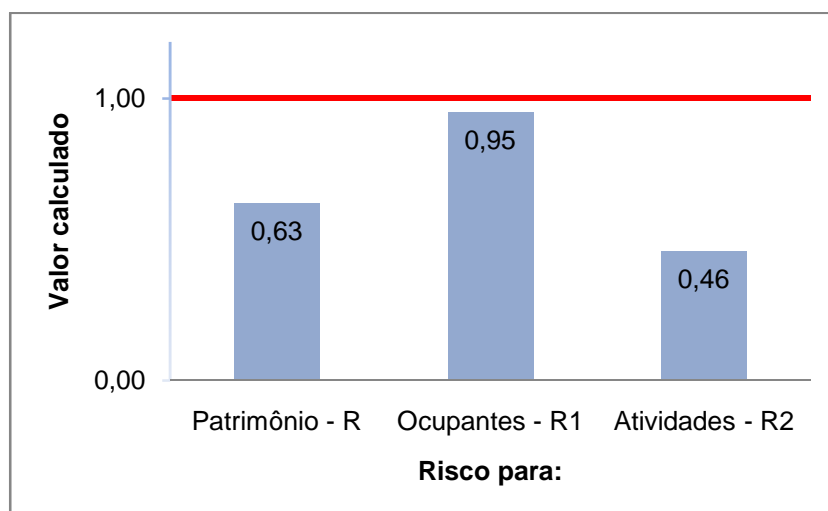
Foram avaliados os níveis de risco para o conjunto de medidas exigidas pela legislação para a edificação com a ocupação atual (Figura 3) e o conjunto que seria exigido caso a edificação fosse somente residencial (Figura 4). Os resultados podem ser observados nos gráficos abaixo.

Figura 3 - Níveis de risco para a edificação, considerando todas as medidas de proteção obrigatórias.



Fonte: elaborado pela autora.

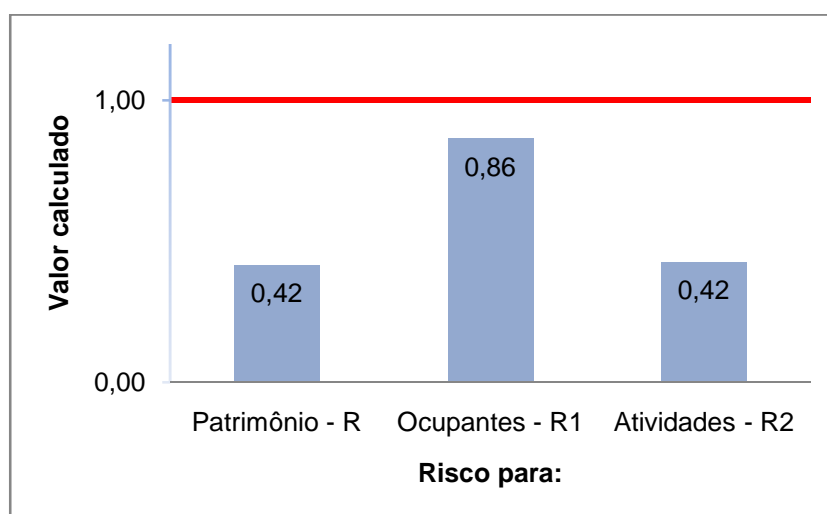
Figura 4 - Níveis de risco para a edificação, considerando as medidas de proteção obrigatórias para a ocupação residencial.



Fonte: elaborado pela autora.

A análise dos gráficos indica que, considerando os valores adotados para a situação atual e levando em conta a aplicação do método FRAME, a edificação já apresentaria um nível satisfatório de proteção caso apenas as medidas obrigatórias para a área residencial fossem adotadas. Ainda, garantindo a avaliação e manutenção periódicas das instalações elétricas, ou seja, considerando o fator de ativação igual a zero, o nível de risco seria ainda menor (Figura 5).

Figura 5 - Níveis de risco para a edificação, considerando as medidas de proteção obrigatórias para a ocupação residencial, juntamente com a adequação das instalações elétricas.

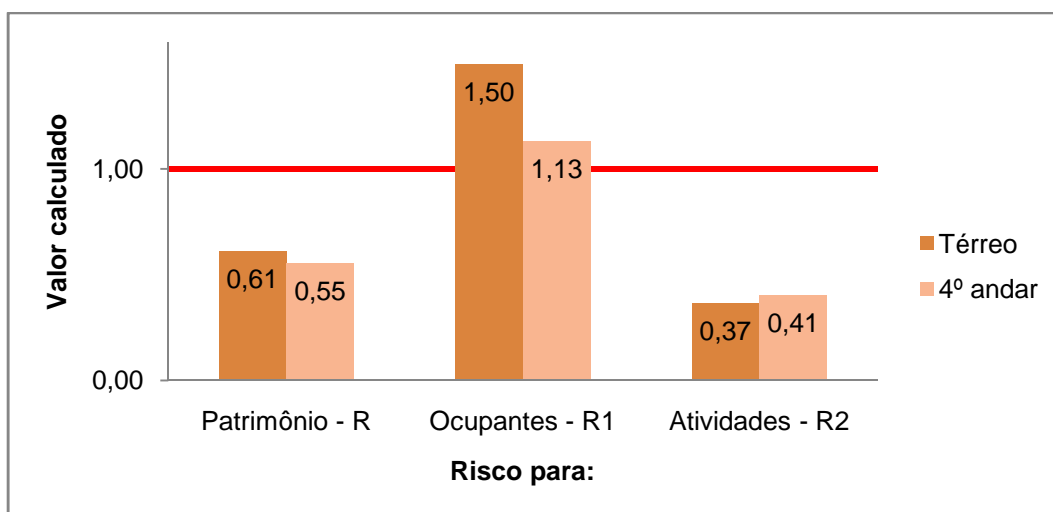


Fonte: elaborado pela autora.

É importante pontuar, porém, que o Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento não foi avaliado como uma medida de proteção, visto que o valor associado à classe de propagação de chamas “M” foi avaliado como uma característica também do conteúdo da edificação, não apenas dos revestimentos utilizados na construção.

Considerando a situação hipotética em que a sala comercial fosse ocupada por uma livraria, o pavimento térreo apresentaria o maior nível de risco para o patrimônio e para os ocupantes, enquanto o último pavimento continuaria apresentando o maior nível de risco para a atividade, conforme mostra o gráfico da Figura 6:

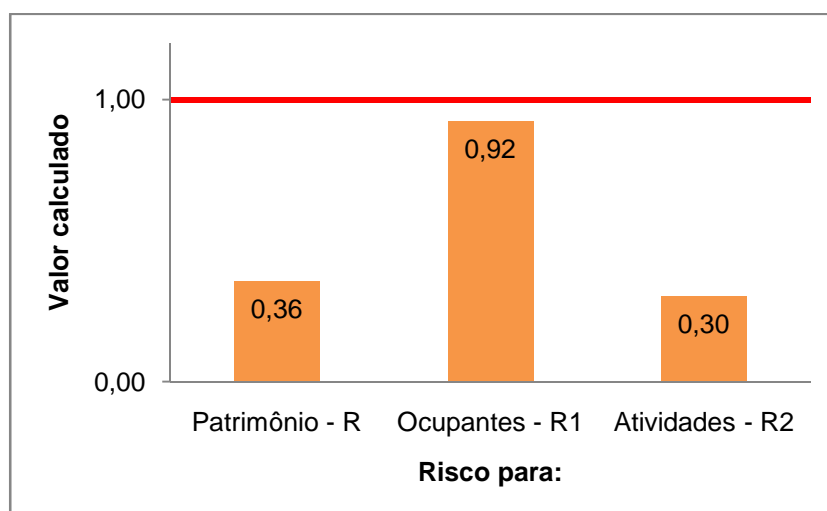
Figura 6 - Comparação dos níveis de risco do térreo e do 4º pavimento da edificação, considerando a sala comercial ocupada por uma livraria.



Fonte: elaborado pela autora.

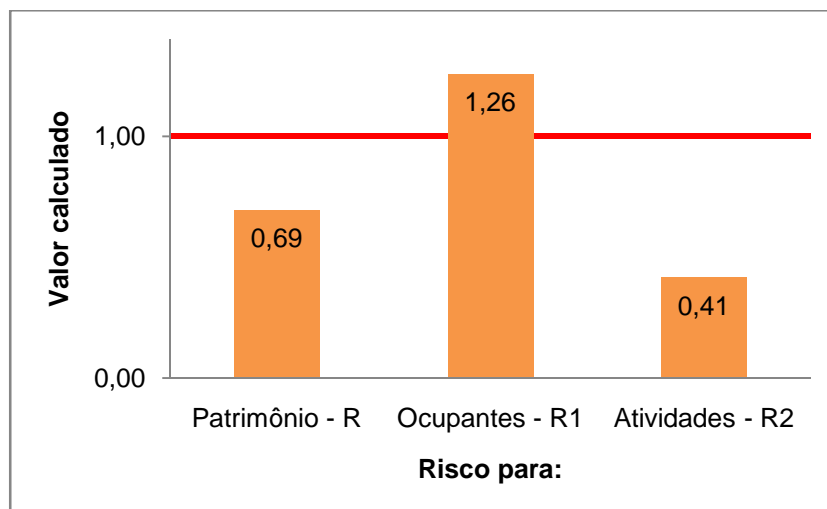
Como a diferença dos níveis de risco para a atividade são pequenos e o risco para os ocupantes se mostrou o mais crítico, a análise das medidas de segurança contra incêndio foi feita para o pavimento térreo. Novamente, foram avaliadas as medidas de segurança exigidas para a edificação mista (Figura 7) e para a ocupação apenas residencial (Figura 8). Dessa vez, porém, o conjunto de medidas para a ocupação residencial não foi suficiente para promover um nível de proteção adequado, como pode ser observado no gráfico correspondente.

Figura 7 - Níveis de risco para a edificação, considerando todas as medidas de proteção obrigatórias e a sala comercial ocupada por uma livraria.



Fonte: elaborado pela autora.

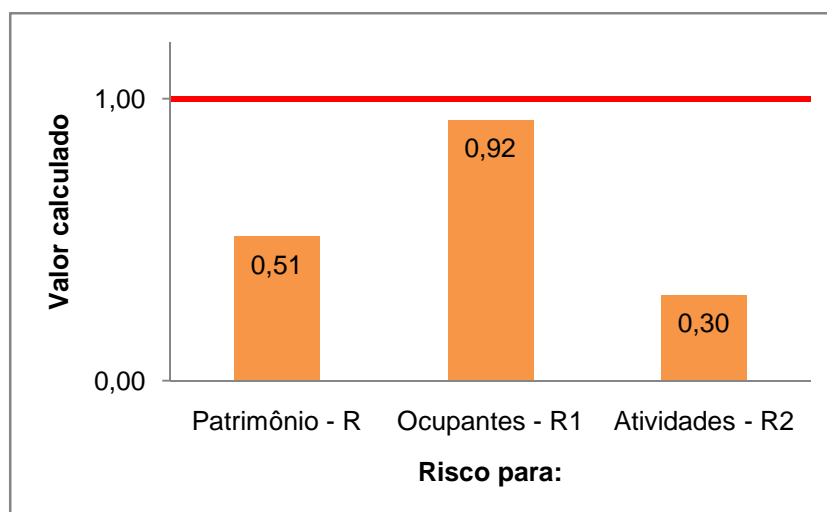
Figura 8 - Níveis de risco para a edificação, considerando as medidas de proteção obrigatórias para a ocupação residencial e a sala comercial ocupada por uma livraria.



Fonte: elaborado pela autora.

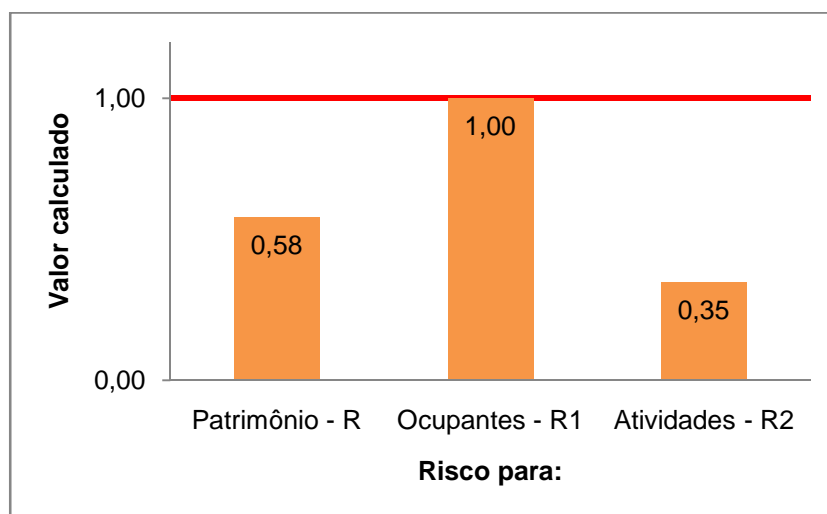
Resultados satisfatórios para os níveis de risco foram encontrados adicionando as medidas alarme de incêndio e hidrantes e mangotinhos aos itens obrigatórios para a ocupação residencial (Figura 9). Ainda, caso as instalações elétricas sejam consideradas adequadas, apenas o alarme precisaria ser adicionado (Figura 10).

Figura 9 - Níveis de risco para a edificação, considerando as medidas de proteção obrigatórias para a ocupação residencial adicionadas de alarme de incêndio e hidrantes, e a sala comercial ocupada por uma livraria.



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 10 - Níveis de risco para a edificação, considerando as medidas de proteção obrigatórias para a ocupação residencial adicionadas de alarme de incêndio, a sala comercial ocupada por uma livraria e a adequação das instalações elétricas.



Fonte: elaborado pela autora.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas para a edificação estudada indicam que, considerando os resultados da aplicação do método de FRAME com os valores adotados, para as ocupações atuais, nem todas as medidas de segurança exigidas pela legislação atual são necessárias para garantir um nível adequado de proteção contra incêndio. As medidas indicadas para a ocupação residencial que, neste caso, apresenta o maior risco, já seriam suficientes para garantir um nível seguro de risco de incêndio.

É possível perceber, ainda, que mesmo com a mudança de ocupação da sala do térreo para um comércio de risco médio, a aplicação do método de FRAME indica que é possível diminuir a necessidade de medidas de proteção caso haja um cuidado maior com a prevenção, expressado aqui pela adequação das instalações elétricas.

Dessa forma, os resultados confirmam as análises feitas por outros autores, de que regulamentos prescritivos podem apresentar maior exigência de proteção que a necessária e que a análise dos riscos específicos de determinada edificação pode resultar em um projeto com nível de segurança adequado a um custo menor de implantação. É importante salientar, ainda, que os resultados apresentados se referem apenas ao estudo de caso analisado neste trabalho, para os parâmetros

adotados ao longo do trabalho, e considerando a aplicação do método de FRAME como alternativa ao método prescritivo. A generalização das conclusões para outras edificações com características diferentes não é possível de ser realizada.

Como sugestão para trabalhos futuros, indica-se o estudo da influência do Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento sobre os níveis de risco das edificações, assim como uma avaliação comparativa dos valores indicados pelo método FRAME e pelas legislações estaduais para os parâmetros de estudo.

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. **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: 16 de outubro de 2021.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. **Resolução técnica CBMRS nº 05, parte 07**. Porto Alegre, RS, 15 de abril de 2020. Disponível em: <<https://www.bombeiros-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/202004/16161338-rtcbmrs-n-05-parte-7-1-2020-completa.pdf>>. Acesso em: 14 de agosto de 2021.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. **Resolução Técnica de Transição CBMRS**. Porto Alegre, RS, 18 de setembro de 2020. Disponível em: <<https://www.bombeiros-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/202009/18112306-resolucao-tecnica-de-transicao-2020.pdf>>. Acesso em: 29 de abril de 2021.

PAGNUSSATT, Felipe Soares. **Segurança contra incêndio de uma edificação residencial utilizando a norma de desempenho NBR 15.575 e a legislação do Estado do Rio Grande do Sul**. Monografia (Escola de Engenharia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica nº 09**. Compartimentação horizontal e compartimentação vertical. 2019. Disponível em <<https://www.bombeiros-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201908/02113751-it-09-2019.pdf>>. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto nº 51.803, de 10 de setembro de 2014, alterado até o Decreto nº 55.332**, de 25 de junho de 2020. Disponível em: <<https://www.bombeiros-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/202006/30224052-dec-51803-14-ate-55332-20.pdf>>. Acesso em: 03 de junho de 2021.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013, atualizada até a Lei Complementar n.º 14.924, de 22 de setembro de 2016**. Disponível em: <<https://www.bombeiros->

admin.rs.gov.br/upload/arquivos/202007/19192636-lec-n-14-376.pdf>. Acesso em: 25 de junho de 2021.

RODRIGUES, Eduardo Estêvam Camargo. **Sistema de Gestão da Segurança contra Incêndio e Pânico nas Edificações: Fundamentação para uma Regulamentação Nacional**. Tese (Escola de Engenharia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

SMET, Erik de. **FRAME - Theoretical basis and technical reference guide**. 2008. Disponível em: <http://www.framemethod.net/indexen_html_files/FRAME2008TRG.pdf>. Acesso em: 09 de outubro de 2021.

SMET, Erik de. **FRAME 2011- Manual para o usuário**. 2011. Disponível em: <http://www.framemethod.net/index_html_files/FRAME%202011%20Manual%20PT.pdf>. Acesso em: 09 de outubro de 2021.

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: 16 de outubro de 2021.

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://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/68274/84605>>. Acesso em: 15 de outubro de 2021.