

## RESISTÊNCIA TÉRMICA DO SISTEMA EM LIGHT STEEL FRAMING

Ingridy Natalie dos Anjos<sup>1</sup>

Felipe Pietrochinski<sup>2</sup>

Ketelin Alves Meira<sup>3</sup>

**RESUMO:** A determinação da resistência térmica de estruturas do sistema construtivo Light Steel Framing objetiva esta pesquisa de estudo. Para tal apontamento, uma parede convencionalmente utilizada no sistema será a base para os cálculos que determinarão o comportamento da mesma mediante a altas temperaturas, aplicadas a certo tempo, até resultar no colapso estrutural. Esta parede será composta pelos revestimentos mais comuns desta tecnologia construtiva, como placa cimentícia, lã de rocha e gesso acartonado. Após alcançar seu limite máximo de resistência, a parede do sistema perderá totalmente sua capacidade de suportar as cargas necessárias, como em todo e qualquer sistema construtivo. Porém, por tratar-se de uma construção que utiliza o aço como base estrutural, acredita-se que o Light Steel Framing apresenta maior segurança em casos de incêndios, por exemplo, que um sistema convencional de alvenaria.

**Palavras-chave:** Resistência. Fogo. Light Steel Framing. Parede. Revestimentos.

## THERMAL RESISTANCE SYSTEM IN LIGHT STEEL FRAMING

**ABSTRACT:** The determination of the thermal resistance of structures in the Light Gauge Steel Framing (LGSF) building system is the main topic of the present research. For the research, a regular LGSF wall assembly will be used for the calculation which determines the behavior of the structure exposed to high temperatures for a time period, until the collapse of the structure is observed. The wall is composed of the most common claddings found within this construction system, such as: cement board, rockwool and dry-wall boards. After reaching its maximum resistance value, the wall completely loses its ability to support all the loads which it is exposed to, as in any building system. However, due to the fact that such system uses steel as its structural basis, it is believed that the Light Gauge Steel Framing has greater safety in case of fires, for example, a conventional system for masonry.

**Keywords:** Resistance. Fire. Light Steel Framing. Wall. coatings.

---

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Tecnologia em Construção de Edifícios do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais - CESCAGE. E-mail: indynatalie@gmail.com

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Tecnologia em Construção de Edifícios do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais - CESCAGE. E-mail: felipe\_pietrochinski@hotmail.com

<sup>3</sup> Acadêmica do Curso de Tecnologia em Construção de Edifícios do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais - CESCAGE. E-mail: k.meira01@hotmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o avanço de novas tecnologias tem favorecido muito o setor da construção civil, propiciando a expansão de novas técnicas construtivas, como o sistema Light Steel Framing, que conceitualmente:

Segundo Freitas e Crasto (2006, p.12)

O Light Steel Framing (LSF), assim conhecido mundialmente, é um sistema construtivo de concepção racional, que tem como principal característica uma estrutura constituída por perfis formados a frio de aço galvanizado que são utilizados para a composição de painéis estruturais e não-estruturais, vigas secundárias, vigas de piso, tesouras de telhado e demais componentes.

Encontramos inúmeras origens historicamente aceitáveis para o surgimento desta técnica construtiva, nos EUA, por exemplo, deu-se através do crescimento desordenado da população americana, que levou a necessidade da aceleração nas construções habitacionais. Optou-se por um material que se encontrava com facilidade e abundância no país, e ainda por um custo compensatório, este: a madeira. Entretanto, houve uma alta de cerca de 80% nos preços deste produto que viabilizou a inserção do aço no mercado construtivo.

O Japão devastado pela Segunda Guerra Mundial precisou reconstruir cerca de quatro milhões de casas atingidas pelos bombardeios, utilizando o sistema construtivo de perfis de aço leve, que rapidamente cresceu e expandiu-se no país.

Embora antigo, o sistema construtivo Light Steel Framing ainda é pouco retratado e abordado em nosso país. Acredita-se que um dos fatores seja a cultura imposta pela colonização, a do método artesanal de se construir. Outra relevância, é a falta de conhecimento sobre o tema, faz-se necessária a informatização sobre os conceitos e benefícios deste processo construtivo. Incluindo uma das vantagens propostas por esta pesquisa, o comportamento do sistema construtivo, em totalidade, mediante seu desempenho térmico.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Desde os tempos da pré-história discute-se um surgimento aceitável para o fogo, porém atualmente a única afirmação que se pode fazer é que ele é uma necessidade básica da vida humana, porém deve-se levar em extrema consideração seu poder de destruição. Segundo Tuve (1993), o fogo é consequente de um processo (reação química) de oxidação rápida, autossustentável, acompanhada pela

produção de luz e liberação de calor em temperaturas variáveis. Sendo assim, sabe-se que existem componentes que propiciam o início e o desenvolver da manifestação deste elemento natural, são eles: “o oxigênio (agente oxidante), o combustível, o calor e a reação química em cadeia”. (OLIVEIRA, 2005, p. 16)

Baseando-se nas informações e conceitos do parágrafo acima, será determinada a resistência térmica de uma parede em Light Steel Framing, aplicando a conceituação de calor.

Conforme afirma Buchanan (2002) a transferência de calor é o trânsito de energia decorrente de uma diferença de temperatura no meio ou entre meios, esta pode ocorrer de três formas: condução, convecção e radiação. Simplificando, baseia-se na troca de calor entre dois ou mais corpos, provocada por uma diferença de temperatura.

- a) Condução: “É a transferência de calor através de um corpo sólido de molécula a molécula.” (OLIVEIRA M., 2005, p.24). Classifica os materiais em condutores ou isolantes de calor, onde respectivamente, há transferência rápida e lenta do mesmo.
- b) Convecção: “Convecção é o processo de transferência de energia térmica através do deslocamento de material causada pela difusão e pela expansão volumétrica de um gás ou líquido aquecido” (ALVES, 2006, p. 14), ou seja, a condução do calor por ondas caloríficas ocorre devido à diferença de densidade entre as partes que formam o sistema.
- c) Radiação: Processo pelo qual calor é transferido de uma superfície em alta temperatura para uma superfície em temperatura mais baixa quando tais superfícies estão separadas no espaço, ainda que exista vácuo entre elas. (WEINGARTNER, 2007, p. 27)

Todos os materiais apresentam diferentes comportamentos mediante a variação de temperatura, isso devido a diversos fatores como à diferenciação de espessura, composição, tamanho e propriedades tais quais, calor específico, condutividade térmica e conseqüentemente resistência térmica. Podemos afirmar que calor específico trata-se da “quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de uma grama de determinada substância em um grau” (STURM, 2012, p. 18). A condutividade térmica consiste na habilidade do material de conduzir calor e a resistência térmica é a capacidade do material em resistir à passagem do calor. (STURM, 2012).

Para atender aos requisitos mínimos de resistência ao fogo, uma edificação precisa atender ao tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF). Trata-se do tempo que uma estrutura resiste à elevação da temperatura, sem entrar em colapso total. Determina-se este tempo através de fatores como altura, área do piso e ocupação da edificação, ele é fornecido em minutos (30, 60, 90 e 120) pela NBR14432 (2000).

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Através do levantamento da condutividade térmica dos materiais será viável a determinação da resistência térmica do sistema pontualmente, por metro de parede. Procurando definir o comportamento do sistema construtivo, por um determinado período de tempo, sobre a ação do fogo.

### **2.1 PERFIS DE AÇO**

“O aço é uma liga metálica constituída basicamente por ferro e carbono, com outros elementos, em pequena quantidade, para imprimir características especiais, sendo obtido a partir do refino do ferro gusa” (ZENDRON, 2009).

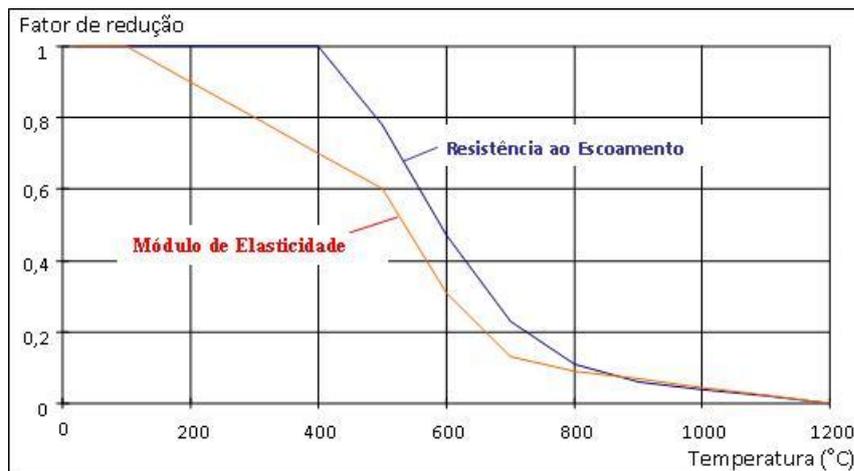
No Light Steel Framing utiliza-se como composição estrutural perfis de aço formados a frio proveniente de chapas metálicas zincadas (revestidas com uma camada de zinco para proteger a estrutura quanto à corrosão atmosférica) com espessuras que variam de 0,80mm a 2,65mm apresentando um limite de escoamento de 230 Mpa. Estes perfis também chamados de montantes, são espaçados verticalmente a cada 400 ou 600mm e horizontalmente vedados com guias nas partes superior e inferior dos mesmos, formando a estrutura de uma parede.

Há muito tempo o aço, vem sendo utilizado na construção civil por apresentar diversas vantagens principalmente quanto à elevada resistência ao fogo, mas também por oferecer alta segurança estrutural, flexibilidade, longa vida útil, facilidade de renovação e reciclagem, entre outras. Como componente estrutural está se desenvolvendo em todo mundo, portanto cresce também a necessidade de se assegurar o devido funcionamento da edificação quanto sua capacidade máxima

de resistência ao fogo, priorizando a segurança dos ocupantes das edificações e a estabilidade da estrutura.

Apesar de ser incombustível, após atingir sua temperatura crítica entre 500°C a 700°C, o aço apresenta mesma deformidade de um material qualquer onde decresce sua resistência ao escoamento e o módulo de elasticidade, como mostra a figura 1 baixo:

Figura 1 - Reduções de resistência e rigidez do aço com a elevação da temperatura



Fonte: Centro de Estudos de Estruturas de Aço e mista de Aço e Concreto da UFMG, 2009.

## 2.2 PLACA CIMENTÍCIA

Trata-se de um material a base de cimento Portland, agregados, adições ou aditivos com reforço de fibras, fios, filamentos ou telas, utilizado tanto para fechamento estrutural de paredes do sistema LSF quanto para seu revestimento. Apresentam diversas vantagens como baixo teor de absorção de água, fácil e rápida instalação, alta resistência a tração (em torno de 16Mpa), densidade de 1700Kg/m<sup>3</sup>, impermeabilidade, incombustibilidade, entre outras.

A placa cimentícia atualmente esta sendo muito utilizada na construção civil por causa de sua superfície lisa que permite a aplicação de vários tipos de acabamentos, como pintura, texturas, cerâmicas, pastilhas, laminados plásticos, etc.

## 2.3 PLACA DE GESSO

Gesso é um termo genérico de aglomerante simples, de pega rápida, constituído basicamente de sulfatos mais ou menos hidratados, obtidos pela calcinação da gipsita (desidratação total ou parcial da gipsita - as rochas

são extraídas das jazidas, britadas, trituradas e queimadas em fornos). (MENEZES et al., 2009, p. 9).

Existem três tipos de chapas de gesso preconizadas em norma: standard (ST - para paredes, revestimentos e forros em áreas secas), resistente à umidade (RU – para paredes, revestimentos e forros em áreas sujeitas intermitentemente à umidade) e resistente ao fogo (RF – para paredes, revestimentos e forros em áreas secas, com chapas de características especiais de resistência ao fogo) (ABNT NBR 14715-1, 2010).

As placas de gesso acartonado usualmente são utilizadas no sistema Light Steel Framing na face interna das paredes, recebendo os acabamentos de finalização como emassamento e pintura.

O gesso é um excelente material quanto à resistência ao fogo, isto porque sua estrutura molecular baseia-se em molécula de águas combinadas que quando expostas a altas temperaturas absorvem a energia do fogo antes da degradação do material.

## **2.4 ISOLAMENTO TÉRMICO**

Para melhor desempenho térmico e acústico do Sistema Light Steel Framing são utilizadas como preenchimento interno das paredes rolos e/ou painéis de lã de vidro, lã de rocha ou lã de pet.

A lã de rocha deriva-se de uma rocha vulcânica denominada diabase. Apresenta excelente desempenho térmico podendo suportar temperaturas acima de 200°C, sua densidade pode variar desde 30kgm<sup>3</sup> até 300kgm<sup>3</sup>.

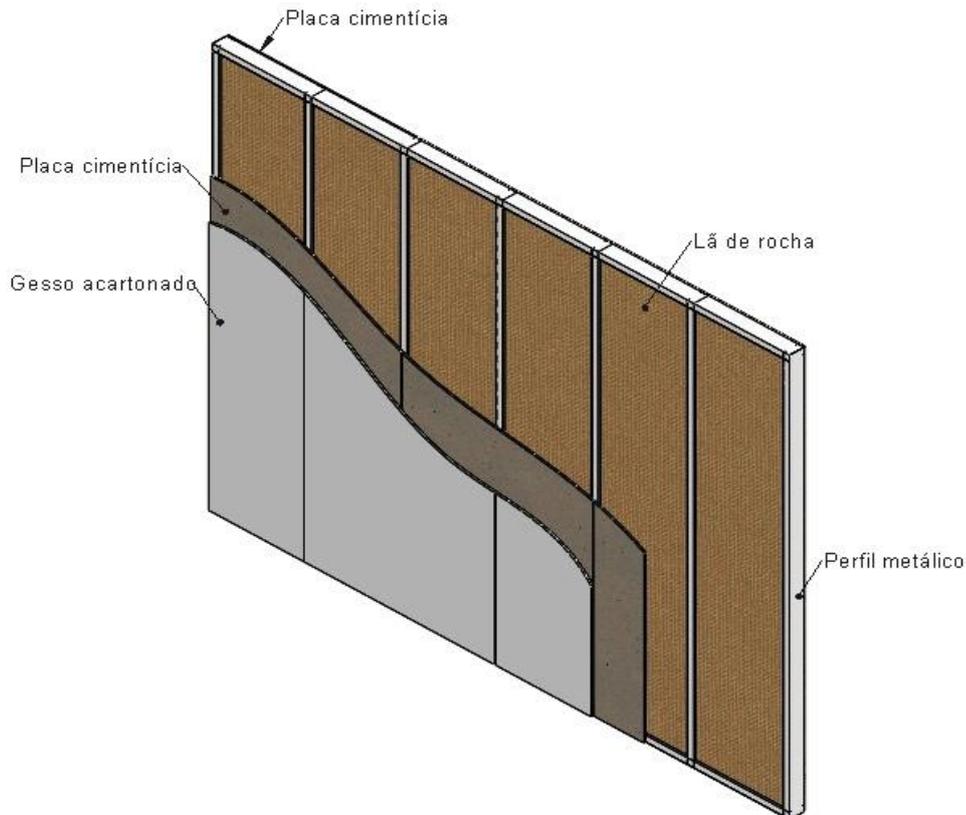
A chamada lã de vidro provém de um composto químico a base de sílica e sódio, aglomerados por resinas sintéticas. Muito indicada em situações que priorizem a isolamento acústica, pois trata-se de um material fibroso que permite a absorção das ondas sonoras com maior facilidade. Dispõe de propriedades com valores para condutividade térmica de 0,045W/mK e densidade em torno de 35Kg/m<sup>3</sup>.

Fabricada através de matéria-prima totalmente reciclada, a lã de pet, auxilia no isolamento da passagem do calor para a edificação, assim como a propagação dos ruídos. Sua condutividade térmica é de 0,041W/mK e densidade 15Kg/m<sup>3</sup>.

## **2.6 DESEMPENHO TÉRMICO**

A parede do sistema utilizada para os cálculos será composta por duas placas cimentícias (interna e externamente) com espessura de 10mm cada, gesso acartonado de 12,5mm, lã de rocha (internamente) com 50mm e perfis metálicos de 90mm, totalizando a espessura de 122,5mm, conforme figura 2.

Figura 2 – Parede utilizada para os cálculos.



Elaborada por: Gileade Pina

### 2.6.1 CONDUTIVIDADE DOS MATERIAIS

Os valores utilizados como coeficiente de condutividade são:

Placa cimentícia: 0,35W/mK;

Gesso acartonado: 0,19W/mK;

Lã de rocha: 0,04W/mK;

Perfil metálico: 52,9 W/mK.

Condutividade parede (soma das condutividades): 53,48 W/mK

## 2.6.2 RESISTÊNCIA TÉRMICA

Através do coeficiente de condutividade térmica de cada material é determinada a resistência térmica da parede indicada pela soma da resistência térmica (R) de cada material com as resistências superficial interna e externa (NBR 15220-2: 2003). A resistência térmica é fornecida pelo quociente entre a espessura do material (E) e a sua condutividade térmica ( $\lambda$ ):

$$R = \frac{E}{\lambda} \quad (1)$$

Cada material possui sua própria resistência térmica, sendo:

Placa Cimentícia:

$$R = \frac{10\text{mm} = 0,01\text{m}}{0,35} = 0,029\text{m}^2 \cdot \text{k/W}$$

Perfil Metálico:

$$R = \frac{90\text{mm} = 0,09\text{m}}{52,9} = 0,002\text{m}^2 \cdot \text{k/W}$$

Placa de Gesso:

$$R = \frac{12,5\text{mm} = 0,0125\text{m}}{0,19} = 0,066\text{m}^2 \cdot \text{k/W}$$

Lã de Rocha:

$$R = \frac{50\text{mm} = 0,05\text{m}}{0,04} = 1,25\text{m}^2 \cdot \text{k/W}$$

Para a resistência térmica da parede aplica-se a Resistência Térmica de Superfície a Superfície  $R_t$ :

$$R_t = R_{\text{placa cimentícia}} + R_{\text{gesso acartonado}} + R_{\text{perfil metálico}} + R_{\text{lã de rocha}} \quad (2)$$

Assim sendo:

$$R_t = 0,029\text{m}^2 \cdot \frac{\text{k}}{\text{W}} \times 2 + 0,002\text{m}^2 \cdot \frac{\text{k}}{\text{W}} + 0,066\text{m}^2 \cdot \frac{\text{k}}{\text{W}} + 1,25\text{m}^2 \cdot \frac{\text{k}}{\text{W}} = 1,376\text{m}^2 \cdot \text{k/W}$$

A resistência térmica total é efetivada pelos valores da tabela 1 abaixo somada a resistência térmica da parede:

$$RT = R_{si} + R_t + R_{se} \quad (3)$$

Tabela 1 – Resistência térmica superficial interna e externa

R <sub>si</sub> (m <sup>2</sup> .K)/W			R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> .K)/W		
Direção do fluxo de calor			Direção do fluxo de calor		
Horizontal	Ascendente	Descendente	Horizontal	Ascendente	Descendente
⇒	— ↑	— ↓	⇒	— ↑	— ↓
0,13	0,10	0,17	0,04	0,04	0,04

Fonte: NBR 15220-2:2003

Assim tem-se:

$$RT = 0,13 + 1,376 + 0,04 = 1,546 \text{m}^2 \cdot \text{k/W}$$

### 2.6.3 TRANSMITÂNCIA TÉRMICA

Significa o contrário da resistência térmica, ou seja, a capacidade do material de ser atravessado pelo calor.

$$U = \frac{1}{R_{total}} \quad (4)$$

$$U = \frac{1}{1,546} = 0,647 \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$$

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto menor o coeficiente de condutividade térmica maior a capacidade de isolamento térmico do material, no caso do sistema LSF a condutividade de uma parede por m gira em torno de 53,48 W/mK, este valor é extremamente superior em comparação à condutividade da alvenaria convencional, que aproxima-se de 1,6W/mK. Isto se explica porque o aço é um bom condutor de calor, esquentando rapidamente em contato com o fogo.

Entretanto, o sistema é composto por várias camadas, o que justifica seu alto valor de resistência térmica total. Sendo assim, para chegar aos perfis de aço o fogo teria que consumir todos os outros materiais primordialmente.

Segundo o relatório técnico de nº 96 167-205 do instituto de pesquisas tecnológicas, o IPT, uma parede composta por tijolos de compósito mineral e rejunte do mesmo material possui uma resistência térmica média de  $0,16 \text{ m}^2 \cdot \text{k/W}$ . Segundo os cálculos desta pesquisa a resistência térmica total de uma parede de Light Steel Framing é de  $1,54 \text{ m}^2 \cdot \text{k/W}$ , ou seja, quase dez vezes superior a do relatório, este desempenho térmico superior propicia uma isolação térmica eficiente nas edificações construídas nesse sistema.

Outra relevância, a transmitância térmica aceita para a região de Ponta Grossa, a qual faz parte da zona bioclimática 2 seria de até  $U \leq 3,00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , contudo este valor em paredes Steel Framing é de  $0,647 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , muito baixo em comparação as paredes de concreto maciça com 10cm de espessura que chegam ao número de  $4,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  (NBR15220-3:2003). Sendo assim, as paredes do sistema Steel Framing, resistem quase sete vezes mais a transferência de calor.

Portanto, o sistema que utiliza perfis de aço formados a frio atende a todos os requisitos propostos em normatização referente a tempo de resistência ao fogo em primeiro momento, mas existe a necessidade de testes e ensaios em laboratórios para se afirmar a devida eficiência. Porém, deve-se considerar que nenhum material apresenta total resistência quando submetido a altas temperaturas, após atingirem sua capacidade máxima de tensões ocorre colapso da estrutura, extinguindo suas propriedades físicas e mecânicas

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta pesquisa contribui para a conscientização de profissionais da construção civil em relação à importância de se expandir o conhecimento sobre uma nova técnica construtiva que possui muitas vantagens, principalmente quanto ao desempenho térmico. Este supera os métodos construtivos convencionais, e devem ser estudadas para que possam ser aplicadas, visando acima de tudo à segurança da vida humana.

O Light Steel Framing ainda precisa ser aprimorado em nosso país, mas em pouco tempo será uma técnica tão difundida quanto o “empilhar de tijolos”, portanto a necessidade de se obter informações sobre técnicas e meios para que se houver incêndio, o fogo não se propague para outros cômodos da edificação, implicando no colapso total da estrutura.

Sendo assim, esta pesquisa viabiliza estudos futuros sobre a resistência ao fogo das estruturas de Steel Framing, possibilitando o desenvolvimento de um plano de prevenção de incêndios para este sistema, pois segundo a afirmação de Neto (1995, p 11) “Incêndio se apaga no projeto!”.

## REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR14432: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2. Desempenho térmico de edificações. Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3. Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR14715: Chapas de gesso para drywall Parte 1: Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- ALVES, M C. **Análise Avançada de Perfis Formados a Frio Sob Ação de Incêndio**. 2006. 281 f. TESE (Doutorado) - Curso de Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2006.
- BUCHANAN, A. H. **Structural design for fire safety**. Canterbury: John Wiley & Sons, 2002.
- FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Cristina Moraes de. **STEEL FRAMING: ARQUITETURA**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia/centro Brasileiro da Construção em Aço, 2006.
- MENEZES Igor Santos; MATTA Bruna Mota da. **GESSO ACARTONADO**. 2009. 18f. (Monografia) Curso de Graduação de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Salvador – UNIFACS, Salvador, 2009.
- NETO M. A. L. **CONDIÇÕES DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO**. Brasília: Ministério da Saúde Secretaria de Assistência à Saúde Departamento de Normas Técnicas Coordenação Geral de Normas Coordenação de Rede Física, Equipamentos e Materiais Médico-Hospitalares Serviço de Rede Física, 1995.
- OLIVEIRA, Marcos de. **Manual de Estratégias, táticas e técnicas de combate a incêndios estruturais**. Florianópolis: Editora Editograf, 2005, 136 p.
- OLIVEIRA, Marcos. **ESTUDO SOBRE INCÊNDIOS DE PROGRESSO RÁPIDO**, 2005. 18 f. Monografia – Especialização em Planejamento e Gestão em Defesa Civil. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- STURM, João Rudini. **ESTUDO DA RESISTÊNCIA AO FOGO DE PAREDES DE GESSO ACARTONADO COM LÃ DE ROCHA**. 2012. 77 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina Diretoria de Ensino Centro de Ensino Bombeiro Militar Academia de Bombeiro Militar, Florianópolis, 2014.
- TUVE, Richard L. **Principios de la química de protección contra incendios**. Espanha: CEPREVEN, 1993.
- WEINGARTNER, Roberto. **A Transferência de Calor Através da Roupas de Combate a Incêndios**. 2007. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnológico) – Centro Tecnológico da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, São José, 2007.
- ZENDRON, Décio. **AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Blumenau: Não Publicado, 2009. 19 p