

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ANA BEATRIZ DA SILVA GAVIÃO
NATÁLIA CRISTINA DE AGUIAR MEIRA
PRISCILA COSTA AREDES DA SILVA CORRÊA**

**MODELO PRÁTICO DE PROTEÇÃO PASSIVA CONTRA FOGO EM
ESTRUTURAS METÁLICAS BASEADO NO MÉTODO EM
RESULTADOS DE ENSAIOS DA NBR - 14323**

VOLTA REDONDA

2017

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MODELO PRÁTICO DE PROTEÇÃO PASSIVA CONTRA FOGO EM
ESTRUTURAS METÁLICAS BASEADO NO MÉTODO EM
RESULTADOS DE ENSAIOS DA NBR - 14323**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do UniFOA como requisito de obtenção de título de Engenheiro Civil.

Alunos:

Ana Beatriz da Silva Gavião

Natália Cristina de Aguiar Meira

Priscila Costa Aredes da Silva Corrêa

Orientador:

Prof. M. Sc. Fernando Ottoboni Pinho

VOLTA REDONDA

2017

FOLHA DE APROVAÇÃO

Alunos:

Ana Beatriz da Silva Gavião
Natália Cristina de Aguiar Meira
Priscila Costa Aredes da Silva Corrêa

Título de Monografia:

Modelo Prático de Proteção Passiva contra Fogo em Estruturas Metálicas
baseado no Método em Resultados de Ensaios da NBR - 14323

Orientador:

Professor M. Sc. Fernando Ottoboni Pinho

Banca Examinadora:

Prof.

Prof.

Prof.

Dedicamos este trabalho às nossas famílias, aos amigos e colegas pelo apoio e dedicação em todos os momentos, tornando-nos pessoas melhores a cada dia, mostrando que o amor que nos une é incondicional e verdadeiro.

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre presente em nossas vidas, nos guiando e orientando no caminho do bem e da vitória pelo amor, dedicação e ensinamentos que temos como norte, e por nos abençoar com famílias maravilhosas.

Aos nossos familiares pelo incentivo, carinho e amor, que contribuem todos os dias para a formação do nosso caráter.

Aos professores e amigos do Curso de Engenharia Civil do UniFOA pela amizade e companheirismo neste agradável ambiente acadêmico.

E em especial ao Professor Fernando Ottoboni Pinho por toda dedicação, orientação e apoio no decorrer do trabalho acadêmico.

“Que os vossos empenhos desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

RESUMO

O fogo é uma fonte constante de calor, luz e proteção, porém quando não controlado pode causar grandes catástrofes. O Corpo de Bombeiros, por meio de Divisões Técnicas à frente de incidentes que envolvem o fogo nas edificações, atuam com medidas de segurança em busca de salvar vidas. Com a realização do presente estudo foi possível tratar de proteção passiva em estruturas metálicas, norteando-se pelas NBR's e legislações atuais. Grandes incêndios ocorreram no Brasil, onde centenas de vidas foram perdidas, os mais relevantes foram: o primeiro *Blow*, outubro de 1984 - Plataforma de Enchova, o segundo *BlowOut*, outubro de 1988 - Plataforma Central de Enchova, Incêndio em um supermercado de Minas, Boate Kiss, Santa Maria, (RS), dentre outros. Para tanto ao desenvolver esse estudo foi abordado os cuidados para se ter uma proteção passiva eficiente, elaborando roteiro prático de acordo com as legislações existentes. Esse sentido foi analisado os conceitos pertinentes à proteção passiva, classificando a edificação levando-se em consideração sua ocupação e carga de incêndio.

Palavras-chave: Incêndio; Proteção contra Incêndio; Fogo na Estrutura Metálica.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Histórico das principais ocorrências ou sinistros	14
2.1.1 O primeiro Blow, outubro de 1984 – Plataforma de Enchova	14
2.1.2 O segundo Blow, outubro de 1998 – Plataforma Central de Enchova	15
2.1.3 O Incêndio em um supermercado de Minas	16
2.1.4 Destruição da Fábrica Potência	17
2.1.5 Tragédia no Edifício Andraus – São Paulo - SP	18
2.1.6 Tragédia do incêndio do Edifício Joelma – São Paulo - SP	19
2.1.7 Incêndio nas Lojas Renner (RS)	20
2.1.8 Incêndio no Edifício Grande Avenida (SP)	21
2.1.9 Incêndio no Edifício Andorinhas (SP)	22
2.1.10 Show no Canecão Mineiro (MG)	23
2.1.11 Restaurante Filé Carioca (RJ)	24
2.1.12 Boate Kiss, Santa Maria, (RS)	25
3 CONCEITO	26
3.1 Proteção contra fogo nas edificações	26
3.1.1 Principais objetivos da segurança contra incêndio	27
3.2 Proteção Ativa	28
3.3 Proteção Passiva	28
3.4 Resistência ao Fogo	29
3.5 Cargas de incêndio	30
3.6 Exigências da Proteção Passiva na Estrutura Metálica	31
3.7 Classificações das edificações quanto à sua ocupação	32
3.8 Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo (TRRF)	33
3.9 Métodos de cálculo da proteção na estrutura metálica	33
3.10 Materiais	34
3.11 Massividade (Cálculo de H_p/A)	37
3.12 Carta de Cobertura	37
4 ESTUDO DE CASO	38
5 PROJETO DA PROTEÇÃO PASSIVA EDIFÍCIO COMERCIAL 8 PAVMENTOS	44

6 CONCLUSÃO	47
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – O primeiro <i>Blow</i> , outubro de 1984 - Plataforma de Enchova	15
Figura 02 – Segundo <i>Blow Out</i> , outubro de 1988 - Plataforma Central de Enchova	16
Figura 03 – Incêndio em um supermercado de Minas	17
Figura 04 – Major Osório, 1972	18
Figura 05 – Incêndio na Fábrica Potência – 1972.....	18
Figura 06 – Incêndio no Edifício Andraus – São Paulo – SP	19
Figura 07 – Incêndio no Edifício Joelma (SP)	20
Figura 08 – Incêndio no edifício das Lojas Renner, em Porto Alegre	21
Figura 09 – Incêndio no Edifício Grande Avenida (SP)	22
Figura 10 – Incêndio no Edifício Andorinhas (RJ)	23
Figura 11 – Show no Canecão Mineiro (MG)	24
Figura 12 – Restaurante Filé Carioca (RJ)	25
Figura 13 – Incêndio na Boate Kiss, Santa Maria, (RS)	26
Figura 14 – Proteção contra fogo nas edificações	27
Figura 15 – Resistência ao fogo.....	30
Figura 16 – Pinturas Intumescentes.....	35
Figura 17 – Placas e Mantas pré-fabricadas.....	36
Figura 18 – Revestimento projetados.....	37
Figura 19 – Modelo Carta Cobertura.....	38
Figura 20 – Planta de fachada	39
Figura 21 – Planta baixa vigamento el. 24000	40
Figura 22 – Planta baixa vigamento el. 3000 a 21000	40
Figura 23 – Lista de material para estimativa.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Valores das cargas de incêndio específicas.....	31
Quadro 2 – Exigências da Proteção Passiva na Estrutura Metálica.....	32
Quadro 3 – Classificação das edificações quanto a sua ocupação.....	32
Quadro 4 – Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF).....	33
Quadro 5 – Quadro de bitolas perfis	42

1 INTRODUÇÃO

O primeiro encontro do homem primitivo com o fogo ocorreu de forma natural ao observarem as árvores sendo atingidas por raios e testemunhando o fogo surgir sob jazidas de petróleo, ou originário das atividades vulcânicas. Com isso, aprendemos quais são as particularidades inerentes ao fogo: calor e luz, e a possibilidade de alguns elementos secos pegarem fogo, como a madeira, por exemplo.

A partir daí, o homem levou o fogo até sua habitação, utilizando-se de uma tocha com uma haste de madeira e alguns gravetos a labareda era levada até a caverna ou acampamento, onde o fogo poderia ser guardado indefinidamente, como uma fonte constante de calor, luz e proteção.

Para tanto, apesar dos benefícios, eles descobriram também a gravidade do fogo devido à impossibilidade de controlá-lo em certas situações, o que se denomina de “incêndios”.

De tudo que existe na natureza, sabe-se que fogo é uma força incalculável o qual precisa de controle, porém, quando não é possível, ocorrem danos e perdas irreparáveis. Para garantia da sobrevivência do homem, do meio ambiente e dos seus bens, busca-se o controle do fogo de modo a preservar o planeta de forma adequada.

É de extrema importância desenvolver estudos sobre o fogo e incêndios, elaborar normas e leis sobre edificações e áreas de risco, inspeção em sistemas de proteção contra incêndios, técnicas e táticas de combate a incêndios, atendimento de emergências com produtos perigosos, dentre outros.

Nesse sentido, pode-se afirmar que os órgãos públicos e a sociedade determinam que a preocupação com acidentes desse tipo deva ser contínua e ter fiscalização constante, uma vez que ocorrência de sinistros ocasiona prejuízos para toda sociedade.

Especialistas em incêndios ressaltam que para evitar sinistros é por meio de prevenção. Engenheiros, arquitetos e projetistas têm participação fundamental, uma vez que é no desenvolvimento de projetos arquitetônicos e de outros projetos resultantes, ainda são elaborados sem as precauções necessárias, ignorando a ciência da prevenção contra incêndios.

A prevenção e da segurança contra incêndio em edificações tem como meta que seja o mínimo de perda de vidas e da propriedade, sendo a concepção principal a segurança das pessoas. Ao ocorrer um incêndio torna-se necessário aplicar sanções econômicas, jurídicas e buscar os responsáveis pelo fato.

No Brasil existem inúmeras normas técnicas, instruções técnicas, legislações como decreto, decreto-lei, portaria, dentre outras, todas são relacionadas à segurança contra incêndios, sendo que muitas dessas normas utilizadas no País foram fundamentadas na National Fire Protection Association (NFPA) dos Estados Unidos, órgão de estudos e normatização de assuntos relacionados a incêndios (prevenção, proteção, combate, educação pública etc.) daquele País.

Para tanto, o presente estudo se justifica devido à falta de profissionais habilitados na proteção de incêndio das estruturas metálicas, pretende-se aprofundar estudos sobre o tema, para que possa abordar a variabilidade de resistência dos perfis mais utilizados nas estruturas metálicas sob ação de incêndios e com isso a necessidade destes profissionais na verificação e manutenção destes equipamentos.

Nesta pesquisa será apresentado um estudo sobre a proteção passiva nas estruturas metálicas, estrutura essa que vem ganhando cada vez mais espaço no setor da construção civil. Seu uso atualmente se encontra nas edificações de pequeno, médio e grande porte. Suas vantagens, quanto à facilidade de montagem e tempo, são indiscutíveis.

Este trabalho tem como objetivo:

- a) Abordar os cuidados que se deve ter para a proteção passiva da estrutura metálica caso ocorra altas temperaturas no caso de incêndio e exemplificar os principais conceitos pertinentes, (para a execução de projetos).
- b) Identificar as principais normas utilizadas na proteção passiva das estruturas;
- c) Elaborar um roteiro prático correlacionando os materiais e a mais adequada proteção passiva.

A metodologia utilizada neste trabalho será por meio de pesquisas bibliográficas quanto ao meio, utilizando-se de livros, monografias artigos *sites* eletrônicos periódicos e quanto aos fins, descritiva, buscando dados sobre Proteção Passiva contra Fogo em Estruturas Metálicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Históricos das Principais Ocorrências ou Sinistros

A ocorrência de fogo não controlada é extremamente perigosa para os seres vivos e as estruturas. A exposição a um incêndio pode produzir a morte e desmaio, devido à inalação dos gases, ou queimaduras graves posteriormente.

Neste capítulo será apresentado diversas ocorrências de incêndios no Brasil e como estes sinistros começaram.

2.2.1 O Primeiro *Blow*, outubro de 1984 – Plataforma de Enchova

Em 16 de agosto de 1984, por volta das três horas da madrugada, ocorreu a maior tragédia da história da Bacia de Campos a 82 km do litoral do Rio de Janeiro. Começou com uma erupção chamada *Blow Out* (golpe de bolsa de gás) num dos poços ligados à Plataforma Central de Enchova (PCE-1), operada pela empresa POZOS. Houve uma explosão seguida de um incêndio demorado que levou a desocupação do convés.

O *Blow Out* teve início no meio da madrugada, demonstrado na figura 1, quando trabalhadores detectaram que caía muita água sobre o módulo da cabeça do poço, que vinha da sonda. Em seguida houve uma explosão em grandes proporções que balançou a plataforma e deixou a produção descontrolada contribuindo com vazamento de gás. Percebeu-se que uma faísca causou grande incêndio.

Naquele momento nem os geradores e nem os alarmes de emergência funcionaram, ficando a plataforma totalmente apagada causando pânico em quem estava a bordo. A empreiteira Pozos Internacional tentou fechar o equipamento que vedava o poço em caso de *Blow Out*, mas no momento do serviço descobriram que o equipamento (*Blow-Out Preventer-BOP*), não estava em condições de operação.

O acidente ocasionou 37 vítimas fatais e 220 sobreviventes. A causa dos óbitos não foi a explosão nem o incêndio que se expandiu pelo convés, e sim um terrível acidente com uma das embarcações de repúdio (baleeira MACLAREN). A referida baleeira ao resgatar os trabalhadores teve o cabo preso e acabou caindo

de uma altura de 30 metros. Muitos trabalhadores morreram devido a queda e outros afogados.



Figura 1: O Primeiro *Blow*, outubro de 1984 - Plataformas de Enchova
Fonte: Portal G1

2.1.2 O segundo *BlowOut*, outubro de 1988 - Plataforma Central de Enchova

O segundo *BlowOut* ocorrido na Plataforma Central de Enchova -1 (PCE-1), em 24 de abril de 1988, resultou na destruição total do convés e da torre, causando um prejuízo de 500 milhões de dólares (Figura 2).

Neste acidente não houve vítimas fatais, apesar do incêndio ter sido combatido em um período de 30 dias, tendo sido extinto após a utilização de poços de alívio, *kickwells*, que é a técnica mais confiável para combate de *blowouts*. Isto quer dizer, os Poços Direcionais foram perfurados para atingir o poço com *blow out* em pontos pré-determinados e permitir a injeção dos fluidos e assim em 23 de maio cessou o incêndio.



Figura 2: Segundo BlowOut, outubro de 1988 -Plataforma Central de Enchova
Fonte: O Globo

2.1.3 Incêndio em um Supermercado de Minas

Na cidade de Montes Claros, no Bairro Cidade Nova, em Minas Gerais, um supermercado teve a estrutura danificada após um incêndio, onde o telhado desabou, vidros se quebraram e as paredes racharam, (Figura 3).

Os Bombeiros demoraram cerca de uma hora para conter as chamas, porém ninguém ficou ferido. A Polícia Militar, a Guarda Municipal e a Defesa Civil também auxiliaram nos trabalhos.

O tenente dos Bombeiros considerou o incêndio como sendo de grandes proporções e informou ainda que testemunhas contaram que o fogo deu início na parte administrativa, em um mezanino.

As duas viaturas, com capacidade para cinco mil e 10 mil litros tiveram que ser reequipadas. O supermercado é grande e havia muito material combustível, além disso, as portas estavam bloqueadas e foi necessário o uso de equipamentos hidráulicos para arrombá-las.

Uma equipe de Prevenção e Vistoria do Corpo de Bombeiros foi chamada para verificar e avaliar as condições de segurança do referido estabelecimento comercial. Segundo o tenente Luiz Fernando Marinho, na época foi consultada a situação do Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros, que é um documento que atesta que o local tem condições de funcionar, e que precisam ser renovados a cada cinco anos. A perícia da Polícia Civil também foi chamada para verificar as causas do incêndio.



Figura 3: Incêndio em um supermercado de Minas
Fonte: O Globo

2.1.4 Destruição da Fábrica Potência

O incêndio ocorrido em 1972 na Fábrica Potência, localizada no Distrito Industrial, de acordo com o depoimento do Major Osorio, (figura 4), em sua carreira militar que sem dúvida, esse foi o maior acontecimento relativo a incêndio já visto por ele.

Segundo o Major, o incêndio foi classificado de grandes proporções, em razão da perda total da indústria, a qual operava com material sintético e armazenava ainda no interior do prédio, materiais que contribuíram para aumentar o incêndio como lubrificantes, combustíveis, inflamáveis, dentre outros.

Ele afirma ainda que a intensidade do fogo foi enorme obrigando-os a usar água de piscinas de clubes ao redor. Ele olhava para aquelas estruturas de ferro retorcidas, ou que se retorciam ao fogo, pingando como lágrimas altamente incandescentes, o eu foi assustador sentir as temperaturas elevadíssimas. Confessa o Major que foi uma visão terrível (figura 5).



Figura 4: Major Osorio, 1972
Fonte: O Globo



Figura 5: Incêndio na Fábrica Potência – 1972
Fonte: G1

2.1.5 Tragédia no Edifício Andraus – São Paulo - SP

Em 1972, Edifício Andraus, localizado na Avenida São João região central da Cidade de São Paulo, foi palco de um incêndio de grandes proporções. Acredita-se que a causa tenha sido devido a uma sobrecarga no sistema elétrico que se espalhou pelo prédio chegando a causar

explosões que fizeram o edifício tremer, o fogo se alastro rapidamente, consumindo o prédio por completo (Figura 6).

O evento foi televisionado ao vivo e a população se chocou a visualizar cenas de pessoas se atirando do prédio. Os sobreviventes conseguiu chegar ao último andar do edifício e lá ficaram aguardando o resgate, enfim nessa tragédia, foram 16 mortos e 330 feridos.



Figura 6: Incêndio no Edifício Andraus – São Paulo – SP
Fonte: O Globo

2.1.6 Tragédia do incêndio do Edifício Joelma, São Paulo - SP

No dia 01/02/1974, às nove horas da manhã um curto circuito em um aparelho de ar-condicionado, no décimo segundo andar do Edifício Joelma, localizado nos fundos da Rua Santo Antonio, na lateral da Praça das Bandeiras com a Avenida Nove de Julho, número 225, em São Paulo, capital, deu-se início a um incêndio que se aumentou até o ultimo andar (25º) e o terraço, cuja cobertura era de madeira e amianto (Figura 7).

Esse incêndio se espalhou rapidamente pelos móveis de madeira, pisos acarpetados e forros internos de fibra sintética. Em pouco tempo, as escadas foram tomadas pelo fogo e pela fumaça, impedindo as pessoas de deixarem o prédio. Mais de 180 pessoas morreram no incêndio que despertou as discussões sobre segurança para prevenção e combate a incêndios.

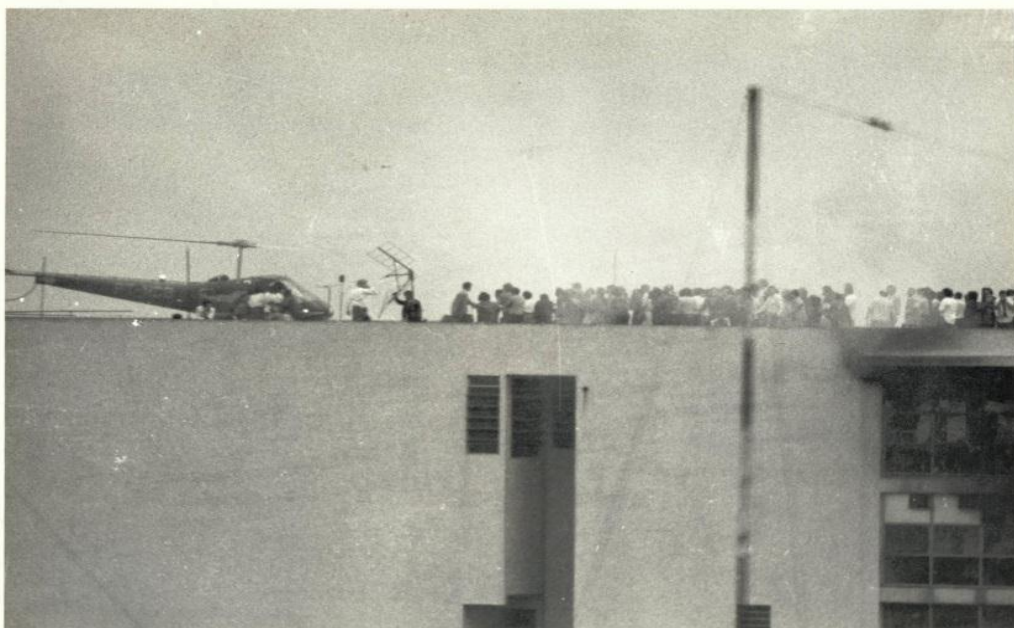


Figura 7: Incêndio no Edifício Joelma (SP)

Fonte: O Globo

2.1.7 Incêndio nas Lojas Renner (RS)

Na tarde de 27 de abril de 1976 aconteceu o incêndio no edifício das Lojas Renner, em Porto Alegre, parando a capital gaúcha, vitimando 41 pessoas e deixando mais de 60 feridas. Muitas vítimas se jogaram do prédio de sete andares, que não tinha sacada apropriada para resgate por helicópteros (figura 8).

A edificação possuía 25 andares, sendo 15 deles ocupados para escritórios e os demais por estacionamento aberto. O edifício não possuía escada de segurança, o que proporcionou uma fácil e rápida propagação vertical do incêndio. Não havia sistema de alarme manual ou automático, qualquer sinalização para 35 abandonos do local, sistema de acionamento de brigada interna e do Corpo de Bombeiros, entre outros.

O salvamento das vítimas foi dificultado devido a vários fatores como: a altura da edificação, a escada mecânica de 44m não foi suficiente para alcançar os 80m do Joelma. Algumas pessoas se jogaram do edifício na tentativa de agarrar a escada. O prédio não possuía heliporto, as pessoas subiam até a cobertura na tentativa de serem resgatadas pelos helicópteros, mas estes não conseguiam pousar na cobertura. Para escapar do calor, muitas pessoas se

jogaram do edifício, o que se tornou uma cena chocante para quem estava na rua.

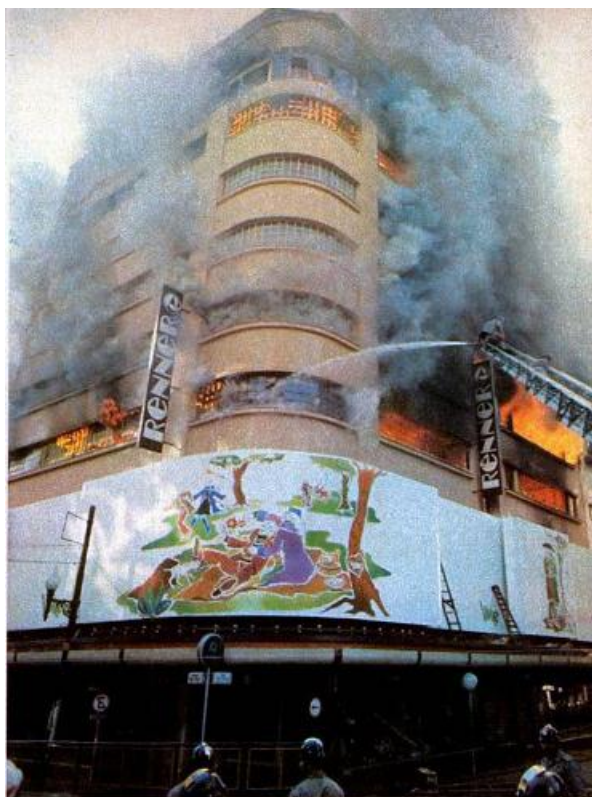


Figura 8: Incêndio no Edifício das Lojas Renner, em Porto Alegre
Fonte: Portal G1

2.1.8 Incêndio no Edifício Grande Avenida (SP)

Em 14 de fevereiro de 1981, o Edifício Grande (figura 9), Avenida localizado na Avenida Paulista, em São Paulo, pegou fogo, por ser um sábado de carnaval, evitou que houvesse mais vítimas. Apesar disso, provocou a morte de 17 pessoas e mais de 100 feriu-se. O prédio possuía vinte andares apenas os três últimos foram completamente destruídos.

A precariedade das instalações de segurança contribuiu para essa tragédia, abrindo discussões para novas leis de segurança contra incêndios, especialmente na região da Avenida Paulista.



Figura 9: Incêndio no Edifício Grande Avenida (SP)
Fonte: O Globo

2.1.9 Incêndio no Edifício Andorinhas (RJ)

No dia 17 de fevereiro de 1986, o Centro do Rio de Janeiro parou com o incêndio do Edifício Andorinha. Com a tragédia ocorrida no Edifício Andorinhas. No desespero, três pessoas pularam para a morte no prédio em chamas.

O número total de mortos, confirmado depois, foi de 21 pessoas e mais de 40 feridos. Quinze pessoas morreram quando tentaram alcançar o telhado, mas encontraram a porta fechada com cadeado e morreram asfixiadas no local.

O fogo deu início no nono andar de um dos escritórios da General Eletric do Brasil. Na época, os peritos concluíram que o mau contato na tomada existente no rodapé de uma sala provocou o aumento de temperatura, aquecendo o rodapé e o carpete. O laudo esclarecia também que o pouso de helicópteros no terraço foi dificultado pela existência de 16 antenas de televisão e uma torre de refrigeração.

O prédio, construído em 1934, (figura 10) ficava nas esquinas da Rua Almirante Barroso com Avenida Graça Aranha, e nos seus 13 andares e 624 salas passavam, diariamente, mais de 1.500 pessoas. Como a construção era antiga, não contava com áreas de escape e portas corta fogo. Apesar do grande

número de bombeiros que combateram as chamas, as más condições das mangueiras e da escada magirus, que não atingia os andares mais altos, agravaram a situação.



Figura 10: Incêndio no Edifício Andorinhas (RJ)
Fonte: O Globo

2.1.10 Show no Canecão Mineiro (MG)

Em 2001, um acidente com a queima de fogos no palco gerou um incêndio que matou sete pessoas e deixou mais de 300 feridos em Belo Horizonte. A casade show não tinha alvará para funcionamento e o proprietário, um produtor e dois músicos foram culpados. (Figura 11)



Figura 11: Incêndio no Canecão Mineiro (MG)

Fonte: Portal G1

2.1.11 Restaurante Filé Carioca (RJ)

Em 2011 uma explosão causada por cilindros de GLP irregulares que estavam localizados no térreo do edifício Riqueza no centro do Rio de Janeiro, onde funcionava o restaurante FILÉ CARIOCA, resultou na morte de três pessoas e deixaram outras 17 feridas (Figura 12). O restaurante estava irregular porque não possuía alvará de funcionamento autorizado da Prefeitura e, tão pouco, aprovação do Corpo de Bombeiros, que foi negada em agosto de 2010.

O CBMERJ negou, através de laudo, a solicitação de instalação de gás canalizado ou abastecimento por cilindros no edifício. Foram encontrados seis cilindros de 45 kg cada nos escombros e durante a vistoria, após o acidente, foi localizado um estoque de botijões armazenados em um quarto de 45 m² no subsolo do prédio, o que é proibido por lei.



Figura 12: Restaurante Filé Carioca (RJ)

Fonte: Portal G1

2.1.12 Boate Kiss, Santa Maria, (RS)

Foi a tragédia de maior impacto e número de vítimas fatais desde a criação das normas Federais e Estaduais relacionadas a segurança contra incêndio e pânico no Brasil. O incêndio em 2013 foi causado devido à utilização de material pirotécnico direcionado para o isolamento acústico, que era constituído de material altamente inflamável.

As chamas se alastraram rapidamente dando origem a uma grande quantidade de fumaça tóxica. A inexistência de sinalização e iluminação de emergência, a obstrução das saídas, que estavam em quantidade insuficientes e a deficiência na fiscalização pelas autoridades competentes, estão entre as principais causas do alto número de vítimas, com 242 mortos e mais de 630 pessoas feridas. O que reavivou a preocupação das autoridades em relação às normas existentes, no que se refere à segurança contra incêndio e pânico no Brasil.

Os resultados desse incidente de grande comoção nacional foram várias proposições de leis, principalmente no Estado do Rio Grande do Sul, mas, de uma forma geral, provocou o início de uma verdadeira revolução normativa em todo país, objetivando o aumento da prevenção e a proteção às pessoas, e o mais importante, para evitar que catástrofes iguais não voltem a se repetir (Figura 13).



Figura 13: Incêndio Boate Kiss (RS)

Fonte: O Globo

3 CONCEITOS

Para compreensão do presente estudo se faz necessário à erudição dos principais termos inerentes à segurança contra incêndio e pânico e acessibilidade, bem como, de alguns conceitos relacionados à Engenharia Civil, imprescindíveis para a elaboração do projeto de segurança constante no estudo de caso deste trabalho, como se segue:

3.1 Proteção Contra Fogo nas Edificações

Em decorrências dos perigosos derivados de uma situação de incêndio como analisado no tópico anterior, foram-se através de estudos criando medida de proteção das edificações. Afim de em um primeiro momento, possibilitar a fuga de seus ocupantes e em seguida garantir dentro do possível a proteção do patrimônio (figura 14).

No Brasil, fica a cargo no cargo do Corpo de Bombeiros, por meio de suas Divisões Técnicas, imprimir a força da lei nos assuntos que envolvam a segurança contra incêndio e pânico nas edificações.

O Corpo de Bombeiros se pauta através de sua legislação, o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP); e suas Legislações Complementares. Com isso, fica a sua função: analisar, vistorias e fiscalizar as edificações, assim com exigir todas as medidas que a seu critério se ache necessário a fim que garantir a segurança nessas edificações.

Essas medidas de proteção são divididas em proteção ativa e passiva. Selecionamos para esse trabalho a análise da proteção passiva em estruturas metálicas, vamos no decorrer do presente tópico entender mais sobre isso.

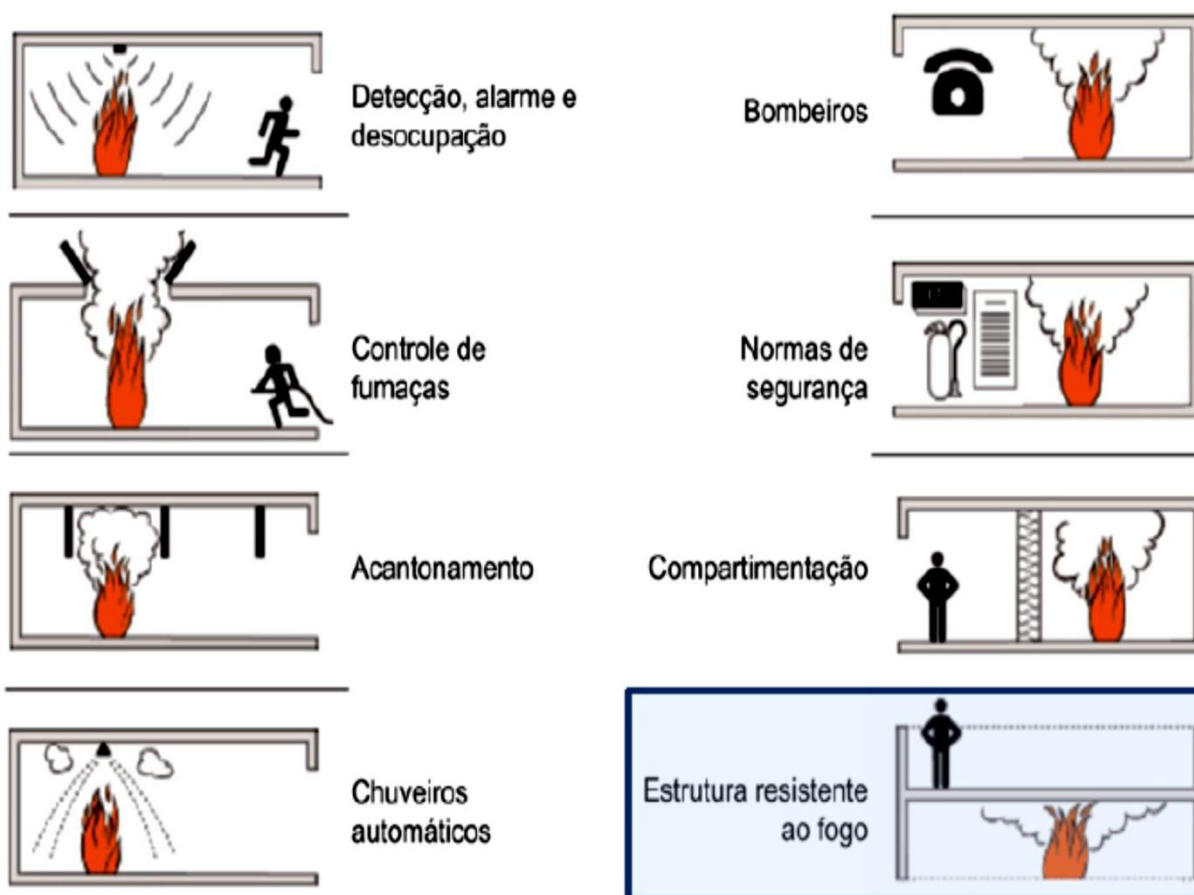


Figura 14: Proteção contra fogo nas edificações
Fonte: Metálica

3.1.1 Principais Objetivos da Segurança Contra Incêndio

Os principais objetivos da segurança contra incêndio são:

- Possibilitar a fuga dos ocupantes da edificação em condições de segurança, ou seja, proporcionar uma rota de fuga clara, objetiva e segura;

- Propiciar a segurança das operações de combate ao incêndio;
- Minimizar os danos a própria edificação e as edificações adjacentes.

3.2 Proteção Ativa

Proteção ativa é aquela que envolve a detecção, alarme e extinção do fogo de uma maneira automática ou manual; e que tem como maior objetivo garantir a segurança da vida das pessoas que se encontram no interior de um edifício, em face da ocorrência de um incêndio. São medidas a fim de prevenir a conflagração e propagação do incêndio, envolvendo todo o edifício, a proteção do conteúdo e a estrutura do edifício; possibilitando a fuga dos seus ocupantes e minimizando os danos materiais de um incêndio.

Alguns exemplos de proteções ativas contra incêndio:

- Extintores;
- Caixa de Incêndio ou Abrigo de Mangueiras;
- Alarme;
- Chuveiros Automáticos do tipo Sprinklers;
- Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (Para-raios).

3.3 Proteção Passiva

A proteção passiva pode ser compreendida como o composto de medidas, que independentemente da ocorrência do incêndio, cumpre a função de prevenção, controle do surgimento, do crescimento e do espalhamento do mesmo. Tais medidas garantem a resistência ao fogo dos elementos construtivos e inibir a propagação da fumaça nos ambientes, além de propiciar a fuga dos usuários, permitindo a aproximação e a entrada de bombeiros na edificação para o seguimento das ações de combate a incêndios.

Qualquer material que imprima função estrutural em uma edificação, seja ele concreto aço, ou madeira, devera sempre ter cuidado com sua capacidade de satisfazer sua função perante o fogo. Para isso, foram criadas normas específicas para tratar cada material de acordo com sua resistência natural e suas reações perante altas temperaturas oriundas de uma situação de incêndio.

No nosso trabalho analisaremos apenas a proteção passiva contra fogo em estruturas metálicas, ou seja, analisaremos as medidas que se devem tomar ao dimensionar estruturas metálicas a fim de garantir a segurança da edificação a determinado tempo estabelecido por norma, que analisaremos nos próximos tópicos.

3.4 Resistência ao Fogo

Entende-se por resistência ao fogo, a propriedade de um material de confirmar suas propriedades perante a exposição de cargas de calor por determinado tempo, sem perder a sua resistência inicial. (Figura 15)

O aço estrutural, apesar de sua robustez e característica de suportar elevadas cargas sobre os pilares, perde resistência a partir dos 500° C. Sendo que, temperatura crítica de um elemento de aço é a temperatura à qual não pode suportar com segurança a sua carga. Os códigos de construção e as práticas padrão de engenharia estrutural definem diferentes temperaturas críticas, dependendo das características de tipo de elemento, configuração, orientação e de carga estrutural.

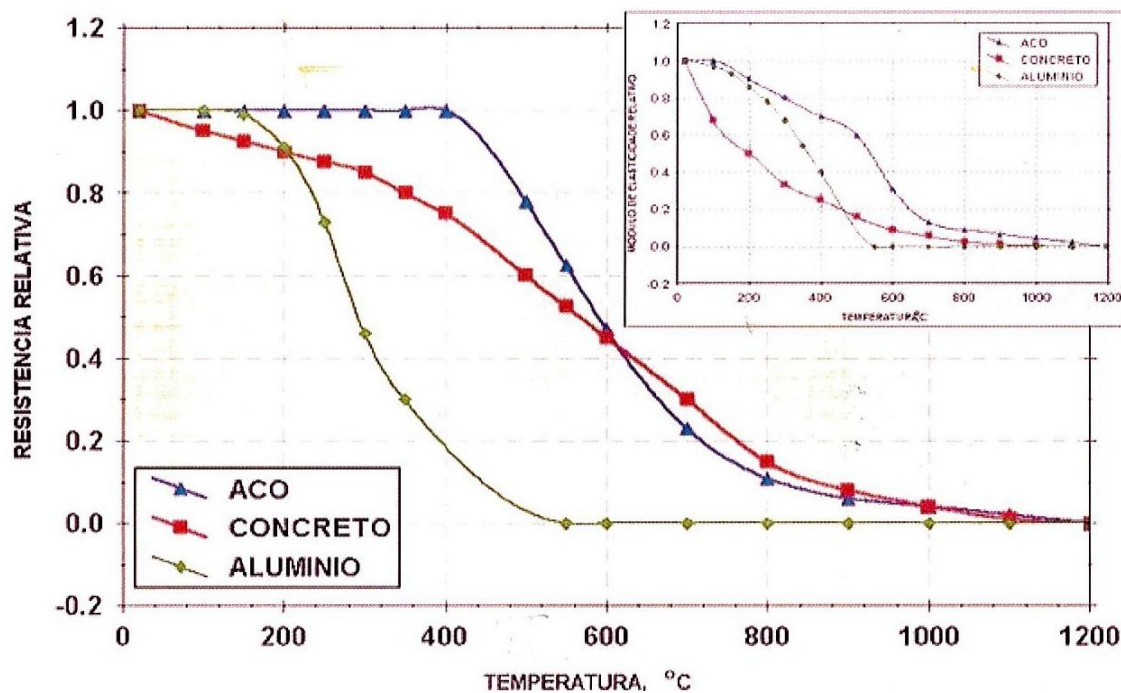


Figura 15: Resistência ao Fogo
Fonte: CBCA - 2017

3.5 Cargas de Incêndio

Nada mais é que o somatório das energias caloríficas provinda da combustão de todos os materiais contidos em um ambiente. É estabelecido em norma, NBR 14432, Anexo C, Quadro C.1, os valores de cargas de incêndios especificam para cada classificação de edificação, apresentada pela mesma norma. (Quadro 1).

Descrição	Carga de incêndio (q_n) MJ/m²
Residências	300
Hotéis	500
Comércio de automóveis	200
Livrarias	1000
Comércio de móveis	300
Comércio de produtos têxteis	400
Supermercados	300
Agências bancárias	300
Escritórios	700
Escolas	300
Bibliotecas	2000
Cinemas ou teatros	600
Igrejas	200
Hospitais	300
Indústria de materiais sintéticos ou plásticos	2000
Laboratórios químicos	600
Indústrias têxteis em geral	700
Indústrias metalúrgicas	200
Indústria de tintas e solventes	4000

Quadro 1: Valores das cargas de Incêndio específica

Fonte: NBR 14432 - 2000

Nota: A NBR 14432 apresenta quadro mais completo em Anexo C.

3.6 Exigências da Proteção Passiva na Estrutura Metálica

De acordo com a NBR 14432, anexo A, letra c e d, toda edificação de estrutura metálica deve ter suas estruturas protegidas contra fogo, sendo isentas apenas as edificações: (Quadro 2).

Ocupação	Área, m ²	Densidade de carga de incêndio, MJ/m ²	Altura, m	Equipamentos de proteção de incêndio
Qualquer	≤ 750	Qualquer	Qualquer	Mínimo por lei
Qualquer	≤ 1500	≤ 1000	≤ 2 pavimentos	Mínimo por lei
Estádios, aeroportos, estações ferroviárias	Qualquer	Qualquer	≤ 23 m	Mínimo por lei
Estacionamento aberto	Qualquer	Qualquer	≤ 30m	Mínimo por lei
Lojas	Qualquer	Incombustível	≤ 30m	Mínimo por lei
Qualquer	Qualquer	Qualquer	Térrea	Chuveiros
Qualquer	≤ 5000	Qualquer	Térrea	Duas fachadas para acesso dos bombeiros

Quadro 2: Exigências da Proteção Passiva na Estrutura Metálica
Fonte: NBR 14432 - 2000

Nota: A NBR 14432 apresenta quadro mais completo em Anexo A.

3.7 Classificações das Edificações Quanto à sua Ocupação

Quanto à utilização da proteção passiva as edificações são classificadas de acordo com a NBR 14432, de novembro 2000, Classificação das edificações quanto a sua ocupação – Quadro 3.

Na citada tabela se faz a classificação das edificações em grupos, de acordo com sua ocupação/uso, posteriormente dividimos a edificação em subgrupos de acordo com sua descrição de uso.

Grupo	Ocupação/uso	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitações unifamiliares	Casas térreas ou assombradas, isoladas ou não
		A-2	Habitações multifamiliares	Edifícios de apartamento em geral
		A-3	Habitações coletivas	Pensionatos, internatos, mosteiros, conventos, residenciais geriátricos
B	Serviços de hospedagem	B-1	Hotéis e assemelhados	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, albergues, casas de cômodos
		B-2	Hotéis residenciais	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, hotéis residenciais)

Quadro 3: Classificação das Edificações Quanto à sua Ocupação
Fonte: NBR 14432 - 2000

Nota: A NBR 14432 apresenta quadro mais completo em Anexo A.

3.8 Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo (TRRF)

Entende-se TRRF é o tempo mínimo definido pela NBR 14432, de novembro de 2000, Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimentos, no seu quadro 4 A.1, que a edificação deve manter suas capacidades estruturais perante as descargas de calor provenientes de um incêndio.

Esse tempo é definido de acordo com a classificação da edificação quanto à ocupação/uso, descrito no item anterior, profundidade do subsolo e altura da edificação (medida do nível da rua onde haverá a descarga do escape do prédio do piso ao último pavimento).

Grupo	Ocupação/uso	Divisão	Profundidade do subsolo		Altura da edificação				
			Classe S2 hs > 10 m	Classe S1 hs ≤ 10 m	Classe P1 h ≤ 6 m	Classe P2 6 m < h ≤ 12 m	Classe P3 12 m < h ≤ 23 m	Classe P4 23 m < h ≤ 30 m	Classe P5 h > 30 m
A	Residencial	A-1 a A-3	90	60 (30)	30	30	60	90	120
B	Serviços de hospedagem	B-1 e B-2	90	60	30	60 (30)	60	90	120
C	Comercial varejista	C-1 a C-3	90	60	60 (30)	60 (30)	60	90	120
D	Serviços profissionais, pessoais e técnicos	D-1 a D-3	90	60 (30)	30	60 (30)	60	90	120
E	Educacional e cultura física	E-1 a E-6	90	60 (30)	30	30	60	90	120

Quadro 4: Tempos requeridos de resistência ao fogo
Fonte: NBR 14432 - 2000

Nota: A NBR 14432 apresenta quadro mais completo em Anexo 3 A.1.

3.9 Métodos de Cálculo da proteção na Estrutura Metálica

Segundo a NBR 14323, o dimensionamento de uma estrutura em situação de incêndio pode ser feito por três métodos:

- a- Método baseado em resultados de ensaios - NBR-14323:** Os elementos estruturais e suas ligações podem ter sua resistência em situação de incêndio determinada a partir de resultados de ensaios, realizados em laboratório nacional ou estrangeiro;
- b- Método simplificado de dimensionamento - NBR-14323;** O método simplificado se baseia na curva de incêndio padrão e nas equações de

transferência de calor por convecção e radiação e considera um elemento estrutural individual situado no interior da edificação e distribuição uniforme da temperatura na seção transversal;

c- Métodos avançados de análise estrutural e térmica - NBR-14323:

São denominados métodos avançados aqueles que proporcionam uma análise realista da estrutura e do cenário do incêndio e podem ser usados para elementos estruturais individuais ou para estruturas completas. Eles devem ser baseados no comportamento físico fundamental, em análise térmica com princípios da teoria de transferência de calor, de modo a levar a uma aproximação confiável do comportamento esperado dos componentes da estrutura em situação de incêndio.

3.10 Materiais

Os materiais que podem dar uma proteção passiva desejável ao aço durante um incêndio devem ser um bom isolante térmico a altas temperaturas, bem como permitir que o sistema de proteção mantenha a integridade necessária durante a evolução do incêndio estando coeso e impedindo que o aço fique diretamente exposto ao calor.

Em termos ideais, um material que seja adequado para uma boa proteção deve apresentar como propriedades: baixa densidade, baixo coeficiente de condutibilidade térmica, alto conteúdo de umidade, baixo coeficiente de dilatação térmica e coesão. A NBR 14323/99 item 8.5.1.2 estabelece que a espessura dos materiais de proteção pode ser definidas por meio de ensaios ou de cálculo.(PINHO *et al.* 2008).

Segundo Rowlands, existem também as barreiras de proteção passiva que são produtos resistentes à ação do fogo que somadas às técnicas construtivas restringe o incêndio em seu lugar de origem para que não tome grandes proporções, procurando preservar a integridade estrutural do edifício.

Ainda segundo o engenheiro, esses materiais começaram a ser utilizados na década de 40 em navios de guerra. Nos anos 60 e 70 foram empregados nas usinas nucleares. No Brasil, também tiveram o mesmo destino, sendo utilizados

na Usina Nuclear Angra I, nos Módulos das Plataformas da Petrobrás, mas só à partir de 1994 esta tecnologia começa a ser conduzida à construção civil e industriais.

São vários os impedimentos de proteção passiva, assim como as indicações, sendo que para elementos estruturais existem três grupos:

- a- **Pinturas Intumescentes:** de base epóxica, quando evidenciada a altas temperaturas intumesce, ou seja, se amplia (10 vezes a espessura aplicada) podendo criar uma barreira de proteção (figura 16).



Figura 16: Pinturas Intumescentes
Fonte: Metálica - 2017

- b- **Placas e Mantas pré-fabricadas:** podendo ser formadas de gesso, lã de rocha ou fibra cerâmica. Consomem muita mão de obra e as peças a serem asiladas necessitam de preparação prévia para receber o produto. São recomendadas para locais de difícil entrada, que estão em uso e não podem ser desocupados (Figura 17).



Figura 17: Placas e Mantas pré-fabricadas
Fonte: CBCA - 2017

a- Revestimentos projetados - são produtos de fácil e rápida utilização e os mais econômicos (Figura 18). Estão divididos em dois grupos:

- Cimentitius, com alto índice de material ligante (mínimo de 80% de gesso ou cimento), o que lhe confere boas características mecânicas, tais como tenacidade à erosão sob corrente de ar; alta aderência ao substrato; alta resistência à compressão e à abrasão. Não possuem fibras minerais, amianto ou qualquer outro produto nocivo à saúde;
- Fibras projetadas, produtos compostos por fibras, geralmente lã de rocha, com baixo teor aglomerante (menor que 30% de escória), por esta razão apresentam características mecânicas muito piores as do Cimentitius.

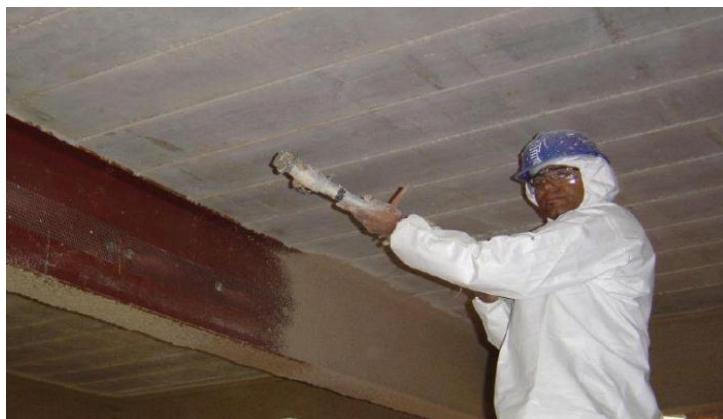


Figura 18: Revestimentos projetados
Fonte: CBCA - 2017

Recomenda-se que as barreiras de proteção estejam sempre associadas a um determinado tipo de proteção que se divide em classes de 30, 60, 90, 120 e 180 minutos. No decorrer destes períodos não pode haver passagem de chamas fumaça, além disso, a temperatura da face não exposta não pode ultrapassar, no caso de selagens de penetração, por exemplo, a 180°C, elementos de estruturas metálicas 550°C. Assim como os elementos estruturais de proteção passiva, as barreiras devem constar no projeto da edificação para que a união entre ambos seja tecnicamente adequada.

3.11 Massividade (Calculo de H_p / A)

No que perpetua o tema, massividade é a relação entre o perímetro do perfil metálico analisado e sua área, chamada forma de *Heat Perimeter*. Dessa expressão se obtém um numero, no qual posteriormente é comparado na carta de cobertura do material escolhido para ser utilizado para proteger o perfil.

Quanto maior o índice, do fator de massividade ou fator de forma (m^{-1}), gerado pela expressão, menos é a resistência desse perfil perante o fogo.

3.12 Carta de Cobertura

Planilha disponibilizada pelos fabricantes de materiais utilizados na proteção passiva contra o fogo, no qual de acordo com a massividade do material e o tempo de resistência ao fogo pretendida em projeto, encontramos a espessura necessária para proteção pelo tempo determinado. (Figura 19)

Hp/A até (m ⁻¹)	Espessura seca (mm) p/ resistência ao fogo de (min)					
	30	60	90	120	180	240
30						
40						
50						
60						
70						
80						
90						
100						
110						
120						
130						
140						
150						
160						
170						
180						
190						
200						
210						
220						

Figura 19: Modelo Carta de Cobertura

4 ESTUDO DE CASO

Foi utilizado o edifício apresentado no livro “Edifícios de Múltiplos Andares em Aço”, dos autores Ildony Helio Bellei, Fernando Ottoboni Pinho e Mauro Ottoboni Pinho o qual serviu como base para o desenvolvimento do presente estudo de caso.

O edifício em análise será utilizado para fins comerciais, é composto por 08 pavimentos, sendo 07 pavimentos tipos e uma cobertura demonstrada nas figuras 20, 21 e 22.

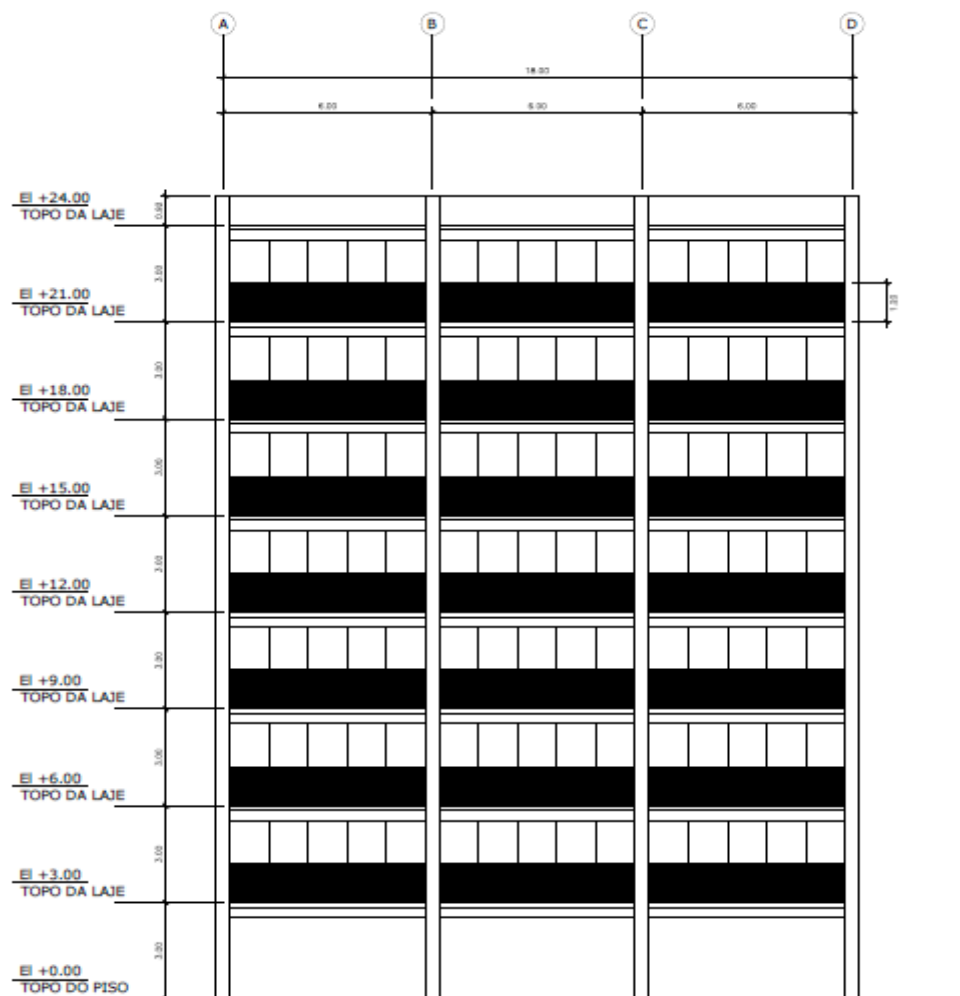


Figura 20: Planta fachada
Fonte: Livro Edifícios de Múltiplos Andares em Aço

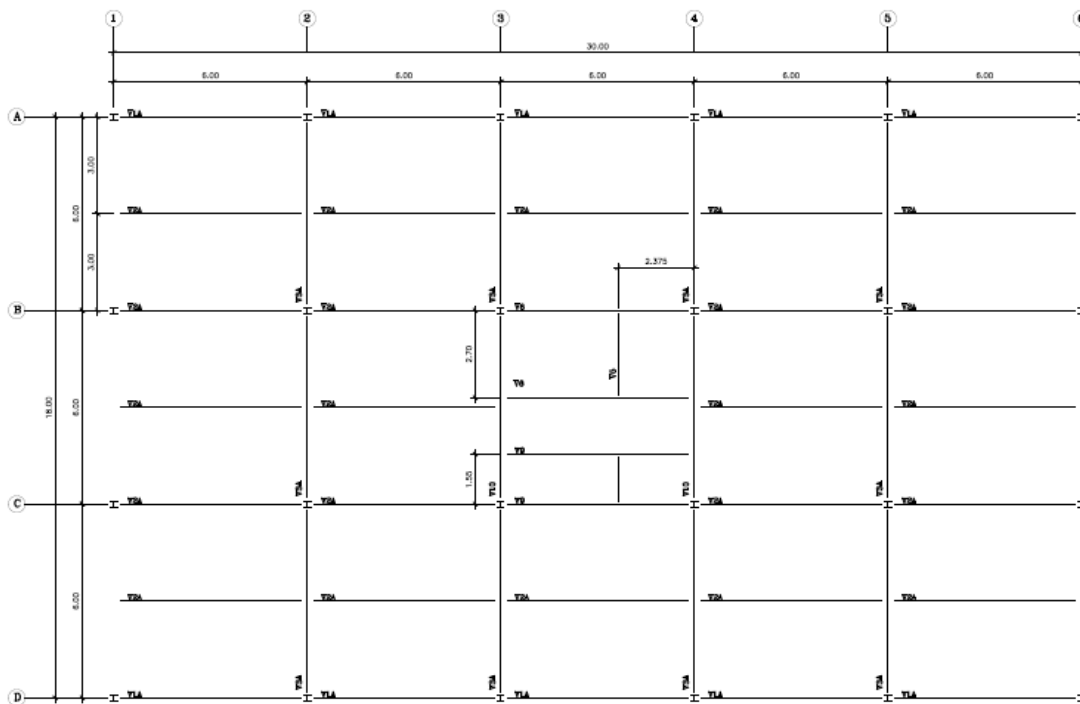


Figura 21: Planta baixa vigamento el. 24000
 Fonte: Livro Edifícios de Múltiplos Andares em Aço

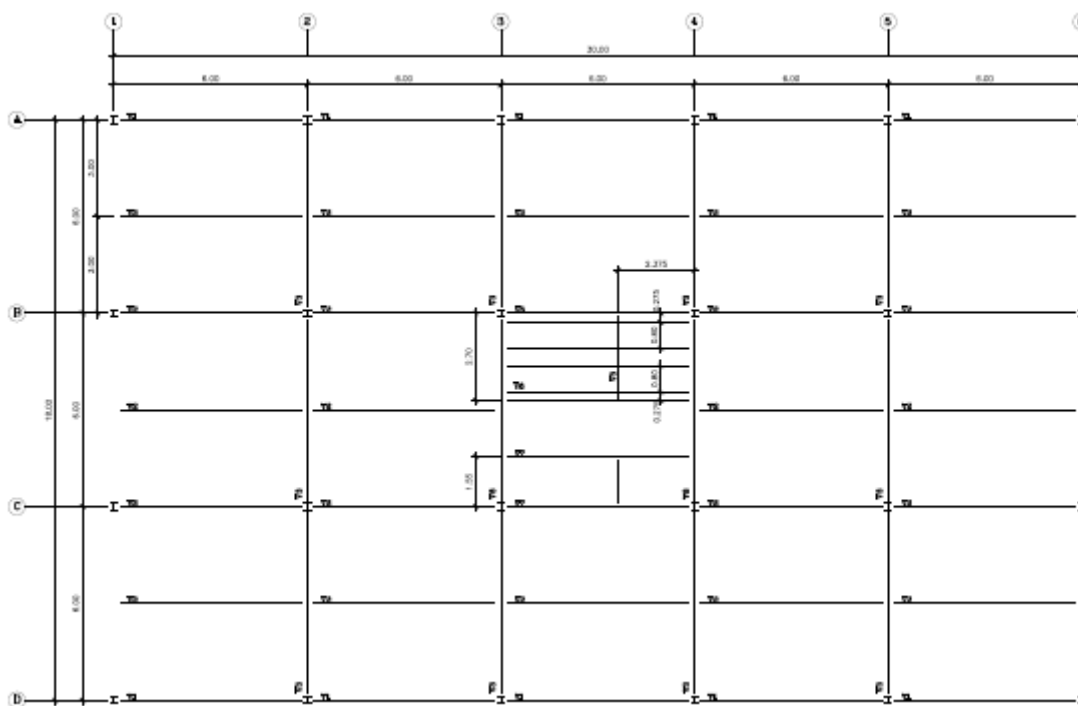


Figura 22: Planta baixa vigamento el. 3000 a 21000
 Fonte: Livro Edifícios de Múltiplos Andares em Aço

Para tal edifício, de acordo com os autores do livro em estudo, apresentam lista de material para estimativa, conforme figura 23, demonstrando vigas e colunas utilizadas.

Lista de material para estimativa

Item	Material	Peso kg/m	Compr. (mm)	Quantidade	Observações Aço: ASTM A572 G50 E.A.	Peso (kg)
1	HP 310X79,0	79,00	6326	4	Colunas A1, A6, D1 e D6 - 1º trecho	1999,0
2	HP 310X79,0	79,00	9000	4	Colunas A1, A6, D1 e D6 - 2º trecho	2844,0
3	HP 310X79,0	79,00	9700	4	Colunas A1, A6, D1 e D6 - 3º trecho	3065,2
4	HP 310X79,0	79,00	6326	8	Colunas A2 a A5, D2 a D5 - 1º trecho	3998,0
5	HP 310X79,0	79,00	9000	8	Colunas A2 a A5, D2 a D5 - 2º trecho	5688,0
6	HP 310X93,0	79,00	9700	8	Colunas A2 a A5, D2 a D5 - 3º trecho	6130,4
7	HP 310X93,0	93,00	6326	4	Colunas B1, B6, C1 e C6 - 1º trecho	2353,3
8	HP 310X93,0	93,00	9000	4	Colunas B1, B6, C1 e C6 - 2º trecho	3348,0
9	HP 310X79,0	79,00	9700	4	Colunas B1, B6, C1 e C6 - 3º trecho	3065,2
10	HP 310X79,0	79,00	6326	4	Colunas B2, B5,0 C2 e C5 - 1º trecho	1999,0
11	HP 310X79,0	79,00	9000	4	Colunas B2, B5,0 C2 e C5 - 2º trecho	2844,0
12	HP 310X79,0	79,00	8730	4	Colunas B2, B5,0 C2 e C5 - 3º trecho	2758,7
13	HP 310X93,0	93,00	6326	4	Colunas B3, B4, C3 e C4 - 1º trecho	2353,3
14	HP 310X79,0	79,00	9000	4	Colunas B3, B4, C3 e C4 - 2º trecho	2844,0
15	HP 310X79,0	79,00	11780	4	Colunas B3, B4, C3 e C4 - 3º trecho	3722,5
16	HP 310X21,0	21,00	6000	70	Vigas V1 - EL. 3000 A 21000	8820,0
17	W 460X68,0	68,00	6000	2	Vigas V10 - EL. 24000	816,0
18	W 410X46,1	46,10	6000	2	Vigas V11 - EL. 25520	553,2
19	W 460X52,0	52,00	6000	2	Vigas V12 - EL. 25520	624,0
20	W 310X21,0	21,00	6000	16	Vigas V1A - EL. 24000 e 27000	2016,0
21	W 310X32,7	32,70	6000	154	Vigas V2 - EL. 3000 A 21000	30214,8
22	W 310X32,7	32,70	6000	22	Vigas V2A - EL. 24000	4316,4
23	W 360X39,0	39,00	6000	70	Vigas V3 - EL. 3000 A 21000	16380,0
24	W 360X39,0	39,00	6000	12	Vigas V3A - EL. 24000 e 27000	2808,0
25	W 460X68,0	68,00	6000	42	Vigas V4 - EL. 3000 A 21000	17136,0
26	W 360X32,9	32,90	6000	6	Vigas V4A - EL. 24000	1184,4
27	W 200X19,3	19,30	4250	16	Vigas V5 - EL. 3000 A 24000	1312,4
28	W 360X39,0	39,00	6000	16	Vigas V6 - EL. 3000 A 24000	3744,0
29	W 360X39,0	39,00	6000	14	Vigas V7 - EL. 3000 A 24000	3276,0
30	W 460X60,0	60,00	6000	14	Vigas V8 - EL. 3000 A 24000	5040,0
31	W 360X39,0	39,00	6000	2	Vigas V9 - EL. 24000	468,0

Figura 23: Lista de Material para Estimativa
Fonte: Livro Edifícios de Múltiplos Andares em Aço

TABELA DE BITOLAS

BITOLA mm x kg/m	Massa Linear kg/m	d mm	b ₁ mm	ESPESSURA				d' mm	Área cm ²	EIXO X - X				EIXO Y - Y				r _t cm	l _t cm	ESBELTEZ		C _s cm ⁴	u m ² /m	BITOLA in x lb/ft
				t ₁ mm	t ₂ mm	t ₃ mm	t ₄ mm			I _x cm ⁴	W _x cm ³	r _x cm	Z _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³	r _y cm	Z _y cm ³			MESA -> b ₁ /2t ₁	ALMA -> d'/t ₁			
				mm	mm	mm	mm			cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³							
W 150 x 13,0	13,0	148	100	4,3	4,9	138	118	16,6	635	85,8	6,18	96,4	82	16,4	2,22	25,5	2,60	1,72	10,20	27,49	4,181	0,67	W 6 x 8,5	
W 150 x 18,0	18,0	153	102	5,8	7,1	139	119	23,4	939	122,8	6,34	139,4	126	24,7	2,32	38,5	2,69	4,34	7,18	20,48	6,683	0,69	W 6 x 12	
W 150 x 22,5 (H)	22,5	152	102	6,6	6,6	139	119	29,0	1229	161,7	6,51	179,6	387	50,9	3,65	77,9	4,10	4,75	11,52	20,48	20,417	0,88	W 6 x 15	
W 150 x 24,0	24,0	160	102	6,6	10,3	139	115	31,5	1384	173,0	6,63	197,6	183	35,9	2,41	55,8	2,73	11,08	4,95	17,48	10,206	0,69	W 6 x 16	
W 150 x 29,8 (H)	29,8	157	153	6,6	9,3	138	118	38,5	1739	221,5	6,72	247,5	556	72,6	3,80	110,8	4,18	10,95	8,23	17,94	30,277	0,90	W 6 x 20	
W 150 x 37,1 (H)	37,1	162	154	8,1	11,6	139	119	47,8	2244	277,0	6,85	313,5	707	91,8	3,84	140,4	4,22	20,58	6,64	14,67	39,930	0,91	W 6 x 25	
W 200 x 15,0	15,0	200	100	4,3	5,2	190	170	19,4	1305	130,5	8,20	147,9	87	17,4	2,12	27,3	2,55	2,05	9,62	39,44	8,222	0,77	W 8 x 10	
W 200 x 19,3	19,3	203	102	5,8	6,5	190	170	25,1	1686	166,1	8,19	190,6	116	22,7	2,14	35,9	2,59	4,02	7,85	29,31	11,098	0,79	W 8 x 13	
W 200 x 22,5	22,5	206	102	6,2	8,0	190	170	29,0	2029	197,0	8,37	225,5	142	27,9	2,22	43,9	2,63	6,18	6,38	27,42	13,868	0,79	W 8 x 15	
W 200 x 26,6	26,6	207	133	5,8	8,4	190	170	34,2	2611	252,3	8,73	282,3	330	49,6	3,10	76,3	3,54	7,65	7,92	29,34	32,477	0,92	W 8 x 18	
W 200 x 31,3	31,3	210	134	6,4	10,2	190	170	40,3	3168	301,7	8,86	338,6	410	61,2	3,19	94,0	3,60	12,59	6,57	26,50	40,822	0,93	W 8 x 21	
W 200 x 35,9 (H)	35,9	201	165	6,2	10,2	181	161	45,7	3437	342,0	8,67	379,2	764	92,6	4,09	141,0	4,50	14,51	8,09	25,90	69,502	1,03	W 8 x 24	
W 200 x 41,7 (H)	41,7	205	166	7,2	11,8	181	157	53,5	4114	401,4	8,77	448,6	901	108,5	4,10	165,7	4,53	23,19	7,03	21,86	83,948	1,04	W 8 x 28	
W 200 x 46,1 (H)	46,1	203	203	7,2	11,0	181	161	58,6	4543	447,6	8,81	495,3	1535	151,2	5,12	229,5	5,58	22,01	9,23	22,36	141,342	1,19	W 8 x 31	
W 200 x 52,0 (H)	52,0	206	204	7,9	12,6	181	157	66,9	5298	514,4	8,90	572,5	1784	174,9	5,16	265,8	5,61	33,34	8,10	19,85	166,710	1,19	W 8 x 35	
HP 200 x 53,0 (H)	53,0	204	207	11,3	11,3	181	161	68,1	4977	488,0	8,55	551,3	1673	161,7	4,96	248,6	5,57	31,93	9,16	14,28	155,075	1,20	HP 8 x 36	
W 200 x 59,0 (H)	59,0	210	205	9,1	14,2	182	158	76,0	6140	584,8	8,99	655,9	2041	199,1	5,18	303,0	5,64	47,69	7,22	17,32	195,418	1,20	W 8 x 40	
W 200 x 71,0 (H)	71,0	216	206	10,2	17,4	181	161	91,0	7660	709,2	9,17	803,2	2537	246,3	5,28	374,5	5,70	81,66	5,92	15,80	249,976	1,22	W 8 x 48	
W 200 x 86,0 (H)	86,0	222	209	13,0	20,6	181	157	110,9	9498	855,7	9,26	984,2	3139	300,4	5,32	458,7	5,77	142,19	5,07	12,06	317,844	1,23	W 8 x 58	
W 200 x 100,0 (H)*	100,0	229	210	14,5	23,7	182	158	127,1	11355	991,7	9,45	1152,2	3664	349,0	5,37	533,4	5,80	212,61	4,43	10,87	385,454	1,25	W 8 x 67	
W 250 x 17,9	17,9	251	101	4,8	5,3	240	220	23,1	2291	182,6	9,96	211,0	91	18,1	1,99	28,8	2,48	2,54	9,53	45,92	13,735	0,88	W 10 x 12	
W 250 x 22,3	22,3	254	102	5,8	6,9	240	220	28,9	2939	231,4	10,09	267,7	123	24,1	2,06	38,4	2,54	4,77	7,39	37,97	18,629	0,89	W 10 x 15	
W 250 x 25,3	25,3	257	102	6,1	8,4	240	220	32,6	3473	270,2	10,31	311,1	149	29,3	2,14	46,4	2,58	7,06	6,07	36,10	22,955	0,89	W 10 x 17	
W 250 x 28,4	28,4	260	102	6,4	10,0	240	220	36,6	4046	311,2	10,51	357,3	178	34,8	2,20	54,9	2,62	10,34	5,10	34,38	27,636	0,90	W 10 x 19	
W 250 x 32,7	32,7	258	146	6,1	9,1	240	220	42,1	4937	382,7	10,83	428,5	473	64,8	3,35	99,7	3,86	10,44	8,02	36,03	73,104	1,07	W 10 x 22	
W 250 x 38,5	38,5	262	147	6,6	11,2	240	220	49,6	6057	462,4	11,05	517,8	594	80,8	3,46	124,1	3,93	17,63	6,56	33,27	93,242	1,08	W 10 x 26	
W 250 x 44,8	44,8	266	148	7,6	13,0	240	220	57,6	7158	538,2	11,15	606,3	704	95,1	3,50	146,4	3,96	27,14	5,69	28,95	112,398	1,09	W 10 x 30	
HP 250 x 62,0 (H)	62,0	246	256	10,5	10,7	225	201	79,6	8728	709,6	10,47	790,5	2995	234,0	6,13	357,8	6,89	33,46	11,96	19,10	414,130	1,47	HP 10 x 42	
W 250 x 73,0 (H)	73,0	253	254	8,6	14,2	225	201	92,7	11257	899,9	11,02	983,3	3880	305,5	6,47	463,1	7,01	56,94	8,94	23,33	552,900	1,48	W 10 x 49	
W 250 x 80,0 (H)	80,0	256	255	9,4	15,6	225	201	101,9	12550	980,5	11,10	1088,7	4313	338,3	6,51	513,1	7,04	75,02	8,17	21,36	622,878	1,49	W 10 x 54	
HP 250 x 85,0 (H)	85,0	254	260	14,4	14,4	225	201	108,5	12280	966,9	10,84	1093,2	4225	325,0	6,24	499,6	7,00	82,07	9,03	13,97	605,403	1,50	HP 10 x 57	
W 250 x 89,0 (H)	89,0	260	256	10,7	17,3	225	201	113,9	14237	1095,1	11,18	1224,4	4841	378,2	6,52	574,3	7,06	102,81	7,40	18,82	712,351	1,50	W 10 x 60	
W 250 x 101,0 (H)	101,0	264	257	11,9	19,6	225	201	128,7	16352	1238,8	11,27	1395,0	5549	431,8	6,57	656,3	7,10	147,70	6,56	16,87	828,031	1,51	W 10 x 68	
W 250 x 115,0 (H)	115,0	269	259	13,5	22,1	225	201	146,1	18920	1406,7	11,38	1597,4	6405	494,6	6,62	752,7	7,16	212,00	5,86	14,87	975,265	1,53	W 10 x 77	
W 250 x 131,0 (H)*	131,0	275	261	15,4	25,1	225	193	167,8	22243	1617,7	11,51	1855,6	7448	570,7	6,66	870,7	7,21	321,06	5,20	12,52	1.161.225	1,54	W 10 x 88	
W 250 x 149,0 (H)*	149,0	282	263	17,3	28,4	225	193	190,5	28027	1845,9	11,69	2137,5	8624	655,8	6,73	1001,7	7,27	462,06	4,63	11,17	1.384.436	1,55	W 10 x 100	
W 250 x 167,0 (H)*	167,0	289	265	19,2	31,8	225	193	214,0	30110	2083,7	11,86	2435,3	9880	745,7	6,79	1140,2	7,33	644,95	4,17	10,07	1.631.156	1,57	W 10 x 112	
W 310 x 21,0	21,0	303	101	5,1	5,7	292	272	27,2	3776	249,2	11,77	291,9	98	19,5	1,90	31,4	2,42	3,27	8,86	53,25	21,628	0,98	W 12 x 14	
W 310 x 23,8	23,8	305	101	5,6	6,7	292	272	30,7	4346	285,0	11,89	333,2	116	22,9	1,94	36,9	2,45	4,65	7,54	48,50	25,594	0,99	W 12 x 16	
W 310 x 28,3	28,3	309	102	6,0	8,9	291	271	36,5	5500	356,0	12,28	412,0	158	31,0	2,08	49,4	2,55	8,14	5,73	45,20	35,441	1,00	W 12 x 19	
W 310 x 32,7	32,7	313	102	6,6	10,8	291	271	42,1	6570	419,8	12,49	485,3	192	37,6	2,13	59,8	2,58	12,91	4,72	41,12	43,612	1,00	W 12 x 22	
W 310 x 38,7	38,7	310	165	5,8	9,7	291	271	49,7	8581	553,6	13,14	615,4	727	88,1	3,82	134,9	4,38	13,20	8,51	46,66	163,728	1,25	W 12 x 26	
W 310 x 44,5	44,5	313	166	6,6	11,2	291	271	57,2	9997	638,8	13,22	712,8	855	103,0	3,87	158,0	4,41	19,90	7,41	41,00	194,433	1,26	W 12 x 30	
W 310 x 52,0	52,0	317	167	7,6	13,2	291	271	67,0	11909	751,4	13,33	842,5	1026	122,9	3,91	188,8	4,45	31,81	6,33	35,61	236,422	1,27	W 12 x 35	
HP 310 x 79,0 (H)	79,0	299	306	11,0	11,0	277	245	100,0	16316	1091,3	12,77	1210,1	5258	343,7	7,25	525,4	8,20	46,72	13,91	22,27	1.089.258	1,77	HP 12 x 53	
HP 310 x 93,0 (H)	93,0	303	308	13,1	13,1	277	245	119,2	19682	1299,1	12,85	1450,3	6387	414,7	7,32	635,5	8,26	77,33	11,76	18,69	1.340.320	1,78	HP 12 x 63	
W 310 x 97,0 (H)	97,0	308	305	9,9	15,4	277	245	123,6	22284	1447,0	13,43	1594,2	7286	477,8	7,68	725,0	8,38	92,12	9,90	24,77	1.558.682	1,79	W 12 x 65	
W 310 x 107,0 (H)	107,0	311	306	10,9	17,0	277	245	136,4	24839	1597,3	13,49	1768,2	8123	530,9	7,72	806,1	8,41	122,68	9,00	22,48	1.754.271	1,80	W 12 x 72	
HP 310x110,0 (H)	110,0	308	310	15,4	15,5	277	245	141,0	23703	1539,1	12,97	1730,6	7707	497,3	7,39	763,7	8,33	125,66	10					

Continuação

W310 x 202,0 (H)*	202,0	341	315	20,1	31,8	277	245	258,3	52030	3051,6	14,19	3513,7	16589	1053,2	8,01	1608,7	8,69	777,99	4,95	12,21	3.959.374	1,87	W 12 x 136
W360 x 32,9	32,9	349	127	5,8	8,5	332	308	42,1	8358	479,0	14,09	547,6	291	45,9	2,63	72,0	3,20	9,15	7,47	53,10	84.111	1,17	W 14 x 22
W360 x 39,0	39,0	353	128	6,5	10,7	332	308	50,2	10331	585,3	14,35	667,7	375	58,6	2,73	91,9	3,27	15,83	5,98	47,32	109.551	1,18	W 14 x 26
W360 x 44,6	44,6	352	171	6,9	9,8	332	308	57,7	12258	696,5	14,58	784,3	818	95,7	3,77	148,0	4,43	16,70	8,72	44,70	239.091	1,35	W 14 x 30
W360 x 51,0	51,0	355	171	7,2	11,6	332	308	64,8	14222	801,2	14,81	899,5	968	113,3	3,87	174,7	4,49	24,65	7,37	42,75	284.994	1,36	W 14 x 34
W360 x 58	58,0	358	172	7,9	13,1	332	308	72,5	16143	901,8	14,92	1014,8	1113	129,4	3,92	199,8	4,53	34,45	6,56	38,96	330.394	1,37	W 14 x 38
W360 x 64,0	64,0	347	203	7,7	13,5	320	288	81,7	17890	1031,1	14,80	1145,5	1885	185,7	4,80	284,5	5,44	44,57	7,52	37,40	523.362	1,46	W 14 x 43
W360 x 72,0	72,0	350	204	8,6	15,1	320	288	91,3	20169	1152,5	14,86	1285,9	2140	209,8	4,84	321,8	5,47	61,18	6,75	33,47	599.082	1,47	W 14 x 48
W360 x 79,0	79,0	354	205	9,4	16,8	320	288	101,2	22713	1283,2	14,98	1437,0	2416	236,7	4,89	361,9	5,51	82,41	6,10	30,68	685.701	1,48	W 14 x 53
W360 x 91,0 (H)	91,0	353	254	9,5	16,4	320	288	115,9	26755	1515,9	15,19	1680,1	4483	353,0	6,22	538,1	6,90	92,61	7,74	30,34	1.268.709	1,68	W 14 x 61
W360 x 101,0 (H)	101,0	357	255	10,5	18,3	320	288	129,5	30279	1696,3	15,29	1888,9	5063	397,1	6,25	606,1	6,93	128,47	6,97	27,28	1.450.410	1,68	W 14 x 68
W360 x 110,0 (H)	110,0	360	256	11,4	19,9	320	288	140,6	33155	1841,9	15,36	2059,3	5570	435,2	6,29	664,5	6,96	161,93	6,43	25,28	1.609.070	1,69	W 14 x 74
W360 x 122,0 (H)	122,0	363	257	13,0	21,7	320	288	155,3	36599	2016,5	15,35	2269,8	6147	478,4	6,29	732,4	6,98	212,70	5,92	22,12	1.787.806	1,70	W 14 x 82
W410 x 38,8	38,8	399	140	6,4	8,8	381	357	50,3	12777	640,5	15,94	736,8	404	57,7	2,83	90,9	3,49	11,69	7,95	55,84	153.190	1,32	W 16 x 26
W410 x 46,1	46,1	403	140	7,0	11,2	381	357	59,2	15690	778,7	16,27	891,1	514	73,4	2,95	115,2	3,55	20,06	6,25	50,94	196.571	1,33	W 16 x 31
W410 x 53,0	53,0	403	177	7,5	10,9	381	357	68,4	18734	929,7	16,55	1052,2	1009	114,0	3,84	176,9	4,56	23,38	8,12	47,63	387.194	1,48	W 16 x 36
W410 x 60,0	60,0	407	178	7,7	12,8	381	357	76,2	21707	1066,7	16,88	1201,5	1205	135,4	3,98	209,2	4,65	33,78	6,95	46,42	467.404	1,49	W 16 x 40
W410 x 67,0	67,0	410	179	8,8	14,4	381	357	86,3	24678	1203,8	16,91	1362,7	1379	154,1	4,00	239,0	4,67	48,11	6,22	40,59	538.546	1,50	W 16 x 45
W410 x 75,0	75,0	413	180	9,7	16,0	381	357	95,8	27616	1337,3	16,98	1518,6	1559	173,2	4,03	269,1	4,70	65,21	5,63	36,80	612.784	1,51	W 16 x 50
W410 x 85,0	85,0	417	181	10,9	18,2	381	357	108,6	31658	1518,4	17,07	1731,7	1804	199,3	4,08	310,4	4,74	94,48	4,97	32,72	715.165	1,52	W 16 x 57
W460 x 52,0	52,0	450	152	7,6	10,8	428	404	66,6	21370	949,8	17,91	1095,9	634	83,5	3,09	131,7	3,79	21,79	7,04	53,21	304.837	1,47	W 18 x 35
W460 x 60,0	60,0	455	153	8,0	13,3	428	404	76,2	25652	1127,6	18,35	1292,1	796	104,1	3,23	163,4	3,89	34,60	5,75	50,55	387.230	1,49	W 18 x 40
W460 x 68,0	68,0	459	154	9,1	15,4	428	404	87,6	29851	1300,7	18,46	1495,4	941	122,2	3,28	192,4	3,93	52,29	5,00	44,42	461.163	1,50	W 18 x 46
W460 x 74,0	74,0	457	190	9,0	14,5	428	404	94,9	33415	1462,4	18,77	1657,4	1661	174,8	4,18	271,3	4,93	52,97	6,55	44,89	811.417	1,64	W 18 x 50
W460 x 82,0	82,0	460	191	9,9	16,0	428	404	104,7	37157	1615,5	18,84	1836,4	1862	195,0	4,22	303,3	4,96	70,62	5,97	40,81	915.745	1,64	W 18 x 55
W460 x 89,0	89,0	463	192	10,5	17,7	428	404	114,1	41105	1775,6	18,98	2019,4	2093	218,0	4,28	339,0	5,01	92,49	5,42	38,44	1.035.073	1,65	W 18 x 60
W460 x 97,0	97,0	466	193	11,4	19,0	428	404	123,4	44658	1916,7	19,03	2187,4	2283	236,6	4,30	368,8	5,03	115,05	5,08	35,44	1.137.180	1,66	W 18 x 65
W460 x 106,0	106,0	469	194	12,6	20,6	428	404	135,1	48978	2088,6	19,04	2394,6	2515	259,3	4,32	405,7	5,05	148,19	4,71	32,05	1.260.063	1,67	W 18 x 71
W530 x 66,0	66,0	525	165	8,9	11,4	502	478	83,6	34971	1332,2	20,46	1558,0	857	103,9	3,20	166,0	4,02	31,52	7,24	53,73	562.854	1,67	W 21 x 44
W530 x 72,0	72,0	524	207	9,0	10,9	502	478	91,6	39969	1525,5	20,89	1755,9	1615	156,0	4,20	244,6	5,16	33,41	9,50	53,13	1.060.548	1,84	W 21 x 48
W530 x 74,0	74,0	529	166	9,7	13,6	502	478	95,1	40969	1548,9	20,76	1804,9	1041	125,5	3,31	200,1	4,10	47,39	6,10	49,26	888.558	1,68	W 21 x 50
W530 x 82,0	82,0	528	209	9,5	13,3	501	477	104,5	47569	1801,8	21,34	2058,5	2028	194,1	4,41	302,7	5,31	51,23	7,86	50,25	1.340.255	1,85	W 21 x 55
W530 x 85,0	85,0	535	166	10,3	16,5	502	478	107,7	48453	1811,3	21,21	2099,8	1263	152,2	3,42	241,6	4,17	72,93	5,03	46,41	845.463	1,69	W 21 x 57
W530 x 92,0	92,0	533	209	10,2	15,6	502	478	117,6	55157	2069,7	21,65	2359,8	2379	227,6	4,50	354,7	5,36	75,50	6,70	46,84	1.588.565	1,86	W 21 x 62
W530 x 101,0	101,0	537	210	10,9	17,4	502	470	130,0	62198	2316,5	21,87	2640,4	2893	256,5	4,55	400,6	5,40	106,04	6,03	43,14	1.812.734	1,86	W 21 x 68
W530 x 109,0	109,0	539	211	11,6	18,8	501	469	139,7	67226	2494,5	21,94	2847,0	2952	279,8	4,60	437,4	5,44	131,38	5,61	40,47	1.991.291	1,87	W 21 x 73
W530 x 123,0*	123,0	544	212	13,1	21,2	502	470	157,8	76577	2815,3	22,03	3228,1	3378	318,7	4,63	500,2	5,47	186,69	5,00	35,85	2.300.400	1,88	W 21 x 83
W530 x 138,0*	138,0	549	214	14,7	23,8	501	469	177,8	87079	3172,3	22,13	3653,3	3904	364,8	4,69	574,5	5,53	262,76	4,50	31,93	2.680.751	1,90	W 21 x 93
W610 x 82,0	82,0	599	178	10,0	12,8	573	541	105,1	56628	1890,8	23,21	2219,9	1210	135,9	3,39	219,0	4,29	51,82	6,95	54,14	1.033.595	1,86	W 24 x 55
W610 x 92,0	92,0	603	179	10,9	15,0	573	541	118,4	65277	2165,1	23,48	2535,8	1442	161,1	3,49	259,3	4,37	74,73	5,97	49,63	1.239.349	1,87	W 24 x 62
W610 x 101,0	101,0	603	228	10,5	14,9	573	541	130,3	77003	2554,0	24,31	2922,7	2951	258,8	4,76	405,0	5,76	81,68	7,65	51,54	2.544.966	2,07	W 24 x 68
W610 x 113,0	113,0	608	228	11,2	17,3	573	541	145,3	88196	2901,2	24,64	3312,9	3426	300,5	4,86	469,7	5,82	116,50	6,59	48,34	2.981.078	2,08	W 24 x 76
W610 x 125,0	125,0	612	229	11,9	19,6	573	541	160,1	99184	3241,3	24,89	3697,3	3933	343,5	4,96	536,3	5,89	159,50	5,84	45,45	3.441.766	2,09	W 24 x 84
W610 x 140,0	140,0	617	230	13,1	22,2	573	541	179,3	112619	3650,5	25,06	4173,1	4515	392,6	5,02	614,0	5,94	225,01	5,18	41,27	3.981.687	2,10	W 24 x 94
W610 x 153,0*	153,0	623	229	14,0	24,9	573	541	196,5	125783	4038,0	25,30	4622,7	4999	436,6	5,04	683,3	5,94	303,29	4,60	38,66	4.456.995	2,11	W 24 x 103
W610 x 155,0	155,0	611	324	12,7	19,0	573	541	198,1	129583	4241,7	25,58	4749,1	10783	665,6	7,38	1022,6	8,53	200,77	8,53	42,60	9.436.714	2,47	W 24 x 104
W610 x 174,0	174,0	616	325	14,0	21,6	573	541	222,8	147754	4797,2	25,75	5383,3	12374	761,5	7,45	1171,1	8,58	286,88	7,52	38,63	10.915.665	2,48	W 24 x 117
W610 x 195,0	195,0	622	327	15,4	24,4	573	541	250,1	168484	5417,5	25,96	6095,4	14240	870,9	7,55	1341,0	8,66	405,29	6,70	35,14	12.695.302	2,49	W 24 x 131
W610 x 217,0	217,0	628	328	16,5	27,7	573	541	278,4	191395	6095,4	26,22	6868,8	16316	994,9	7,66	1531,6	8,73	570,21	5,92	32,76	14.676.643	2,51	W 24 x 146

Quadro 5: Bitolas Perfis

Fonte: Gerdau

5 PROJETO DA PROTEÇÃO PASSIVA EDIFÍCIO COMERCIAL 8 PAVIMENTOS

Examinando as características que compõem a referida edificação, com base principalmente no que diz respeito à utilização e altura da mesma, classificaremos sob o que perpetua a NBR-14432, de novembro de 2000, Tabela B1, onde enquadramos a edificação no Grupo C – Centros Comerciais; e Tabela A1, onde fica definida a necessidade de 60 minutos de proteção da estrutura, visto que esta apresenta altura de 21 m (medido do nível da rua até o piso da última laje), ou seja, Classe P3.

De acordo com as planilhas a seguir, utilizando como base as informações disponíveis na tabela de perfis do fabricante (Quadro 5 – Bitolas Perfis), chega aos valores de massividade (Hp/A) de cada perfil.

EDIFÍCIO COMERCIAL DE 8 PAVIMENTOS															
PROTEÇÃO DAS VIGAS															
Identificação Projeto	Perfil Laminado PS d x b x tfs/tfi x tw	Alma d mm	Flange Sup tw mm	Flange Inf. bfs mm	Flange Inf. tfs mm	Flange Inf. bfi mm	Flange Inf. tfi mm	Área Perfil cm ²	Hp Prot. m	Hp/A m ⁻¹	Quantidade No. Comp	Área Prot m ²	Fogo Min. min.	Espessura Proteção mm	
															MONOKOTE MK-6
	VIGAS (60min)														
V1	W 310X21,0	303	5,1	101	5,7	101	5,7	26,4	0,90	341	70	6,0	377,5	60	26
V1A	W310X21,0	303	5,1	101	5,7	101	5,7	26,4	0,90	341	16	6,0	86,3	60	26
V2	W 310X32,7	313	6,6	102	10,8	102	10,8	41,3	0,92	223	154	6,0	849,0	60	22
V2A	W 310X32,7	313	6,6	102	10,8	102	10,8	41,3	0,92	223	22	6,0	121,3	60	22
V3	W 360X39,0	353	6,5	128	10,7	128	10,7	48,9	1,08	220	70	6,0	452,3	60	22
V3A	W 360X39,0	353	6,5	128	10,7	128	10,7	48,9	1,08	220	12	6,0	77,5	60	22
V4	W 460X68,0	459	9,1	154	15,4	154	15,4	86,4	1,36	158	42	6,0	343,2	60	18
V4A	W 360X32,9	349	5,8	127	8,5	127	8,5	40,8	1,07	261	6	6,0	38,4	60	24
V5	W 200X19,3	203	5,8	102	6,5	102	6,5	24,3	0,70	288	16	4,3	47,6	60	24
V6	W 360X39,9	353	6,5	128	10,7	128	10,7	48,9	1,08	220	16	6,0	103,4	60	22
V7	W 360X39,0	332	6,5	128	10,7	128	10,7	47,6	1,04	218	14	6,0	86,9	60	20
V8	W 460X60,0	455	8	153	13,3	153	13,3	75,0	1,35	180	14	6,0	113,7	60	20
V9	W 360X39,0	353	6,5	128	10,7	128	10,7	48,9	1,08	220	2	6,0	12,9	60	22
V10	W 460X68,0	459	9,1	154	15,4	154	15,4	86,4	1,36	158	2	6,0	16,3	60	18
V11	W 410X46,1	403	7	140	11,2	140	11,2	58,0	1,21	209	2	6,0	14,5	60	20
V12	W 460X52,0	450	7,6	152	10,8	152	10,8	65,4	1,34	205	2	6,0	16,1	60	20
												Área de Proteção	2757	m ²	
												Volume de Proteção	60,78	m ³	

Fonte: Elaborada pelas autoras.

Identificação Projeto		Perfil Laminado PS	Alma		Flange Sup.		Flange Inf.		Área	Hp	Hp/A	Quantidade		Área	Fogo	Espessura
Ident.	Localção	d x b x tfs/tfi x tw	d	tw	bfs	tfs	bfi	tfi	cm ²	m	m ⁻¹	No.	Comp	Prot	Min.	Proteção
			mm	mm	mm	mm	mm	mm				m	m	m ²	min.	mm
MONOKOTE MK-6																
Colunas (60min)																
A1, A6, D1 E D6	1 TRECHO	HP 310X79,0	299	11	306	11	306	11	97,8	1,80	184	4	6,3	45,5	60	20
A1, A6, D1 E D6	2 TRECHO	HP 310X79,0	299	11	306	11	306	11	97,8	1,80	184	4	9,0	64,8	60	20
A1, A6, D1, E D6	3 TRECHO	HP 310X79,0	299	11	306	11	306	11	97,8	1,80	184	4	9,7	69,8	60	20
A2 A A5, D2 A D5	1 TRECHO	HP 310X79,0	299	11	306	11	306	11	97,8	1,80	184	8	6,3	91,1	60	20
A2 A A5, D2 A D5	2 TRECHO	HP 310X79,0	299	11	306	11	306	11	97,8	1,80	184	8	9,0	129,6	60	20
A2 A A5, D2 A D5	3 TRECHO	HP 310X79,0	299	11	306	11	306	11	97,8	1,80	184	8	9,7	139,7	60	20
B1, B6, C1 E C6	1 TRECHO	HP 310X93,0	303	13	308	13,1	308	13	117,0	1,81	155	4	6,3	45,7	60	18
B1, B6, C1 E C6	2 TRECHO	HP 310X93,0	303	13	308	13,1	308	13	117,0	1,81	155	4	9,0	65,2	60	18
B1, B6, C1 E C6	3 TRECHO	HP 310X79,0	299	11	306	11	306	11	97,8	1,80	184	4	9,7	69,8	60	20
B2, B5, C2 E C5	1 TRECHO	HP 310X79,0	299	11	306	11	306	11	97,8	1,80	184	4	6,3	45,4	60	20
B2, B5, C2 E C5	2 TRECHO	HP 310X79,0	299	11	306	11	306	11	97,8	1,80	184	4	9,0	64,8	60	20
B2, B5, C2 E C5	3 TRECHO	HP 310X79,0	299	11	306	11	306	11	97,8	1,80	184	4	8,7	62,6	60	20
B3, B4, C3 E C4	1 TRECHO	HP 310X93,0	303	13	308	13,1	308	13	117,0	1,81	155	4	6,3	45,7	60	18
B3, B4, C3 E C4	2 TRECHO	HP 310X79,0	299	11	306	11	306	11	97,8	1,80	184	4	9,0	64,8	60	20
B3, B4, C3 E C4	3 TRECHO	HP 310X79,0	299	11	306	11	306	11	97,8	1,80	184	4	11,8	84,8	60	20
													Área de Proteção	1089	m ²	
													Volume de Proteção	21,47	m ³	

Fonte: Elaborada pelas autoras.

Definida a massividade dos perfis, encontra na carta de cobertura do material escolhido, nesse caso, a espessura do material, afim de proporcional a resistência da estrutura ao tempo determinado por norma.

Hp/A até [m ⁻¹]	MONOKOTE MK-6 - Espessura seca (mm) p/ resistência ao fogo de (min)					
	30	60	90	120	180	240
30	10	10	10	10	16	26
40	10	10	10	14	20	26
50	10	10	12	16	24	26
60	10	10	14	18	28	36
70	10	10	16	22	32	46
80	10	12	18	24	34	52
90	10	12	18	26	38	56
100	10	14	20	26	40	60
110	10	14	22	28	42	64
120	10	16	22	30	46	68
130	10	16	24	32	48	70
140	10	16	26	34	50	
150	10	18	26	34	52	
160	10	18	28	36	54	
170	10	18	28	38	56	
180	10	20	28	38	58	
190	10	20	30	40	60	
200	10	20	30	40	62	
210	10	20	32	42	62	
220	10	22	32	42	64	
230	10	22	32	44	66	
240	12	22	34	44		
250	12	22	34	46		
260	12	24	34	46		
270	12	24	36	48		
280	12	24	36	48		
290	12	24	36	48		
300	12	24	36	50		
310	12	24	38	50		
320	12	26	38	52		
330	12	26	38			
340	12	26	38			
350	12	26	38			
360	12	26	38			
370	12	26	38			
380	12	26	38			
390	12	26	38			
400	12	26	38			

6 CONCLUSÃO

Com o presente trabalho, objetivou-se abordar os cuidados que se deve ter para a proteção passiva da estrutura metálica no caso de incêndio assim como reconhecer as principais normas utilizadas na proteção passiva das estruturas.

A Engenharia Civil é imprescindível para a elaboração de projeto de segurança em busca de proteção contra fogo nas edificações. Além disso, o Corpo de Bombeiros por meio de sua legislação é responsável pelas vistorias e fiscalização das edificações, exigindo medidas de segurança.

Seguindo todos os procedimentos que o Corpo de Bombeiros requer todos irão se sentir mais seguros e desenvolverão melhor o seu trabalho. Em hipótese alguma pode ocorrer negligência no planejamento. A proteção do patrimônio, por sua vez, é relativa e normalmente determinada segundo uma conjunção de interesses de ordem econômica.

Na busca de gerar maior segurança para suas construções e para os que dela usufruem, o homem vem desenvolvendo medidas e normas, a fim de se desenvolver edificações com alto grau de estabilidade e segurança. Pode-se afirmar que com os grandes incidentes de incêndios ocorre um aprendizado, o que contribui para que outros incêndios não aconteçam pelos mesmos motivos.

Para tanto, toda estrutura, seja ela, de concreto, madeira ou metálica, necessita de cuidados específicos, o que assegurará sua resistência ao tempo determinado seguro a sua desocupação em caso de incêndio. Porém, a estrutura metálica, sendo uma de suas características “o aço” contribui para perder resistência mais rápida a altas temperaturas em um tempo relativamente menor ao concreto, necessitando assim de um projeto complementar de proteção de seus perfis e vigas a ação do fogo.

Com a realização do presente estudo, observou-se que a segurança ao fogo no Brasil vem se moldando ao longo dos anos, sempre se desenvolvendo e ampliando suas normas e legislações. Apesar disso, quanto se trata de proteção passiva, ficou claro, que é um assunto relativamente novo no País, com poucos dados para pesquisa e aprendizado. Essa ausência de conteúdo resultou em uma mistificação do assunto, o que não se justifica.

Quanto ao projeto de proteção passiva de estruturas metálicas, por se tratar de um projeto complementar, deve se adequar aos produtos de mercado.

Sua formulação é apenas gerenciada informações pertinentes já desenvolvidas pelo Engenheiro Calculista da estrutura.

Para tal, fica evidente que para desenvolver um projeto de proteção passiva de uma determinada edificação, o próprio Engenheiro que calculou a estrutura.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14323**. Dimensionamento de estruturas de aço e de estruturas mistas aço-concreto de edifícios em situação de incêndio. Disponível em < <https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/fuego/nbr-14323-ago2003-completa.pdf>. Acesso de 10 de Abr. de 2017.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14432**. Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento. Disponível em < <file:///C:/Users/Jorge/Downloads/NBR+14432+-+Exig%C3%A0ncias+de+resist%C3%A0ncia+ao+fogo+de+elementos+.pdf>). Acesso de 12 de Abr. de 2017.

BELLEI, Ildony H; **PINHO**, Fernando O.; **PINHO**, Mauro O; **Edifícios de Múltiplos Andares em Aço**, Editora Pini LTDA, 2008

CARNACIALI, Carlos Celso; Estrutura Metálica na Prática

CHAMBERLAN, Zacarias; **FICANHA**, Ricardo; **FABEANE**, Ricardo: **Projeto e Cálculo de Estrutura de Aço**

LYN, J. Revista incêndio 2017; **Sistema de Proteção Passiva**
<http://revistaincendio.com.br/sistemas-de-protecao-passiva/> (acesso em 07/03/2017)

ROWLANDS, David D. Empresa Sistema Comércio e Assessoria Técnica Ltda; **Barreiras De Proteção Passiva Contra Fogo Em Estrutura Metálica**

Metálica

<http://www.o.metallica.com.br/protecao-passiva-contra-fogo-em-estruturas-metallicas> (**acesso em 10/03/2017**)

THOMAS, E. Centro de Tecnologia do Ambiente Construído (Cetac); Resistência ao Fogo; Edição 199; out 2013

Techne

<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/199/resistencia-do-aco-ao-fogo-envie-sua-pergunta-para-299955-1.aspx> (acesso em 07/03/2017)

Portal G1 - **GLOBO**

CBCA

www.cbca-acobrasil.org.br/