

**REDE DOCTUM DE ENSINO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CARATINGA
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO DAS ESCOLAS PÚBLICAS DE
CARATINGA/MG: ESTUDO DE CASO DA E.E. PRINCESA ISABEL**

RAFAEL COSTA GOMES

Trabalho de Conclusão de Curso

Caratinga/MG

2017

RAFAEL COSTA GOMES

**ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO DAS ESCOLAS PÚBLICAS DE
CARATINGA/MG: ESTUDO DE CASO DA E.E. PRINCESA ISABEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso Superior de Engenharia Civil do Instituto Tecnológico de Caratinga da DOCTUM Caratinga como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Professor Orientador: João Moreira Moreira de Oliveira Júnior.

Caratinga/MG

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: **ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO DAS ESCOLAS PÚBLICAS DE CARATINGA/MG: ESTUDO DE CASO DA E.E. PRINCESA ISABEL**, elaborado pelo aluno **RAFAEL COSTA GOMES** foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceita pelo curso de Engenharia Civil da **FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

Caratinga 10 de julho 2017



JOÃO MOREIRA DE OLIVEIRA JÚNIOR



SÍNEI SILVA ARAÚJO



BÁRBARA DUTRA DA SILVA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia. À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. Mãe seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Vó, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe Marcileia, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço. Agradeço a minha avó Odília que apesar de todas as dificuldades me fortaleceu e que para mim foi muito importante.

Meus agradecimentos aos amigos, companheiros de trabalho e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

*“O insucesso é apenas uma oportunidade para recomeçar de novo
com mais inteligência.”*
(HENRY FORD)

GOMES, Rafael Costa. **Análise do risco de incêndio das escolas públicas de Caratinga/MG: Estudo de caso da E.E. Princesa Isabel** Caratinga, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Civil - Curso de Engenharia Civil. Faculdades Integradas de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2017.

RESUMO

O objetivo desse estudo é analisar o risco de incêndio das escolas públicas de Caratinga, dando o foco no estudo de caso da E.E. Princesa Isabel. Sabe-se que a segurança deve fazer parte em todos os dias da sociedade, mas que nem sempre o padrão que se encontra é o ideal. Em escolas públicas a situação não é diferente: a maioria dos prédios é antiga e não atende às exigências sobre segurança contra incêndios. No caso da E.E. Princesa Isabel é preciso compreender que o prédio além de antigo é também uma construção considera patrimônio histórico do município, o que demanda ainda mais cuidado em casos de adaptações a serem realizadas para a melhoria das condições de segurança. No entanto, alguns cuidados já melhoram consideravelmente o índice de segurança, como colocação de mais extintores e a instalação de um hidrante. É preciso ter atenção a esses ambientes devido ao grande número de pessoas que transitam durante os três turnos em que a escola funciona e propor melhorias que não descaracterizem o perfil histórico da escola e que ofereçam condições adequadas às pessoas que ali estão. Por isso, o Engenheiro Civil pode contribuir à partir da análise do ambiente, bem como na propositura de melhorias.

Palavras-chave: incêndio, segurança, prevenção.

GOMES, Rafael Costa. **Análise do risco de incêndio das escolas públicas de Caratinga/MG: Estudo de caso da E.E. Princesa Isabel** Caratinga, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Civil - Curso de Engenharia Civil. Faculdades Integradas de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2017.

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the fire risk of public schools in Caratinga, focusing on the case study of E.E. Princess Isabel. It is known that safety must be part of every day of society, but not always the standard that is found is ideal. In public schools, the situation is no different: most buildings are old and do not meet fire safety requirements. In the case of E.E. Princess Isabel it is necessary to understand that the building besides old is also a construction considered historical patrimony of the municipality, which demands even more care in cases of adaptations to be carried out to improve the security conditions. However, some care has already greatly improved the safety index, such as putting more fire extinguishers and installing a fire hydrant. It is necessary to pay attention to these environments due to the large number of people who pass through the three shifts in which the school operates and to propose improvements that do not misrepresent the historical profile of the school and that offer adequate conditions to the people who are there. Therefore, the Civil Engineer can contribute from the analysis of the environment, as well as in proposing improvements.

Key-words: fire, safety, prevention.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Fachada Externa da Escola	21
Figura 2	– Cozinha da E.E. Princesa Isabel	22
Figura 3	– Refeitório Coberto e Pátio Descoberto	23
Figura 4	– Armação do Telhado em Madeira	26
Figura 5	– Assoalho das Salas em Madeira	27
Figura 6	– Pontos de Aparelhos Extintores	33
Figura 7	– Pontos de Hidrantes	34
Figura 8	– Pontos de Iluminação de Emergência	34
Figura 9	– Pontos de Placa de Sinalização	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Fatores de risco associados à grandeza da carga incêndio (f_1)	24
Tabela 2	– Fatores de risco associados à posição da carga incêndio (f_2)	24
Tabela 3	– classificação das edificações quanto à distância do Corpo de Bombeiros . .	25
Tabela 4	– Classificação das edificações quanto às condições de acesso	25
Tabela 5	– Classificação quanto ao risco de generalização (f_5)	26
Tabela 6	– Fator de Risco Específico (f_6)	27
Tabela 7	– Fatores de Risco de Ativação Devido à Falhas Humanas	28
Tabela 8	– Fatores de Risco de Ativação Devido à Qualidade das Instalações Elétricas	28
Tabela 9	– Fatores de Risco de Ativação por Descarga Atmosférica	28
Tabela 10	– Fatores de risco associados à grandeza da carga incêndio (f_1)	29
Tabela 11	– Fatores de risco associados à posição da carga incêndio (f_2)	29
Tabela 12	– classificação das edificações quanto à distância do Corpo de Bombeiros . .	30
Tabela 13	– Classificação das edificações quanto às condições de acesso	30
Tabela 14	– Classificação quanto ao risco de generalização (f_5)	30
Tabela 15	– Fator de Risco Específico (f_6)	30
Tabela 16	– Fatores de Risco de Ativação Devido à Falhas Humanas	31
Tabela 17	– Fatores de Risco de Ativação Devido à Qualidade das Instalações Elétricas	31
Tabela 18	– Fatores de Risco de Ativação por Descarga Atmosférica	31
Tabela 19	– Medida de Segurança	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 Normalização Brasileira Contra Incêndios	14
2.2 Mapeamento de Riscos	15
2.3 NBR e Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros - IT - CB	16
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
4 RESULTADOS	21
4.1 Perfil do Público Alvo	21
4.2 Avaliação dos Riscos de Incêndio	23
4.3 Plantas Com Sugestão de Modificações de Segurança Contra Incêndio	33
5 CONCLUSÃO	36
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

Os critérios de segurança devem se fazer presente no dia a dia da sociedade e em se tratando de questões em que a engenharia civil se faz presente deve ser exponencialmente maior, já que a segurança é fator preponderante nesses casos. Sabe-se do poder devastador de um incêndio deve ser considerado. Notícias de todo o mundo relatam os problemas ocasionados por acidentes e a falta de segurança nesse sentido.

Devido à importância da realização de um projeto de segurança para prevenção de incêndios é que o trabalho será realizado junto às principais escolas da região de Caratinga/MG, principalmente por se tratar de crianças e adolescentes e o risco iminente de haver acidentes. Assim, torna-se indispensável a realização de mapeamento das áreas de risco nesses ambientes. Por mapas de riscos entende-se como: a gráfica do reconhecimento dos riscos que se tem nos locais, através de círculos de diferentes tamanhos; e cores. O seu objetivo permitir que os usuários tenham consciência dos riscos pela fácil visualização desses. É um instrumento usado para diminuição e prevenção da ocorrência de acidentes. (SANTOS)

Para que os mapeamentos dos níveis de riscos se deem nos moldes da segurança exigida na engenharia civil, os projetos de prevenção de incêndio devem concordar com o contido na NR 20- Segurança do Trabalho, uso de combustíveis e inflamáveis- ainda conforme a ABNT NBR 13.434/01 (sinalização de segurança contra incêndio e pânico), NBR9077/01 (Saídas de emergência em edifícios), NBR 15.219 (plano de emergência contra incêndios- requisitos) dentre outras, além de identificar as normas do Corpo de Bombeiros no que se relaciona com riscos de fuga, o acesso os bombeiros tanto interno quanto externo. (GUILHERME, 2015, p.76)

Em se tratando de ambiente público, principalmente, escolas públicas em que o fluxo de pessoas é alta, a prevenção de acidentes e incêndios ganha relevo, e ao engenheiro civil cabe fazer com que além do desenvolvimento do projeto, acompanhe a implantação e faça com que todos os envolvidos no prédio público saibam como se dá a execução de forma correta, a fim de que o projeto alcance seu objetivo, que é o da prevenção e possa também concretizar o trabalho realizado pelo profissional. Indispensável ainda, que esse programa de treinamento de combate e prevenção se incêndios ocorra na prática, por meio de simulações regulares, aprendendo a reconhecer as adequações promovidas pelo profissional de engenharia civil, como a colocação de extintores em locais corretos, iluminação de emergência, saídas de emergência, adequação para chegada e saída do corpo de bombeiros. (MENDES, 2014)

2 REVISÃO DA LITERATURA

A grande concentração de pessoas no mesmo espaço e as características deste espaço pode trazer complicações quando da ocorrência de incêndios. Desta forma, as edificações precisam contar com um sistema que ofereça segurança na prevenção e combate ao incêndio, além da capacitação dos usuários dos espaços em como se comportar no caso dessas ocorrências. Contar com extintores de incêndio e ter acesso a hidrantes não é o bastante nessas situações.

Mesmo sendo um aspecto indispensável às edificações, a segurança contra incêndios não recebe a devida importância nos projetos de edificações de empreendimentos públicos. Muitas das vezes é considerado como uma exigência burocrática, além de alguns projetistas possuírem pouco conhecimento sobre as exigências e normalizações inerentes a esse projeto de incêndio. Desta forma, sem a compreensão conceitual dos requisitos do projeto de incêndio, não será possível propor as soluções que atendam de maneira satisfatória em termos de segurança e funcionalidade. (ONO, 2007).

Analisando os dizeres de Mendes (2014), encontra-se:

A cultura de segurança da sociedade brasileira é bastante limitada. A maioria da população não possui o mínimo de conhecimento se o local está devidamente protegido, de como utilizar um equipamento de proteção contra incêndio e quais são as medidas que devem ser tomadas nesta situação. Em se tratando de escolas, estas são habitações coletivas com características construtivas e operacionais próprias para atender crianças e adolescentes que, devido suas limitações físicas, de experiência e de conhecimento, estão mais vulneráveis e dependentes de um adulto em situações de emergência. Educar a população da escola, seus alunos, professores e funcionários, é uma ação importante e cada vez mais necessária. Há diversos históricos de incêndios em escolas no Brasil e no mundo. Além disso, a maioria das escolas, em especial as públicas, está com suas construções bastante deterioradas e na falta de itens básicos de segurança como extintores com carga dentro da validade, iluminação de emergência, sinalização e saídas de emergência.

É fato de que a segurança contra incêndios no Brasil deixa a desejar, pois todo o aparato utilizado pode não ser o suficiente frente à realidade do modelo de crescimento que o país tem vivenciado nas últimas décadas. Prova disso são as ocorrências mais famosas da história do Brasil nos últimos 50 anos, como a indústria da Volkswagen em 1970; o edifício Andraus em 1972 (primeiro incêndio ocorrido em edificação alta); o do edifício Joelma em 1974 e o mais recente, da boate Kiss em 2013. Em todos esses casos mencionados o que foi apurado não é falta de legislação pura e simples, mas omissão de profissionais e órgãos públicos envolvidos na construção e liberação de funcionamento. (ONO, 2007).

É preciso cumprir as determinações sobre prevenção de incêndios nos empreendimentos com vistas a reduzir o risco à vida humana e também a perda patrimonial. Enquanto risco à vida humana, destacam-se fatores como: inalação de fumaça tóxica ou asfixiante e o desabamento da

edificação. Estes riscos são aumentados se existe a presença de material inflamável no local e se houve omissão humana no trato com o local. Já em incêndio acidental é possível prever e evitar. (PEREIRA, 2013).

Rego (2011) aborda a importância da elaboração de um projeto de prevenção e controle de riscos adequado, dizendo:

Na sua grande maioria, os projetos de sistemas de prevenção e combate a incêndios visam atender exclusivamente aos códigos e normas pertinentes existentes. Não existe também a preocupação dos gestores sobre a manutenção dos sistemas e de treinamento de pessoal. É necessário rever o conceito na elaboração desses sistemas e modificar o olhar dos gestores públicos, para adequá-los aos desafios atuais, considerando as escolas da educação básica, inclusive com a presença de crianças com necessidades especiais.

Compreende-se que a prevenção começa no planejamento das edificações, com o projeto elaborado, a escolha dos materiais que serão utilizados, quais fatores poderiam ser propícios ao início do incêndio e sua propagação, bem como deve ser realizada a evacuação e as ações de combate ao fogo. De acordo com o tipo de edificação e seu tamanho é que se desenvolverá um sistema específico para suas necessidades em caso de prevenção e combates a incêndios. (PEREIRA, 2013).

Para se estabelecer métodos de prevenção e proteção contra incêndios, deve-se compreendê-los em dois grupos: ativos e passivos. As normas que regulamentam esse sistema, via de regra, propõe um nível mínimo de segurança contra incêndio, começando pelo projeto estrutural. (ONO, 2007).

Sobre as causas mais frequentes de incêndios em escolas, Mendes (2014) relata:

Os maiores riscos de ocorrência de incêndios em escolas podem ser determinados pela carga de fogo nos compartimentos do prédio. A carga de fogo pode ser classificada como baixa a alta, dependendo do tipo da construção, altura, idade do prédio, tipo de revestimento, mobiliário, entre outros fatores. No entanto, alguns fatores podem contribuir para a alteração da carga inicialmente prevista, como o acúmulo de materiais e decoração em função de um evento na escola por exemplo. A realização de atividades que aumentem o número de pessoas no ambiente também pode trazer riscos. Quanto mais pessoas, maiores são os riscos, uma vez que as próprias pessoas podem contribuir com um princípio de incêndio por meio do uso de cigarros, da não observância das normas de segurança, etc.

Pode-se considerar como edificação segura aquela que possui menor probabilidade de princípio de incêndio mas que possua alta probabilidade de que na ocorrência do sinistro, as pessoas tenham suas vidas e integridade física preservadas, com limitação de expansão do incêndio, minimizando a ocorrência de perdas. O projeto deve contemplar não somente a estrutura, mas os aspectos elétrico, hidráulico e arquitetônico, bem como a resistência dos materiais estruturais. (ONO, 2007).

2.1 NORMALIZAÇÃO BRASILEIRA CONTRA INCÊNDIOS

O Brasil é o segundo país no mundo em número de vítimas de incêndios. Esses dados foram apurados segundo os atendimentos realizados pelos Corpos de Bombeiros pelo país. Outros dados apresentados são de que aproximadamente 20% das empresas atingidas por incêndios não conseguem se reerguer, gerando desemprego que afeta a sociedade em diversos setores. Vale destacar também que o tratamento de pessoas vítimas de queimaduras demanda muito tempo e recursos, tanto materiais, financeiros e de pessoal. Por isso a normalização é tão importante, pois apresenta medidas que visam dirimir os efeitos danosos causados pelos incêndios a partir de sua prevenção e combate racional. (PEREIRA, 2013).

No que diz respeito ao contexto nacional, a normalização começou a ter algum esboço na década de 1930, e teve algum avanço com a criação da ABNT por volta de 1940. É fato que essa normalização não era relativa à prevenção e combate de incêndio, mas a evolução da normalização foi muito importante para esse processo. No entanto, a normalização era um processo demasiadamente difícil devido ao descaso das autoridades e pela falta de interesse do setor privado, que considerava o investimento no processo de normalização como um gasto sem obtenção de retorno. As normas técnicas respeitadas pelo setor privado na época eram relativas ao uso da tecnologia importada por grandes empresas. (DIAS, 1998).

Entre os anos de 1941 a 1975 foram criadas cerca de 545 normas técnicas e existiam 750 em estágio experimental. Havia também comissões técnicas formadas por integrantes do governo em conjunto com empresários e consumidores, mas o nível de atividades ainda era baixo. Não havia apoio à ABNT nem por parte do governo nem do setor privado. (MATTEDI, 2005).

No ano de 1958 foram criadas duas normas sobre combate a incêndio, a EB-17 e a EB-52, que tratavam do uso de extintores, de tipos de soda, ácido, espuma química, carga líquida, tanto portáteis quanto sobre rodas. Já em 1962 se deu a aprovação do extintor com carga de pó químico pelo P-EB-148. Era um trabalho ainda incipiente, mas com o passar dos anos foi avançando para áreas diversas. Em 1970 foi criada a CBPI – Comissão Brasileira de Proteção contra Incêndios e abrangia profissionais e setores que se dedicavam à discussão da prevenção e combates de incêndios. (ABNT, 2004).

Em meados de 1973, por meio da Lei 5.966 de 11 de dezembro do referido ano, se deu a criação do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO), que foi importante na determinação do perfil industrial brasileiro. Ao final da década de 1970 a reestruturação da ABNT proporcionou a inclusão de outros projetos nas questões relativas à normalização. Com a abertura de mercado e evolução do setor industrial na década de 1990, o que dizia respeito à normalização e padronização ganhou impulso no Brasil. No ano de 1990 também foi criada a ABNT-CB 24 que trata da prevenção e combate ao incêndio. (DIAS, 1998).

Nos anos que se seguiram até os dias atuais foram criadas diversas normas provenientes da ABNT no que tange à prevenção e combate a incêndios, com base nos tipos de estruturas,

materiais utilizados no empreendimento e a atividade econômica que será exercida dentro do espaço construído. No entanto, o que se percebe é a necessidade de investimentos nas mais diversas áreas que se dedicam à prevenção e combate de incêndios, pois o aprimoramento de profissionais, obtenção de equipamentos e fiscalização de empreendimentos são indispensáveis para a redução dos dados estatísticos que demonstram o alto número de vítimas. (MATTEDI, 2005).

2.2 MAPEAMENTO DE RISCOS

Ao se passar a uma análise de riscos de incêndios em edificações, é preciso compreender que o risco é um conceito subjetivo e se baseia na probabilidade e na severidade dos efeitos causados, podendo ser analisado como um componente imaginário ao mesmo tempo que um componente real. É necessário que se tenham em mãos informações identificação e avaliação da atividade desenvolvida e do pessoal envolvido. (GOUVEIA, 2006).

Considera-se que uma edificação é segura contra incêndio a partir do momento em que possui baixa probabilidade de risco de incêndio e que, no caso da ocorrência do sinistro, tenha grande probabilidade de que todos os envolvidos sobrevivam. A edificação não deverá possuir obstáculos que dificulte a saída de pessoas e a entrada do socorro. Os elementos envolvidos na estrutura devem minimizar a propagação das chamas. (REGO, 2011).

Um mapeamento de riscos tem por objetivo reunir informações suficientes para a elaboração de um diagnóstico com relação à segurança de um estabelecimento. Também serve para a troca e divulgação de informações de prevenção e combate aos incêndios dentro do ambiente. Para sua elaboração é fundamental que se conheça o processo de trabalho do local, o fluxo de pessoas, o horário de funcionamento, a atividade exercida, materiais e instrumentos utilizados e o ambiente como um todo. (NBR 15.219, 2005).

É fundamental compreender que o mapeamento deverá atender as necessidades do empreendimento, não servindo de um ambiente para outro. Há de se observar também o público atendido dentro da edificação, conforme norteado por Rego (2011):

Um adolescente ou uma criança numa situação de incêndio terá dificuldades de perceber a gravidade da situação e de reagir, conforme os procedimentos, existindo uma grande possibilidade de não fazê-lo da forma mais indicada. A criança não tem experiência, não é treinada para reagir adequadamente em caso de incêndios, nem tem condição de perceber a gravidade do evento e avaliar corretamente os riscos mesmo em situações corriqueiras. Nunca ouviram falar sobre triângulo do fogo, temperaturas, métodos de extinção, plano de emergência, abandono de área etc. Existem limitações nas características físicas dos jovens, já que nós conhecemos a dificuldade em manusear um aparelho extintor tradicional ou abrir a válvula de um sistema sob comando.

É preciso se conhecer o processo no qual se desenvolve o trabalho no ambiente analisado, bem como o número médio de pessoas que frequenta as instalações, o treinamento da equipe, os

recursos disponíveis e o acesso do socorro em caso de ocorrência de incêndio. (NBR-15.219, 2005).

Dados internacionais contam que a ocorrência de incêndios em escola é muito provável, já que a média de sinistros é alta, sendo 14.300 ocorrências por ano nos Estados Unidos e 2.000 ocorrências no Reino Unido. Além do prejuízo financeiro, ainda há o prejuízo ao ambiente.

Ao se elaborar um projeto de edificações é preciso pensar nas necessidades dos usuários e do mercado, haja vista que uma edificação tem uma função específica de ocupação, sendo importante a estética, questões financeiras e a segurança. As legislações trazem pressupostos que auxiliam na prevenção e combate ao incêndio, mas muitas vezes ocorre uma redução do investimento nas exigências com segurança, focando nas limitações financeiras impostas pelo proprietário. Infelizmente, no Brasil, muitos Engenheiros e Arquitetos vislumbram a segurança contra incêndios como algo indesejado, que limita o empreendimento. Esta é uma questão cultural, que precisa ser combatida, pois qualidade e segurança devem andar de mãos dadas, e portanto, as exigências de prevenção e combate devem ser incorporadas ao empreendimento. (REGO, 2011).

2.3 NBR E INSTRUÇÕES TÉCNICAS DO CORPO DE BOMBEIROS - IT - CB

O mapeamento de riscos no Brasil deve ser realizado em consonância com a Norma Regulamentadora número 5 (NR-5), que propõe uma representação geográfica de reconhecimento dos riscos em locais fechados com trânsito de pessoas, sendo utilizado para esse mapeamento uma representação dos riscos por meio de círculos de cores e tamanhos distintos. Outra norma que ampara o mapeamento de risco é a NR-9, mas com foco em mapeamento de riscos ambientais. (AZZI, 2009).

Para que se estabeleça um padrão de acordo com a legislação vigente, a Engenharia civil deve seguir alguns pressupostos descritos nas normas sobre mapeamento de riscos de incêndio. A NR-20 traz a regulamentação dos cuidados e dos riscos relativos à manipulação de inflamáveis e combustíveis, dividindo os riscos em 3 classes. A classificação aplicada é relativa não somente à manipulação, mas também aos riscos da atividade e de como deve ser a instalação para cada atividade desenvolvida. (NR-20, 2011).

Já a ABNT NBR-13.434 trata especificamente da padronização das formas, dimensões e cores da sinalização de segurança de combate ao incêndio e pânico em edificações, apresentando os símbolos adotados. No que concerne à sinalização, a NBR 13.434 traz os símbolos de alerta, segurança, segurança contra incêndio e pânico, equipamentos e orientação de salvamento. (ABNT NBR-13.434, 2004).

Encontra-se também a ABNT NBR-9.077, que trata das condições exigíveis para as edificações, conforme descrito:

- a) Condições de que as pessoas possam abandonar as edificações em caso de incêndio;
- b) Fácil acesso de auxílio de resgate ou bombeiros para combater o fogo e resgatar a população;

O objetivo principal da NBR-9.077 é que se projete:

- a) Saídas comuns para que possam ser utilizadas de saída de emergência;
- b) Saídas de emergência, quando necessário;

Sua aplicação se dá para todas as edificações, com sua classificação quanto à ocupação, não dependendo de altura, dimensão em planta ou características construtivas. A NBR 9.077 fixa requisitos para novas edificações e propõe adaptações para edificações já em uso, desde que respeitadas suas limitações. Para tanto, a referida NBR trabalha aliada à NBR 5413 (iluminâncias de interiores), NBR 5627 (exigências para obras de concreto armado e protendido e a resistência ao fogo), NBR 8132 (chaminés para tiragem dos gases de combustão de aquecedores a gás), NBR 9441 (execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio), NBR 9442 (materiais de construção e a determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante), NBR 10636 (paredes e divisórias sem função estrutural e a determinação da resistência ao fogo), NBR 10897 (proteção contra incêndio por chuveiro automático) NBR 10898 (sistema de iluminação de emergência), NBR 11742 (porta corta-fogo para saídas de emergência) e NBR 11785 (barra antipânico).

A ABNT NBR-15.219 traz a regulamentação dos planos de emergência contra incêndios, abordando seus requisitos, tratando, inclusive, da identificação das normas do Corpo de Bombeiros quanto aos riscos de fuga e o acesso dos bombeiros ao local do incêndio. Seu surgimento se deu devido à necessidade de padronização dos planos de emergência de combate a incêndio, levando à adoção de padrões mínimos para que as ações de combate e socorro fossem padronizadas. O objetivo dessa norma é estabelecer requisitos que atendam à elaboração, manutenção e revisão de planos de emergência de prevenção e combate a incêndios, para que se ofereça proteção tanto à vida quanto ao patrimônio, buscando reduzir as consequências do sinistro. Sua abrangência é a todas as edificações, menos as residências unifamiliares. Como referências normativas estão a ABNT NBR 9077: 2001 (saídas de emergência em edifícios), ABNT NBR 13434-1: 2004 (sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Parte 1: Princípios de projeto), ABNT NBR 13434-2: 2004 (Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Parte 2: Símbolos e suas formas, dimensões e cores), ABNT NBR 14023: 1997 (Registro de atividades de bombeiros), ABNT NBR 14276: 1999 (Programa de brigada de incêndio) e ABNT NBR 14608:2000 (Bombeiro profissional civil).

Em conjunto com as NR e NBR estão as instruções técnicas dos Bombeiros, que podem variar de numeração de estado para estado. Em Minas Gerais, que são:

- IT01 - Procedimento Administrativo (Portaria 22/2015);
- IT02 - Terminologia de Proteção Contra Incêndio e Pânico;
- IT03 - Símbolos Gráficos para Projetos de Segurança Contra Incêndio e Pânico;
- IT04 - Acesso de Viatura nas Edificações e Áreas de Risco (Portaria 18/2014);
- IT05 - Separações entre Edificações (Isolamento de Risco);
- IT06 - Segurança Estrutural das Edificações;
- IT07 - Compartimentação Horizontal e Compartimentação Vertical;
- IT08 - Saídas de Emergência em Edificações - 2ª Edição 2017 (Portaria 26/2017);
- IT09 - Carga Incêndio nas Edificações e Áreas de Risco;
- IT10 - Pressurização de Escada de Segurança;
- IT11 - Plano de Intervenção de Incêndio;
- IT12 - Brigada de Incêndio;
- IT13 - Iluminação de Emergência;
- IT14 - Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio (Portaria 28/2017);
- IT15 - Sinalização de Emergência;
- IT16 - Sistema de Proteção por Extintores de Incêndio (Portaria 17/2014);
- IT17 - Sistema de Hidrantes e Mangotinhos para Combate a Incêndio;
- IT18 - Sistema de Chuveiros Automáticos;
- IT19 - Sistema de Resfriamento para Líquidos e Gases Inflamáveis e Combustíveis.(Consultar Circular 16/14 e Tabela 18 da IT01);
- IT20 - Sistema de Proteção por Espuma. (Consultar Circular 16/14 e Tabela 18 da IT01);
- IT21 - Sistema Fixo de Gases para Combate a Incêndio;
- IT22 - Armazenamento de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis. (Consultar Circular 16/14 e Tabela 18 da IT01);
- IT23 - Manipulação, Armazenamento, Comercialização e Utilização de GLP;
- IT24 - Comercialização, Distribuição e Utilização de Gás Natural;
- IT25 - Fogos de Artíficos e Pirotecnia (Portaria 19/2014);

- IT26 - Heliponto e Heliporto;
- IT27 - Medidas de Segurança para Produtos Perigosos;
- IT28 - Cobertura de Sapê, Piaçava e Similares;
- IT29 - Hidrante Público;
- IT31 - Pátio de Contêineres;
- IT32 - Proteção Contra Incêndio em Cozinhas Profissionais;
- IT33 - Eventos Temporários (Portaria 17/2014);
- IT34 - Cadastramento de Empresas e Responsáveis Técnicos - 2ª Edição 2016 (Portaria 24/2016).;
- IT35 - Segurança Contra Incêndio em Edificações Históricas;
- IT37 - Centros Esportivos e de Exibição;
- IT38 - Controle e Materiais de Acabamento e Revestimento;
- IT39 - Blocos de Carnaval (Portaria 23/2016);
- IT40 - Adequação de Medidas de Segurança para Edificações Existentes e Edificações Construídas (Portaria 25/2016);
- IT41 - Controle de Fumaça (Portaria 27/2017);

Em um ambiente onde há trânsito de pessoas, principalmente de crianças e adolescentes, a prevenção e combate a incêndios é de suma importância. No entanto, as edificações das escolas no país são na sua maioria muito antigas e não possuem os requisitos mínimos para a segurança das pessoas que ali estão.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para identificação dos riscos de incêndio no prédio analisado, em um primeiro momento foi a visitação à escola para identificação do quesito segurança contra incêndio. Posteriormente foi realizada uma avaliação dos riscos de incêndio e realizada a comparação do sistema de segurança contra incêndio e pânico, bem como analisada sua localização e classificação baseadas nas instruções técnicas do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais, IT-09 e IT-35.

Salienta-se que a escola em questão é tombada como patrimônio histórico e cultural do município de Caratinga/MG e foram levadas em consideração as orientações para segurança de incêndio em edificações deste padrão.

4 RESULTADOS

4.1 PERFIL DO PÚBLICO ALVO

Criado em 24 de agosto de 1909, o Grupo Escolar de São João de Caratinga foi a primeira escola do município. No ano de 1936 passou a ser denominado como Grupo Escolar Princesa Isabel e transferiu-se para o endereço onde funciona até hoje, na Praça Cesário Alvim nº55 – Centro. No ano de 1974 passou a chamar-se Escola Estadual Princesa Isabel. Seu tombamento como patrimônio histórico e cultural se deu no ano de 1998 pelo decreto nº013/98.



Figura 1: Fachada Externa da Escola

Fonte: Acervo do autor

A escola possui uma área total de 3.217,42 m², sendo a área construída em apenas um pavimento de 1.775,92 m². Seu pátio descoberto é de 725,03 m². Atualmente a escola funciona nos três períodos (matutino, vespertino e noturno), oferecendo ensino fundamental, médio, técnico e educação de jovens e adultos. De acordo com dados do senso escolar realizado em 2016, em termos de infraestrutura, a escola apresenta:

- Alimentação escolar para os alunos;
- Água filtrada;
- Água da rede pública;
- Energia da rede pública;
- Esgoto da rede pública;
- Lixo destinado à coleta periódica;

- Acesso à Internet;
- Banda larga.

Em suas dependências é possível encontrar:

- 11 salas de aulas;
- Sala de diretoria;
- Sala de professores;
- Laboratório de informática;
- Cozinha.



Figura 2: Cozinha da E.E. Princesa Isabel

Fonte: Acervo do autor

- Biblioteca
- Banheiro dentro do prédio
- Banheiro adequado à alunos com deficiência ou mobilidade reduzida
- Sala de secretaria
- Refeitório

- Despensa
- Almojarifado
- Pátio descoberto



Figura 3: Refeitório Coberto e Pátio Descoberto

Fonte: Acervo do autor

4.2 AVALIAÇÃO DOS RISCOS DE INCÊNDIO

Com base na IT-35 e as orientações sobre a classificação de riscos, passou-se à análise da exposição ao risco de incêndio pautado na seguinte fórmula:

$$E = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6$$

Onde:

- E é a exposição ao risco de incêndio;
- f_1 são os fatores de risco associados à grandeza da carga incêndio;
- f_2 são os fatores de risco associados à posição da carga incêndio;
- f_3 é a classificação das edificações quanto à distância do Corpo de Bombeiros;
- f_4 é a classificação das edificações quanto às condições de acesso;
- f_5 é classificação quanto ao risco de generalização; e

- f_6 é o fator de risco específico.

De acordo com os dados encontrados no local, foram realizados os cálculos para cada fator de exposição e classificação de riscos:

Tabela 1: Fatores de risco associados à grandeza da carga incêndio (f_1)

DENSIDADE DE CARGA INCÊNDIO (MJ/m ²)	f_1
≤ 200	1
$200 \leq q < 300$	1,1
$300 \leq q < 400$	1,2
$400 \leq q < 600$	1,3
$600 \leq q < 800$	1,4
$800 \leq q < 1200$	1,5
$1200 \leq q < 1700$	1,6
$1700 \leq q < 2500$	1,7
$2500 \leq q < 3500$	1,8
$3500 \leq q < 5000$	1,9
$5000 \leq q < 7000$	2
$7000 \leq q < 10000$	2,1
$10000 \leq q < 14000$	2,2
$14000 \leq q < 20000$	2,3
$300 \leq q < 400$	1,2

Fonte: IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

O resultado encontrado para o fator de risco associado à grandeza da carga incêndio foi de 1,2. Já para avaliação dos fatores de risco associados à posição da carga incêndio (f_2), encontra-se:

Tabela 2: Fatores de risco associados à posição da carga incêndio (f_2)

Fatores de risco associados à posição da carga incêndio – f_2	PROFUNDIDADE DO SUBSOLO (m)			ALTURA DO PISO MAIS ELEVADO (m)		
	$S > 4$	$4 < S \leq 8$	$8 < S \leq 12$	$H \leq 6$	$6 < H \leq 12$	$6 < H \leq 12$
C	1,0	1,9	3,0	1,0	1,3	1,5
H	1,3	2,4	4,0	1,3	1,6	2,0
V	1,5	3,0	4,5	1,5	2,0	2,3

Fonte: IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Como resultado da avaliação dos fatores de risco associados à posição da carga incêndio encontrou-se o coeficiente de 1,5. No que diz respeito à classificação das edificações quanto à distância do Corpo de Bombeiros, os dados encontrados são:

Tabela 3: classificação das edificações quanto à distância do Corpo de Bombeiros

DENOMINAÇÃO	DISTÂNCIA(KM)	f ₃
1- muito próximo	$D \leq 16$	1
2 – próximo	$1 < D < 6$	1,25
3 - Medianamente distante	$6 \leq D < 11$	1,6
4 – Distante	$6 \leq D < 16$	1,8
5 – Muito distante ou inexistente	$D > 16$	4

Fonte:IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Diante dos cálculos realizados para essa classificação, foi obtido o resultado de 1,25. Destaca-se que a escola encontra-se próxima ao Corpo de Bombeiros Militar sediado no município, e que em caso de ocorrência de incêndio, o acesso dos bombeiros à edificação é realizado com facilidade.

Quanto à classificação das edificações quanto às condições de acesso (f₄), encontrou-se:

Tabela 4: Classificação das edificações quanto às condições de acesso

DENOMINAÇÃO DO ACESSO	CONDIÇÕES DA EDIFICAÇÃO	f ₄
Fácil	Acesso da viatura pelo menos a duas fachadas da edificação, quando a edificação é do tipo C ou H ou a três fachadas, quando a edificação é do tipo V; hidrante público a até 75 m da edificação ou instalação de hidrante interno ou externo na edificação.	1,0
Restrito	Acesso a,uma das fachadas, quando a edificação é do tipo C ou H ou a duas fachadas,quando a edificação é do tipo V; hidrante público a até 75 m da edificação ou,instalação de hidrante interno ou externo na edificação.	1,25
Difícil	Acesso a uma só fachada da edificação; hidrante público a mais de 75 m da edificação ou instalação de hidrante interno ou externo na edificação.	1,6
Muito difícil	Acesso a uma só fachada da edificação; hidrante público a mais de 75 m da edificação.	1,9

Fonte:IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Neste quesito a escola possui um índice de 1,9. Isto deve-se ao fato de que o município de Caratinga não possui hidrantes em funcionamento na região do centro da cidade, havendo apenas hidrante instalado, mas que não é utilizado há muito tempo e não fica nas imediações da escola.

Partindo para a classificação quanto ao risco de generalização, os dados encontrados estão descritos na tabela 5:

Tabela 5: Classificação quanto ao risco de generalização (f_5)

IV	Paredes	Combustíveis ou incombustíveis com resistência ao fogo inferior a 120 minutos ou com aberturas acima dos limites dados na Tabela 1	3
	Fachadas	Combustíveis ou com aberturas acima dos limites da Tabela 1	
	Empenas	Combustíveis ou incombustível com resistência ao fogo inferior a 120 minutos ou com aberturas acima dos limites da Tabela 1	
	Cobertura	Combustível sem a faixa de proteção de largura 1,5m a partir das bordas	
RESULTADOS			3

Fonte: IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

A edificação apresenta as características da época de sua construção, em alguns aspectos originais e em outros de maneira restaurada. Vale ressaltar que a armação do telhado é de madeira, bem como o assoalho. Pode-se visualizar essas características nas figuras 4 e 5:

**Figura 4:** Armação do Telhado em Madeira

Fonte: Acervo do autor



Figura 5: Assoalho das Salas em Madeira

Fonte: Acervo do autor

É possível perceber que além da armação do telhado e do assoalho, as esquadrias das janelas também são de material combustível: a madeira. Outro aspecto a ser destacado é que as janelas não são muito altas, que poderiam ser utilizadas como rota de fuga em caso de incêndio, mas que infelizmente estão bloqueadas pelas grades.

No último quesito, que é o fator de risco específico (f_6) encontra-se:

Tabela 6: Fator de Risco Específico (f_6)

NÍVEIS DE TOMBAMENTO DA EDIFICAÇÃO	f_6
Tombamento em todos os níveis	1,2
Patrimônio Histórico da Humanidade	1,5
Tombada pela União	1,7
Tombada pelo Estado	1,9
Tombada pelo Município	2,2

Fonte: IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

O resultado dessa avaliação foi 2,2. A edificação foi tombada pelo município como patrimônio histórico e cultural por decreto municipal por ser a escola mais antiga na área urbana do município.

Com todos os cálculos realizados, passou-se ao produto dos diversos fatores de risco encontrados:

$$E = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6$$

$$E = 1,2 \times 1,5 \times 1,25 \times 1,9 \times 3,0 \times 2,2$$

$$E = 28,215$$

O índice de risco de incêndio inerente à edificação com base na exposição (E) foi de 28,215. No entanto, há de se considerar também o risco de ativação, conforme dado que seguem:

Tabela 7: Fatores de Risco de Ativação Devido à Falhas Humanas

DESCRIÇÃO	FATOR DE RISCO A ₂
Usuários treinados e reciclados no treinamento ao menos uma vez por ano	1
Usuários treinados e reciclados no treinamento ao menos uma vez a cada dois anos	1,25
Usuários não treinados	1,75

Fonte: IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Neste caso o fator de risco é alto, pois segundo os profissionais da escola, não há treinamento para eles nem para os alunos quanto aos riscos de incêndio em uma edificação tombada.

Tabela 8: Fatores de Risco de Ativação Devido à Qualidade das Instalações Elétricas

CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES	FATOR DE RISCO A ₃
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; uso e manutenção regulares.	1
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; uso inadequado (extensões sem projeto) e manutenção irregular.	1,25
Instalações não projetadas segundo as normas técnicas aplicáveis	1,5

Fonte: IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Mesmo que a edificação possua rede elétrica projetada e executada de acordo com as normas técnicas, devido ao uso inadequado destas instalações acaba acarretando um risco desnecessário.

Tabela 9: Fatores de Risco de Ativação por Descarga Atmosférica

CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES	FATOR DE RISCO A ₄
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção regular.	1
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção irregular.	1,25
Inexistente	1,5

Fonte: IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Não há registros na escola de ocorrência de descarga atmosférica nem dados que indiquem que poderá ocorrer, por isso, foi considerado como inexistente.

Diante do apresentado, calcula-se o fator de risco de ativação de incêndio (A):

$$A = A_1 \cdot A^*$$

$$A = 2,187$$

Com os resultados de E (28,21) e de A (2,187) passa-se ao cálculo de determinação do risco de incêndio(R):

$$R = E \cdot A$$

$$R = 28,21 \times 2,187$$

$$R = 61,70$$

Buscou-se a propositura de melhorias e passou-se ao cálculo dos riscos a partir das modificações relativas à segurança contra incêndio, conforme descrito:

Tabela 10: Fatores de risco associados à grandeza da carga incêndio (f_1)

DENSIDADE DE CARGA INCÊNDIO (MJ/m ²)	f_1
≤ 200	1
$200 \leq q < 300$	1,1
$300 \leq q < 400$	1,2
$400 \leq q < 600$	1,3
$600 \leq q < 800$	1,4
$800 \leq q < 1200$	1,5
$1200 \leq q < 1700$	1,6
$1700 \leq q < 2500$	1,7
$2500 \leq q < 3500$	1,8
$3500 \leq q < 5000$	1,9
$5000 \leq q < 7000$	2
$7000 \leq q < 10000$	2,1
$10000 \leq q < 14000$	2,2
$14000 \leq q < 20000$	2,3
$300 \leq q < 400$	1,2

Fonte: IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Tabela 11: Fatores de risco associados à posição da carga incêndio (f_2)

Fatores de risco associados à posição da carga incêndio – f_2	PROFUNDIDADE DO SUBSOLO (m)			ALTURA DO PISO MAIS ELEVADO (m)		
	S > 4	4 < S ≤ 8	8 < S ≤ 12	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	6 < H ≤ 12
C	1,0	1,9	3,0	1,0	1,3	1,5
H	1,3	2,4	4,0	1,3	1,6	2,0
V	1,5	3,0	4,5	1,5	2,0	2,3

Fonte: IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Tabela 12: classificação das edificações quanto à distância do Corpo de Bombeiros

DENOMINAÇÃO	DISTÂNCIA(KM)	f ₃
1- muito próximo	$D \leq 16$	1
2 – próximo	$1 < D < 6$	1,25
3 - Medianamente distante	$6 \leq D < 11$	1,6
4 – Distante	$6 \leq D < 16$	1,8
5 – Muito distante ou inexistente	$D > 16$	4

Fonte:IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Tabela 13: Classificação das edificações quanto às condições de acesso

DENOMINAÇÃO DO ACESSO	CONDIÇÕES DA EDIFICAÇÃO	f ₄
Fácil	Acesso da viatura pelo menos a duas fachadas da edificação, quando a edificação é do tipo C ou H ou a três fachadas, quando a edificação é do tipo V; hidrante público a até 75 m da edificação ou instalação de hidrante interno ou externo na edificação.	1
Restrito	Acesso a uma das fachadas, quando a edificação é do tipo C ou H ou a duas fachadas quando a edificação é do tipo V; hidrante público a até 75 m da edificação ou instalação de hidrante interno ou externo na edificação.	1,25
Difícil	Acesso a uma só fachada da edificação; hidrante público a mais de 75 m da edificação ou instalação de hidrante interno ou externo na edificação.	1,6
Muito difícil	Acesso a uma só fachada da edificação; hidrante público a mais de 75 m da edificação.	1,9

Fonte:IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Tabela 14: Classificação quanto ao risco de generalização (f₅)

IV	Paredes	Combustíveis ou incombustíveis com resistência ao fogo inferior a 120 minutos ou com aberturas acima dos limites dados na Tabela 1	3
	Fachadas	Combustíveis ou com aberturas acima dos limites da Tabela 1	
	Empenas	Combustíveis ou, incombustível com resistência ao fogo inferior a 120 minutos ou com aberturas acima dos limites da Tabela 1	
	Cobertura	Combustível sem a faixa de proteção de largura 1,5m a partir das bordas	
RESULTADO			3

Fonte:IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Tabela 15: Fator de Risco Específico (f₆)

NÍVEIS DE TOMBAMENTO DA EDIFICAÇÃO	f ₆
Tombamento em todos os níveis	1,2
Patrimônio Histórico da Humanidade	1,5
Tombada pela União	1,7
Tombada pelo Estado	1,9
Tombada pelo Município	2,2

Fonte:IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

$$E = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6$$

$$E = 1,2 \times 1,5 \times 1,25 \times 1,6 \times 3,0 \times 2,2$$

$$E = 23,76$$

Desta forma houve uma mudança do resultado da exposição ao risco de incêndio de 28,21 para 23,76. Quanto ao risco de ativação de incêndio, com as modificações sugeridas, passou-se:

Tabela 16: Fatores de Risco de Ativação Devido à Falhas Humanas

DESCRIÇÃO	FATOR DE RISCO A ₂
Usuários treinados e reciclados no treinamento ao menos uma vez por ano	1
Usuários treinados e reciclados no treinamento ao menos uma vez a cada dois anos	1,25
Usuários não treinados	1,75

Fonte:IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Tabela 17: Fatores de Risco de Ativação Devido à Qualidade das Instalações Elétricas

CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES	FATOR DE RISCO A ₃
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; uso e manutenção regulares.	1
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; uso inadequado (extensões sem projeto) e manutenção irregular.	1,25
Instalações não projetadas segundo as normas técnicas aplicáveis	1,5

Fonte:IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Tabela 18: Fatores de Risco de Ativação por Descarga Atmosférica

CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES	FATOR DE RISCO A ₄
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção regular.	1
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção irregular.	1,25
Inexistente	1,5

Fonte:IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Com a mudança dos fatores de risco, o resultado de A também se modificou:

$$A = A_1 \cdot A^*$$

$$A = 1,875$$

O resultado do R é utilizado no cálculo do coeficiente de segurança, através da fórmula:

$$R = E.A$$

$$R = 23,76 \times 1,875$$

$$R = 44,55$$

Para que se encontre o coeficiente de segurança (Y) contra incêndio, é preciso dos valores do fator de segurança total. Com as adaptações propostas, os fatores de segurança podem ser descritos:

Tabela 19: Medida de Segurança

MEDIDA DE SEGURANÇA	SÍMBOLO	FATOR DE SEGURANÇA
Alarme de incêndio com acionamento manual	S ₁	1,5
Detector de calor e fumaça com transmissão automática do sinal de alarme para o Corpo de Bombeiros ou para central de segurança	S ₃	3
Aparelhos extintores	S ₄	1
Brigada de incêndio em plantão durante o expediente	S ₆	8
Sistema de hidrantes com abastecimento por meio de reservatório particular ou comunitário	S ₁₀	6
Reserva de água	S ₁₁	2
Resistência ao fogo da estrutura ≥ 30 minutos	S ₁₂	1
Plano de intervenção	S ₁₇	1,2
Sinalização das saídas de emergência e rotas de fuga	S ₁₉	1

Fonte: IT-35 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS

Para se encontrar o fator de segurança, deve-se realizar a somatória dos fatores encontrados:

$$S = S_1 + S_3 + S_4 + S_6 + S_{10} + S_{11} + S_{12} + S_{17} + S_{19}$$

$$S = 1,5 + 3 + 1 + 8 + 6 + 2 + 1 + 1,2 + 1$$

$$S = 24,7$$

O coeficiente de segurança Y contra incêndio se determina pela razão entre o fator de segurança S e o risco global de incêndio R, isto é:

$$Y = \frac{\sum}{R}$$

$$Y = \frac{24,7}{44,55}$$

$$Y = 0,55$$

O Y anterior às modificações sugeridas era igual a zero, pois não possuía nenhum dos requisitos sugeridos. Com as modificações, o índice Y é igual a 0,55. O número de segurança mínimo exigido é de coeficiente igual a 1, e mesmo não sendo o número ideal 0,55 já se percebe uma melhora e aproximação daquilo que são as exigências mínimas para edificações tombadas.

4.3 PLANTAS COM SUGESTÃO DE MODIFICAÇÕES DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

Para modificações sugeridas foram elaboradas plantas com a localização dos itens que se considera necessários para a melhoria do nível de segurança:

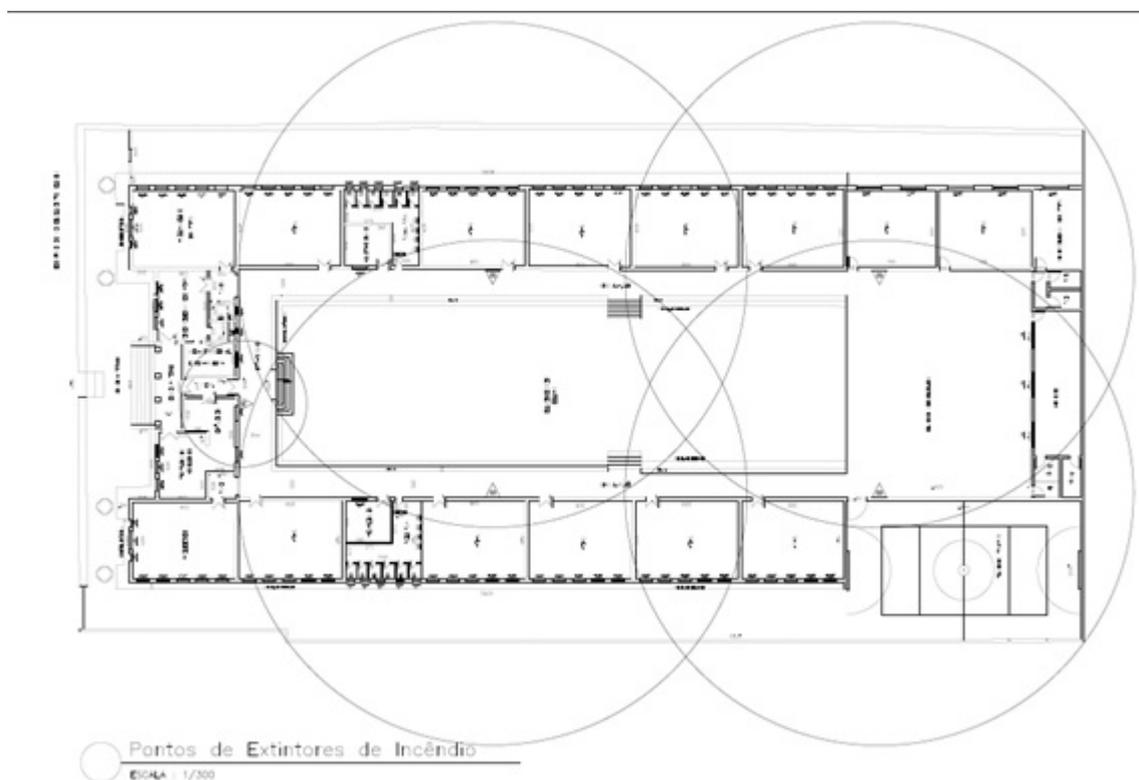


Figura 6: Pontos de Aparelhos Extintores

Fonte: Acervo do autor

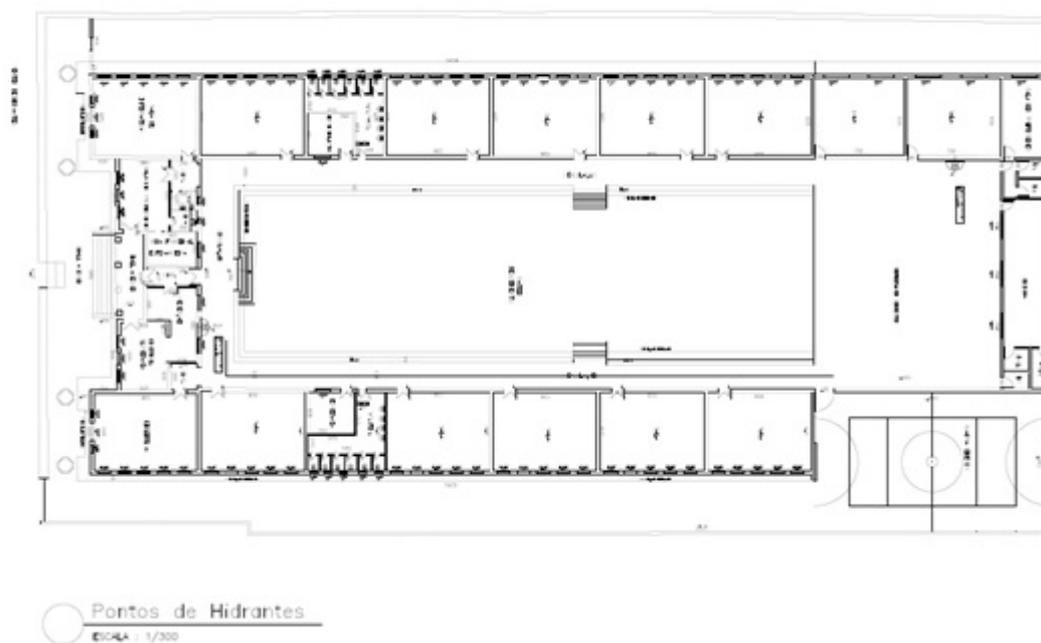


Figura 7: Pontos de Hidrantes

Fonte: Acervo do autor

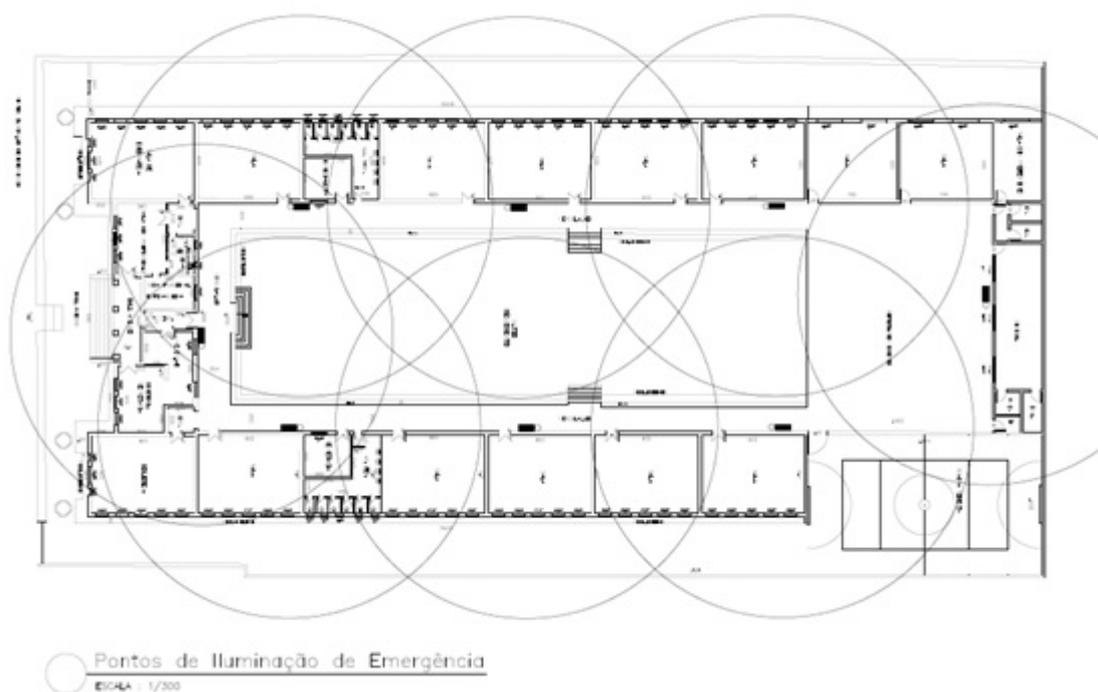


Figura 8: Pontos de Iluminação de Emergência

Fonte: Acervo do autor

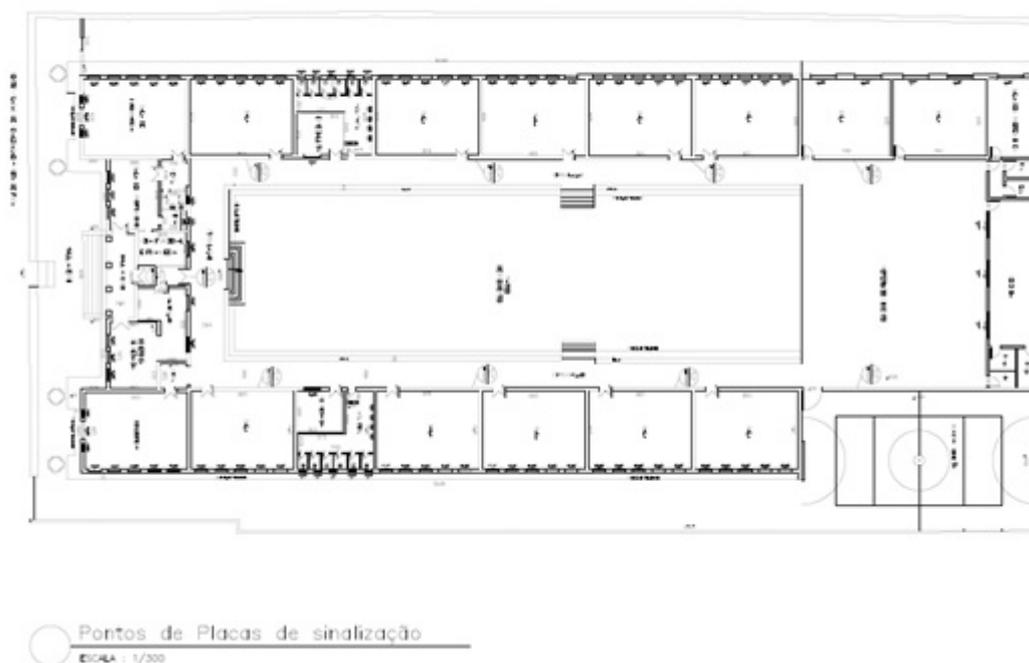


Figura 9: Pontos de Placa de Sinalização

Fonte: Acervo do autor

As adaptações sugeridas tem o cunho de melhorar o índice de segurança de uma edificação histórica, como a E.E. Princesa Isabel, visando a preservação do patrimônio histórico e cultural e das vidas das pessoas que ali transitam. Além disso, a realização das adaptações sugeridas neste estudo tende a melhorar o coeficiente de segurança exigido pelos bombeiros através da IT-35.

5 CONCLUSÃO

Buscou-se nesta pesquisa realizar um levantamento de dados sobre a segurança contra incêndios na E.E. Princesa Isabel, uma edificação tombada como patrimônio histórico e cultural. A classificação dos riscos e da necessidade de adequação aos fatores de segurança pode contribuir de forma eficaz para que acidentes sejam evitados ou a redução de prejuízos em caso de ocorrências.

Atingir um parâmetro mínimo de segurança, cumprindo a determinação para que a edificação seja segura, é o cumprimento de uma meta de prevenção de incêndio eficiente. O combate ao incêndio deve começar na sua prevenção, com a instalação de extintores, treinamento da equipe, instalação de luz de emergência e sinalização de saída de emergência pode trazer soluções simples que fazem a diferença.

Um incêndio em uma edificação histórica, como é a Escola Estadual Princesa Isabel pode trazer prejuízos diversos: de cunho patrimonial, financeiro, histórico e até a integridade física das pessoas que ali frequentam.

Por isso essa pesquisa buscou identificar os pontos de risco, a falta de estrutura de combate ao incêndio e pânico e se propôs a estabelecer um padrão de melhorias que pudessem elevar o coeficiente de segurança ao mínimo exigido pela instrução técnica 35 do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais.

O Engenheiro Civil tem papel preponderante nestas questões, pois através do seu trabalho pode identificar quais os riscos inerentes à edificação, à sua utilização e como solucionar tais problemas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13434-1: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico - Parte 1: Princípios de projeto.** Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13434-2: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico - Parte 2: Símbolos e suas formas, dimensões e cores.** Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13434-3: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Parte 3: requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15219: Plano de emergência contra incêndio - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.
- AZZI, Sílvia Gomes Pereira de Souza. **Diagnóstico de Acidentes no Trabalho Ocorridos na Indústria Química do Estado de Goiás S/A – IQUEGO.** Universidade Católica de Goiás, Sacramento, 2009.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. **Instrução Técnica 35 - Segurança Contra Incêndio em Edificações Históricas.** Minas Gerais.
- DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade.** São Paulo: Atlas, 1998.
- GOUVÊIA, A. M. C. Análise de risco de incêndio em sítios históricos. Brasília: IPHAN/Monumenta, 104 p. 2006
- GUILHERME, Luiz. **COPERGAS PAE – Plano de Ação de Emergência.** Pernambuco, 2015.
- MATTEDI, Domenica Loss. **Uma contribuição ao estudo do processo de projeto de segurança contra incêndio baseado em desempenho.** Dissertação de Mestrado, UFOP, MG, 2005.
- MENDES, Celina Milani Rodrigues Amorim. **Percepção do Risco de incêndio em Escolas Municipais de Campo Magro/PR.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2014.
- MENDES, Celina Amorim Percepção do risco de incêndios em escolas. Disponível em http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3803/1/CT_CEEST_XXVI_2014_05.pdf. Acesso em 06 maio 2017.
- ONO, R.; **Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos.** In: Ambiente Construído. v. 7, n. 1, p. 97-113. 2002.
- PEREIRA, António José de Sousa. **Avaliação Imobiliária e a sua relação com a Depreciação dos Edifícios.** Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013.

REGO, Flavio de Almeida. **Implantação de Um Plano de Emergência Em Uma Instituição de Ensino Pública: Uma Abordagem Centrada nos Usuários e nos Fatores que Afetam as Ações de Abandono.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2011

SANTOS, Josemar dos. Introdução à engenharia de Segurança. FSA- FAEMG- 2016. Disponível em <https://docente.ifsc.edu.br/felipe.camargo/MaterialDidatico/MECA%201%20-%20SEG.%20DO%20AMB.%20E%20DO%20TRAB./mapa%20de%20risco.pdf>. Acesso 06 mai 2017.