

## DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA ÓTIMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO EM PILARES METÁLICOS

José Erinaldo da Silva Almeida Júnior <sup>1</sup>  
Ellen Maria Sampaio Almeida <sup>2</sup>  
Francisco Rosendo Sobrinho <sup>3</sup>

### RESUMO

Com a utilização da NBR 14323/2013 acerca do Dimensionamento de estruturas de aço e de estruturas mistas aço concreto de edifícios em situação de incêndio, muitos problemas que poderiam vir a acontecer por falhas estruturais devido ao aço ser um material sensível a temperaturas extremas, são resolvidos através de métodos construtivos que podem amenizar os danos aos elementos estruturais. A proteção de estruturas metálicas com o uso de materiais específicos para proteção contra incêndio, fazem com que os usuários da construção em questão usufruam com determinada segurança caso venha a ocorrer um sinistro referente a incêndio. Porém os custos relacionados a esta prática podem se tornar caros devido a dimensionamentos equivocados gerando excessos de materiais. Este trabalho tem por objetivo a realização da otimização destes processos utilizando planilhas do programa Excel, para que após o dimensionamento das vigas e pilares frente ao fogo possuam camadas de materiais dimensionadas eficientemente, diminuindo assim custos com proteções por toda a edificação.

**Palavras-chave:** Estruturas de aço; Proteção contra incêndio; otimização.

### INTRODUÇÃO

Desde a criação de projetos estruturais e arquitetônicos até a construção propriamente dita das edificações, a precaução acerca dos diferentes tipos de sinistros que podem ocorrer com a estrutura em questão é crucial para o bom desempenho e qualidade do que foi construído. Porém é visto a falta de observação sobre as falhas e desastres que ocorrem devido à ação do fogo, seja pela criação de sistemas de proteção contra incêndios ativos (sprinklers e extintores) como também os passivos, onde se encaixam a proteção das estruturas, as saídas de emergência, etc. (SOARES, 2014).

A prevenção de desastres devido a ocorrência do fogo abrange de maneira significativa todos que estão envolvidos com as construções em si. Não só a engenharia e a arquitetura no

---

<sup>1</sup> Graduado pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, [erinaldojr1@hotmail.com](mailto:erinaldojr1@hotmail.com);

<sup>2</sup> Graduada do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, [sampaioellen1@gmail.com](mailto:sampaioellen1@gmail.com);

<sup>3</sup> Prof., Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, [frosendobs@gmail.com](mailto:frosendobs@gmail.com).

momento do dimensionamento dos sistemas de combate a incêndio, como também com o comprometimento dos órgãos públicos responsáveis pela fiscalização e normatização. Isso ocorre devido ao fato de não ser oferecido suportes que fornecem conhecimento acerca dos modos existentes para a prevenção de incêndios, e da importância de utilizá-los, devido o preço ser caracterizado como um fator crucial para a não aplicabilidade desses elementos de proteção.

A prática da segurança contra incêndio, apesar de ser considerada um requisito para o bom desempenho da construção e manutenção, é pouco ministrada ou quase nunca é ofertada nas disciplinas oferecidas pelas universidades de engenharia. Além dessa deficiência de conhecimento sobre o assunto, as ruínas de construções devido o aparecimento de fogo de forma discriminada no Brasil é considerado raras, fazendo com que os serviços necessários para a proteção das estruturas, principalmente as metálicas que possuem deformações consideráveis se comparadas ao concreto, não sejam praticadas. Esses requisitos tornam o serviço de proteção às estruturas um assunto não muito disseminado e estudado (ONO, 2007).

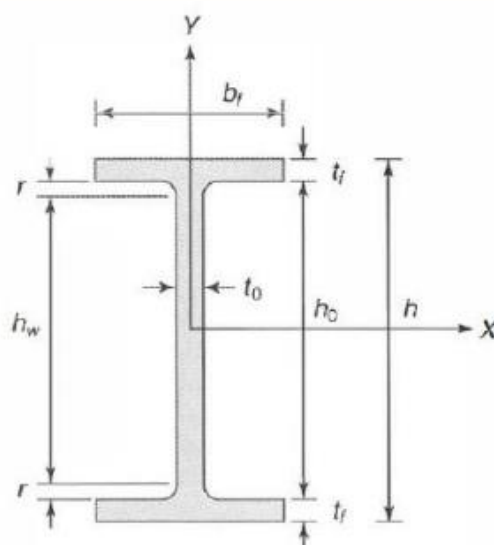
O “esquecimento” sobre a precaução contra incêndios se deve ao fato de que esse tipo de problema ocorre de maneira rara pela ótica do projetista e também pela do comprador do imóvel, que muitas vezes deseja não onerar a construção com proteções nas estruturas ou até mesmo com sistemas de combate à incêndios. Além disso, segundo Gomes (2014), devido à ausência de grandes desastres até a década de 70, a questão “incêndio” ficou restrita apenas ao Corpo de Bombeiros, onde anos mais tarde foram criadas normas acerca desse assunto que vieram a auxiliar o combate à degradação das estruturas frente ao fogo.

Com o auxílio da NBR 14432/2001 (Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento), NBR 14323/2013 (Dimensionamento de estruturas de aço e de estruturas mistas aço concreto de edifícios em situação de incêndio) e a NBR 8800/2008 (Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios) podem ser feitas as análises de estruturas com pilares e vigas metálicas, acerca de sua proteção contra o fogo, além de especificar a quantidade dos produtos que serão definidos como camadas protetoras destes elementos estruturais, visando a economia dos custos neste setor da construção civil.

## METODOLOGIA

Para a análise do dimensionamento dos perfis e da proteção contra o incêndio, foram utilizados os dados de perfis do tipo I laminados, onde a lista dos dados geométricos da seção da peça está contida no Anexo B deste trabalho. As caracterizações acerca da geometria da seção transversal das colunas estão simplificadas na Figura 1:

Figura 1 – Características geométricas do Perfil I.



Fonte: Sobrinho, 2016.







Já a otimização realizada pela planilha no Excel foi feita a partir de tabelas criadas que relacionam a espessura do material, considerando os limites impostos, com o acréscimo da temperatura no perfil metálico. É realizado a partir da obtenção desses valores a menor espessura que pode ser aplicada para as condições impostas inicialmente nos dados de entrada.

A verificação da utilização das proteções foi realizada utilizando formulações inseridas no programa e as funções existentes nele, possuindo como prioridade a automatização dos processos do dimensionamento desta parte crucial para a criação de edificações sujeitas a ocupação de pessoas e bens preciosos, a fim de prevenir desastres que possam vir a ocorrer durante sua vida útil.

Os dados iniciais necessários para a resolução dos cálculos pelo programa, (como o perfil escolhido, material de proteção, entre outros) são apresentados no início da tabela, como mostrado na Figura 2:

Figura 2 – Dados de entrada.

**DADOS DE ENTRADA DO PERFIL**

<p>Compressão Solicitante (Nsd): <b>200,00 kN</b></p> <p>Tipo do aço: <b>MR250</b></p> <p>Condições de apoio: <b>Recomendados</b></p> <p>Condições de apoio em x (lx): <b>5</b></p> <p>Condições de apoio em y (ly): <b>5</b></p> <p>Comprimento do Pilar (l): <b>3,00 m</b></p> <p>Tipo de Perfil: <b>W 610 x 174,0</b></p> <p>Altura do pavimento: <b>3,00 m</b></p> <p>Número de pavimentos: <b>4</b></p> <p>Altura da Edificação (hed): <b>9,00 m</b></p> <p>Tipo: <b>2</b></p> <p>Ocupação/Use: <b>Serviços profissionais, pessoais e técnicos</b></p> <p>TRRF: <b>30 min</b></p> <p>Módulo de elasticidade (E): <b>200000,00 MPa</b></p> <p>Tipo de revestimento: <b>Argamassa Projetada</b></p>	<p><i>Legenda</i></p> <p><b>SELECIONAR</b>   <b>DIGITAR</b>   <b>AUTOMÁTICO</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CONDIÇÕES DE APOIO</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>1</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>2</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>3</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>4</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>5</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>6</p>  </div> </div> <p style="font-size: small;">A linha tracejada indica a linha elástica de flambagem</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: x-small;">Valores teóricos</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td style="text-align: center;">0,7</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">0,5</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">Valores recomendados</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td style="text-align: center;">0,80</td> <td style="text-align: center;">2,1</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">0,65</td> <td style="text-align: center;">1,2</td> </tr> </table>	Valores teóricos	1,0	0,7	2,0	2,0	0,5	1,0	Valores recomendados	1,0	0,80	2,1	2,0	0,65	1,2
Valores teóricos	1,0	0,7	2,0	2,0	0,5	1,0										
Valores recomendados	1,0	0,80	2,1	2,0	0,65	1,2										

**OBSERVAÇÃO:** Para a utilização de argamassa Projetada, o valor mínimo para sua espessura é de **10 mm** e o máximo é de **50 mm**. Para a utilização de Placas de Gesso, o valor mínimo é de **25 mm** e o máximo é de **100 mm**.

	1	2	3	4	5
Use	h ≤ 6 m	6 m < h <sub>c</sub> ≤ 12 m	12 m < h <sub>c</sub> ≤ 23 m	23 m < h <sub>c</sub> ≤ 30 m	h > 30 m

Fonte: Autoria própria, 2018.

Ao longo da tabela também são apresentados o passo a passo para a resolução do problema inicial, onde são apresentadas tabelas que contém os dados utilizados, e figuras que melhoram a visualização do usuário. Os resultados das equações criadas no programa estão presentes em células destacadas, evidenciando a importância do parâmetro em análise.

Já os dados de saída (Figura 3), nada mais é que a verificação das temperaturas do aço e da temperatura crítica calculada, são apresentados de forma que seja de fácil visualização, onde também está presente o material e a espessura escolhida, bem como avisos que definem se a verificação da proteção dos perfis está condizente com o esperado, ou se será necessário a escolha de outro perfil, materiais diferentes ou até mesmo a espessura deste material.

Figura 3 – Dados de saída

**DADOS DE SAÍDA**

**Verificação do Perfil sem revestimento:**

$\theta_{cr} =$	978,79 °C
$\theta_a =$	755,85 °C

**NÃO É NECESSÁRIO MATERIAL PARA A PROTEÇÃO**

---

**Verificação do Perfil com revestimento:**

$\theta_{cr} =$	978,79 °C
$\theta_a =$	339,25 °C

<b>Tipo de Material:</b>	Argamassa Projetada	<b>Espessura:</b>	10,00 mm
--------------------------	---------------------	-------------------	----------

Fonte: Autoria própria, 2018.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela criada no Excel tem como principal função determinar a temperatura do aço quando submetido a exposição do fogo, através da obtenção da análise da TRRF, e em seguida comparar com a temperatura crítica que o aço suporta. Caso a temperatura do aço, sob as condições pré-determinadas nos dados de entrada e na escolha do TRRF, seja maior que a temperatura crítica encontrada, o perfil não precisará de proteção.







Esse resultado também dependerá do valor encontrado no fator de redução do escoamento do aço onde caso este parâmetro apresente valores maiores que os especificados em norma, o aço não apresentará a necessidade dos cálculos seguintes para proteção. Caso o valor da temperatura do aço seja maior que a crítica, o aço terá que apresentar um material de proteção (podendo ser argamassa projetada ou placas de gesso), podendo ser escolhido no início da planilha, juntamente com a espessura desejável para a aplicação, respeitando os valores máximos e mínimos para uma proteção eficiente.

As próprias peças escolhidas inicialmente nos dados de entrada podem apresentar-se isentas da utilização de proteção devido apresentarem características geométricas que podem vir a fornecer capacidade de resistência dentro dos limites requeridos por norma. Diferentes tipos de soluções podem ser vistas abaixo estipulando valores para os dados iniciais, a fim de demonstrar as soluções encontradas.

Para que ocorra a validação da utilidade da tabela em Excel, foi adotado uma série de aplicações estipuladas com dados indicados inicialmente. Para a simulação de um dimensionamento prático, foram aplicadas situações em que serão mantidas fixas a carga solicitante e a TRRF para fazer uma comparação entre perfis metálicos presentes no banco de dados do programa, verificando a utilização ou não das proteções, como também serão mantidos fixos os valores do tipo do aço, comprimento do pilar, as condições de apoio e módulos de elasticidade e serão aplicadas situações que se distinguem com a utilização de materiais de proteção ou não utilização dos mesmos, para diferentes tipos de TRRF.

Figura 4 – Verificação do Perfil W 250 x 17,9.

DADOS DE ENTRADA DO PERFIL

<b>Compressão Solicitante (Nsd):</b>	200,00 kN	<p><i>Legenda</i>    <span style="border: 1px solid gray; padding: 2px 5px;">SELECIONAR</span>    <span style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px 5px;">DIGITAR</span>    <span style="background-color: #76923c; color: white; padding: 2px 5px;">AUTOMÁTICO</span></p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: x-small;">CONDIÇÕES DE APOIO</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>1</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>2</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>3</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>4</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>5</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>6</b></p>  </div> </div> <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">A linha tracejada indica a linha elástica de flambagem</p> <table style="width: 100%; font-size: x-small; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="text-align: left;">Valores teóricos</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td style="text-align: center;">0,7</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">0,5</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Valores recomendados</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td style="text-align: center;">0,80</td> <td style="text-align: center;">2,1</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">0,65</td> <td style="text-align: center;">1,2</td> </tr> </table>	Valores teóricos	1,0	0,7	2,0	2,0	0,5	1,0	Valores recomendados	1,0	0,80	2,1	2,0	0,65	1,2
Valores teóricos	1,0		0,7	2,0	2,0	0,5	1,0									
Valores recomendados	1,0		0,80	2,1	2,0	0,65	1,2									
<b>Tipo do aço:</b>	MR250															
<b>Condições de apoio:</b>	Teóricos															
<b>Condições de apoio em x (kx):</b>	5															
<b>Condições de apoio em y (ky):</b>	5															
<b>Comprimento do Pilar (l):</b>	3,00 m															
<b>Tipo de Perfil:</b>	W 250 x 17,9															
<b>Altura do pavimento:</b>	3,00 m															
<b>Número de pavimentos:</b>	4															
<b>Altura da Edificação (hed):</b>	9,00 m															
<b>Tipo:</b>	2															
<b>Ocupação/Uso:</b>	Serviços profissionais, pessoais e técnicos															
<b>TBRF:</b>	30 min															
<b>Módulo de elasticidade (E):</b>	200000,00 MPa															
<b>Tipo de revestimento:</b>	Argamassa Projetada															

**OBSERVAÇÃO:** Para a utilização de argamassa Projetada, o valor mínimo para sua espessura é de **10 mm** e o máximo é de **50 mm**. Para a utilização de Placas de Gesso, o valor mínimo é de **25 mm** e o máximo é de **100 mm**.

	1	2	3	4	5
Uso	h ≤ 6 m	6 m < h <sub>2</sub> ≤ 12 m	12 m < h <sub>2</sub> ≤ 23 m	23 m < h <sub>2</sub> ≤ 30 m	h > 30 m

DADOS DE SAÍDA







<b>Verificação do Perfil sem revestimento:</b>	$\theta_{cr} =$	492,09 °C
	$\theta_a =$	833,68 °C
O PERFIL NECESSITA DE PROTEÇÃO		
<b>Verificação do Perfil com revestimento:</b>	$\theta_{cr} =$	492,09 °C
	$\theta_a =$	448,50 °C
<b>Tipo de Material:</b>	Argamassa Projetada	<b>Espessura:</b>
		14,00 mm

Fonte: Autoria própria, 2018.

Como pode ser visto, por se tratar de um perfil com menos rigidez se comparado com os próximos em análise, o perfil necessitou de proteção contra incêndio de argamassa projetada com uma espessura maior que a mínima pré-definida.

Figura 5 – Verificação do Perfil W 610 x 174.

DADOS DE ENTRADA DO PERFIL

<b>Compressão Solicitante (Nsd):</b>	200,00 kN	<p><i>Legenda</i>    SELECIONAR    DIGITAR    AUTOMÁTICO</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: x-small;">CONDIÇÕES DE APOIO</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>1</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>2</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>3</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>4</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>5</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>6</p>  </div> </div> <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">A linha tracejada indica a linha elástica de flambagem</p> <table style="width: 100%; font-size: x-small; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="text-align: center;">Valores teóricos</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td style="text-align: center;">0,7</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">0,5</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Valores recomendados</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td style="text-align: center;">0,80</td> <td style="text-align: center;">2,1</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">0,66</td> <td style="text-align: center;">1,2</td> </tr> </table>	Valores teóricos	1,0	0,7	2,0	2,0	0,5	1,0	Valores recomendados	1,0	0,80	2,1	2,0	0,66	1,2
Valores teóricos	1,0		0,7	2,0	2,0	0,5	1,0									
Valores recomendados	1,0		0,80	2,1	2,0	0,66	1,2									
<b>Tipo do aço:</b>	MR250															
<b>Condições de apoio:</b>	Teóricos															
<b>Condições de apoio em x (kx):</b>	5															
<b>Condições de apoio em y (ky):</b>	5															
<b>Comprimento do Pilar (l):</b>	3,00 m															
<b>Tipo de Perfil:</b>	W 610 x 174,0															
<b>Altura do pavimento:</b>	3,00 m															
<b>Número de pavimentos:</b>	4															
<b>Altura da Edificação (hed):</b>	9,00 m															
<b>Tipo:</b>	2															
<b>Ocupação/Uso:</b>	Serviços profissionais, pessoais e técnicos															
<b>TRRF:</b>	30 min															
<b>Módulo de elasticidade (E):</b>	200000,00 MPa															
<b>Tipo de revestimento:</b>	Argamassa Projetada															

**OBSERVAÇÃO:** Para a utilização de argamassa Projetada, o valor mínimo para sua espessura é de **10 mm** e o máximo é de **50 mm**. Para a utilização de Placas de Gesso, o valor mínimo é de **25 mm** e o máximo é de **100 mm**.

	1	2	3	4	5
Uso	h ≤ 6 m	6 m < h <sub>1</sub> ≤ 12 m	12 m < h <sub>1</sub> ≤ 23 m	23 m < h <sub>1</sub> ≤ 30 m	h > 30 m

DADOS DE SAÍDA

<b>Verificação do Perfil sem revestimento:</b>	$\theta_{cr} =$	989,91 °C
	$\theta_a =$	755,85 °C

NÃO É NECESSÁRIO MATERIAL PARA A PROTEÇÃO

<b>Verificação do Perfil com revestimento:</b>	$\theta_{cr} =$	989,91 °C
	$\theta_a =$	339,25 °C

<b>Tipo de Material:</b>	Argamassa Projetada	<b>Espessura:</b>	10,00 mm
--------------------------	---------------------	-------------------	----------

Fonte: Autoria própria, 2018.

Nesta última verificação foi posto para análise o perfil mais rígido dos disponíveis, no caso o W 610 x 174, onde é visto que por apresentar uma temperatura crítica tão elevada em comparação com a temperatura do aço da peça, foi possível sua utilização sem que fosse necessária a aplicação de argamassa projetada para seu revestimento.

A partir das análises vistas neste exemplo, pode ser visto a aplicabilidade desta tabela, onde apresentou conformidade com os dados esperados em relação as mudanças de variáveis impostas à planilha, que no caso foi o aumento da rigidez dos perfis, indicando assim a diminuição das espessuras de materiais de maior resistência ao fogo devido o acréscimo da temperatura crítica que o material pode suportar sem a utilização de revestimento.

Figura 6 – TRRF de 30 minutos sem necessidade de proteção.

**DADOS DE ENTRADA DO PERFIL**

Compressão Solicitante (Nsd): 300,00 kN  
 Tipo do aço: MR250  
 Condições de apoio: Teóricos  
 Condições de apoio em x (kx): 5  
 Condições de apoio em y (ky): 5  
 Comprimento do Pilar (l): 3,00 m  
 Tipo de Perfil: W 610 x 125,0  
 Altura do pavimento: 3,00 m  
 Número de pavimentos: 2  
 Altura da Edificação (hed): 3,00 m  
 Tipo: 1  
 Ocupação/Uso: Residencial  
 TRRF: 30 min  
 Módulo de elasticidade (E): 200000,00 MPa  
 Tipo de revestimento: Argamassa Projetada

**Legenda** SELECIONAR DIGITAR AUTOMÁTICO

**CONDIÇÕES DE APOIO**

A linha tracejada indica a linha elástica de flambagem

	1	2	3	4	5	6
Valores teóricos	1,0	0,7	2,0	2,0	0,5	1,0
Valores recomendados	1,0	0,80	2,1	2,0	0,65	1,2

**OBSERVAÇÃO:** Para a utilização de argamassa Projetada, o valor mínimo para sua espessura é de 10 mm e o máximo é de 50 mm. Para a utilização de Placas de Gesso, o valor mínimo é de 25 mm e o máximo é de 100 mm.

	1	2	3	4	5
Uso	h ≤ 6 m	6 m < h ≤ 12 m	12 m < h ≤ 23 m	23 m < h ≤ 30 m	h > 30 m

**DADOS DE SAÍDA**

**Verificação do Perfil sem revestimento:**  
 $\theta_{cr} = 819,01 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $\theta_a = 792,22 \text{ }^\circ\text{C}$

**NÃO É NECESSÁRIO MATERIAL PARA A PROTEÇÃO**

**Verificação do Perfil com revestimento:**  
 $\theta_{cr} = 819,01 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $\theta_a = 378,56 \text{ }^\circ\text{C}$

**Tipo de Material:** Argamassa Projetada **Espessura:** 10,00 mm

Fonte: Autoria própria, 2018.

De maneira igual a última verificação realizada na primeira aplicação, é visto que o perfil W 610 x 125, com TRRF de 30 min não necessitou da aplicabilidade do revestimento, se apresentando de forma autossuficiente para módulo de carga a compressão submetida.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi abordado os aspectos referentes a verificação dos perfis utilizados como pilares metálicos em relação a provável exposição a incêndios. A partir das normas regulamentadoras vigentes no Brasil relacionadas a essa temática foi criado um programa em Excel para a análise das temperaturas dos perfis com e sem proteção contra o fogo.

A NBR 8800 acerca dos projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, foi utilizada para o dimensionamento e flambagem que podem vir a ocorrer nas estruturas submetidas a compressão, já a NBR 14432 define os procedimentos e exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações, fornecendo a tabela do TRRF, indispensável para a verificação da peças, e por último foi utilizada a NBR 14323 para o dimensionamento de estruturas de aço e de estruturas mistas aço-concreto de edifícios em situação de incêndio, indicando as equações e o passo a passo pré-estabelecidos da forma correta para a verificação.

Os dados de saída fornecidos pelo Excel otimizam consideravelmente o tempo necessário para determinação dos perfis juntamente com os elementos de proteção, tornando este processo automatizado, e que segue as normas brasileiras facilitando assim as problemáticas que poderiam vir a aparecer acerca desta análise abordada. Foi analisado mais de 50 perfis metálicos laminados do tipo I, protegido por dois tipos de materiais comumente usados para este procedimento que são a argamassa projetada, podendo ser adicionado tipos diferentes de agregados e as placas de gesso. Também foi abordado sobre a tinta intumescente, porém não foram encontradas as especificações necessárias para o encontro da temperatura do aço após inserido o material.

Portanto, é visto que a atenção sobre as estruturas metálicas que podem vir a ser submetidas a incêndios, devido ao fato delas serem mais frágeis que as de concreto armado convencional, podendo vir a ocorrer falhas estruturas e oferecer perigo as pessoas e aos bens que a utilizam. A disseminação deste conteúdo ainda pode ser vista com certa dificuldade nas universidades devido ao fato de que diversas obras não possuem essa preocupação com possíveis sinistros que podem assolar a construção, se tornando muitas vezes não utilizadas ou colocadas em segundo plano na visão dos construtores em geral.

## REFERÊNCIAS

ONO, Rosária. Parâmetros para a Garantia da Qualidade do Projeto de Segurança contra Incêndios em Edifícios Altos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 97-113, jan./mar. 2007.

SOARES, Ederson Freitas. **Aspectos Gerais dos Sistemas de Proteção contra Incêndio em Estruturas Metálicas**. 2014. 68 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2014.

GOMES, Taís. **Projeto de Prevenção e Combate à Incêndio**. 2014. 94 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14323**. Dimensionamento de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço-concreto em situação de incêndio. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14432**. Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações. Rio de Janeiro, 2001.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8800**. Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.