

## **Estudo experimental da ligação de placas de compensado estrutural com perfis do sistema construtivo light steel framing visando a redução de aço no sistema**

### ***Experimental study of the connection between structural plywood board and profiles of the Light Steel Framing construction system aiming at the reduction of steel in the system***

**Janaína Costa Rezende, Mestranda, Universidade Federal de Minas Gerais**

janacrezende@gmail.com

**Francisco Carlos Rodrigues, Doutor, Universidade Federal de Minas Gerais**

francisco@dees.ufmg.br

**Rodrigo Barreto Caldas, Doutor, Universidade Federal de Minas Gerais**

caldas@dees.ufmg.br

**Ana Carolina Saraiva Cardoso, Mestranda, Universidade Federal de Minas Gerais**

carolsaraivacardoso@yahoo.com.br

### **Resumo**

O sistema conhecido mundialmente como Light Steel Framing vem ganhando espaço no cenário da construção civil brasileira. Diante disso, esta pesquisa tem por objetivo principal investigar, por meio de um estudo experimental, o comportamento da ligação do compensado estrutural com os perfis do sistema construtivo Light Steel Framing. Para alcançar o objetivo da pesquisa, foi feita uma revisão bibliográfica; a caracterização, por meio de ensaios de flexão e de cisalhamento, das placas de compensado; a avaliação do conjunto formado pelos parafusos de ligação e as placas de compensado fixadas nos perfis do sistema Light Steel Framing; e também, uma análise da possibilidade da eliminação do contraventamento com fitas de aço galvanizado comumente feito nos painéis de Light Steel Framing. Espera-se que este estudo contribua com a redução de aço no sistema, principalmente em edificações de interesse social, e com a difusão do conhecimento técnico sobre o assunto.

**Palavras-chave:** Light steel framing; Compensado estrutural; Painel de cisalhamento.

### ***Abstract***

*The system known worldwide as Light Steel Framing it has been gaining ground in the Brazilian civil construction scenario. Therefore, this research has as main objective to investigate, by mean*

*an experimental study, the behavior of the connection of the structural plywood with the Light Steel Framing profiles system. To achieve the research objective, a bibliographic review was being done; the description, by means of flexure and shear tests, of the plywood boards; the evaluation of the connecting between self-tapping screws and the plywood boards fixed in the Light Steel Framing profiles system; and also an analysis of the possibility of eliminating of the galvanized steel strips bracing commonly made in the Light Steel Framing panels. It is hoped that this study will contribute to the steel reduction in the system, especially in buildings of social interest (low cost construction), and to the diffusion of technical knowledge about this subject.*

**Keywords:** *Light steel framing; Structural plywood; Shear wall*

## 1. Introdução

Após a Primeira Revolução Industrial, o ferro ganhou grande importância no cenário europeu, uma vez que ele foi utilizado em aplicações diversas. Com a Segunda Revolução Industrial, no fim do século XIX, o emprego do aço ganhou força e grandes edifícios europeus começaram a ser construídos em aço, ferro e vidro, como o Palácio de Cristal, em 1851, em Londres, e a Torre Eiffel, em 1889, em Paris. Nos Estados Unidos, o primeiro prédio feito em estrutura metálica foi o Home Insurance Company em Chicago, em 1885 (CONSUL STEEL, 2002).

Entre os anos de 1810 a 1860, a população dos Estados Unidos cresceu 10 vezes causando uma alta demanda, principalmente de habitações. Para atender a procura por moradias, buscou-se um sistema rápido, produtivo e prático, dos conceitos vindos da revolução industrial. Devido as grandes reservas florestais dessa época, surgiu o sistema construtivo denominado Wood Framing pelo emprego de madeira como matéria-prima (BEVILAQUA, 2005). Com o desenvolvimento tecnológico, o uso do aço nas construções foi sendo aprimorado, e ao fim da Segunda Guerra Mundial, surge naquele país um novo sistema, que ficou conhecido como Light Steel Framing (LSF), feito basicamente de perfis leves de aço galvanizado formados a frio.

No Japão, após a segunda Guerra Mundial, devido aos constantes incêndios ocasionados pelos ataques que o país sofria e, com o intuito de proteger as reservas de madeira, o governo proibiu o uso desse material nas construções, o que alavancou o uso de perfis de aço nas construções naquele país, tornando-o um grande produtor desse material. (SANTIAGO *et al.*, 2012).

O LSF é um sistema construtivo com inúmeras vantagens. Sua concepção é feita de forma racional, permitindo uma construção a seco, com poucos resíduos de obra, além de poder ser feito de forma rápida, em comparação às construções feitas em alvenaria.

O sistema é composto por perfis de aço galvanizado formados a frio que são obtidos a partir de bobinas de aço Zincado de Alta Resistência (ZAR) – 150 g/m<sup>2</sup> (alumínio-zinco) e 275 g/m<sup>2</sup> (zinco) e, tem resistência ao escoamento de no mínimo 230 MPa. Sua capacidade autoportante é devido a forma alinhada no qual se encontram os perfis, dando origem ao termo “in line framing”.

Seu sistema estrutural é dividido em dois subsistemas, os verticais e os horizontais, sendo que os subsistemas horizontais são suportados pelos verticais. Assim, os horizontais são

responsáveis por receber e transmitir as cargas de piso e teto, e os verticais conduzem as cargas verticais e horizontais para a fundação do edifício (RODRIGUES, 2016).

Para garantir que o sistema resista também aos esforços horizontais, é necessário que haja um contraventamento na parede estrutural (shear wall), que pode ser feito com fitas de aço galvanizado, bem como com painéis de revestimento.

Além do sistema principal, constituído de perfis de aço, há outros elementos que o compõe, como a fundação, os revestimentos estruturais e não-estruturais, como placas de madeira, placas cimentícias e placas de gesso, as instalações hidráulicas e elétricas, e também os isolamentos termo - acústicos.

Atualmente, o sistema é comumente empregado em países onde a construção civil é predominantemente industrializada. No Brasil, um dos maiores produtores de aço do mundo, as construções feitas em concreto armado ainda são predominantes, e o LSF ainda é pouco utilizado. No entanto, o uso do aço vem aumentando consideravelmente no país desde a década de 1980.

Diante desse contexto, esta pesquisa tem por objetivo principal analisar o comportamento da ligação do compensado estrutural no reticulado metálico do sistema construtivo LSF, por meio de um estudo experimental. Para isto, interessa avaliar o comportamento da ligação feita com parafusos autoatarraxantes entre as placas de compensado estrutural e o reticulado metálico do sistema LSF, assim como determinar ou confirmar, por meio de ensaios, algumas propriedades mecânicas do compensado. Com isso, este estudo poderá contribuir com a redução de aço no sistema Light Steel Framing, uma vez que tais placas podem vir a substituir as fitas de aço galvanizado utilizadas no contraventamento dos painéis estruturais, além de contribuir para a difusão do conhecimento técnico a respeito desse sistema e promover o seu uso no país.

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1 Pannel de cisalhamento**

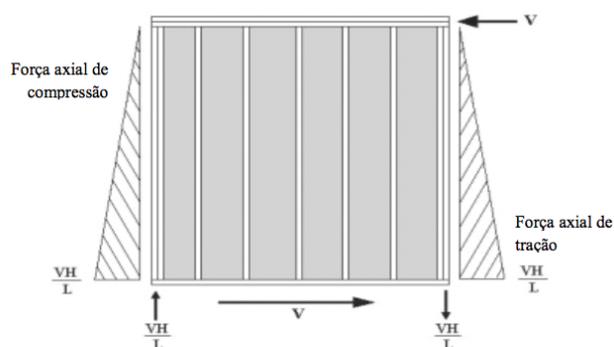
Para que o sistema LSF consiga resistir a esforços horizontais, é necessário que haja um contraventamento feito nas paredes estruturais, compostas de montantes separados entre si por 400 ou 600 mm, com fitas de aço galvanizado, pré-determinado no projeto, cuja forma mais comum é em formato de "X", como mostra a Figura 1. Quando esse formato não é adequado devido, por exemplo, a alguma abertura, pode-se utilizar o contraventamento em outros formatos, como em "K", "Λ" e "V" (RODRIGUES, 2016). Ainda é possível utilizar painéis estruturais de madeira, como o compensado e a placa de OSB, além de placas cimentícias para garantir a estabilidade da estrutura. O efeito diafragma é a capacidade que essas paredes têm em resistir às forças laterais, e o painel recebe o nome de diafragma rígido ou painel de cisalhamento (shear wall).



**Figura 1: Painel com contraventamento em "X". Fonte: Santiago, et al. 2012.**

As fitas de aço galvanizado são parafusadas com parafusos do tipo HEX com cabeça sextavada em uma placa denominada Gusset, de mesmo material, junto a montantes duplos, que ficam junto a ancoragem (hold down) do painel. Dessa forma, é possível que esforços transmitidos pelo contraventamento sejam absorvidos. Além disso, o ângulo entre a guia inferior e a fita de aço galvanizado deve estar compreendido entre 30° e 60°, para que não haja deformações no painel (RODRIGUES, 2016).

Já as placas de revestimento estruturais podem desempenhar a função de diafragma rígido no lugar das fitas aço galvanizado. No entanto, o desempenho estrutural deve ser garantido pelo fabricante do painel de revestimento ou por instituições de pesquisas por meio de testes comportamentais do material. Para que o painel exerça o efeito diafragma, conforme mostra a Figura 2, é preciso que ele esteja engastado na parte inferior e que seu deslocamento na parte superior esteja dentro dos limites preconizados nas normas brasileiras aplicáveis, dentre elas está a Norma 14762: 2010.



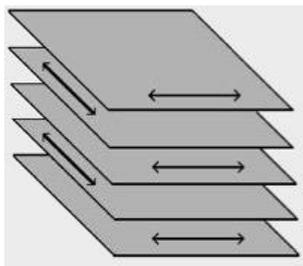
**Figura 2: Diagrama das forças do painel de cisalhamento. Fonte: Bredel, 2003**

## 2.2 Placa de compensado

As indústrias do setor florestal no país passaram por muitas mudanças a partir da década de 1980, uma vez que as florestas plantadas de rápido crescimento, como pinus e eucalipto, passaram a ser as principais produtoras de matéria-prima do setor, substituindo as florestas nativas. A madeira do gênero Pinus (taeda e elliotii) foi a primeira a ser usada na

substituição das madeiras nativas e, nos dias de hoje, é uma das mais utilizadas na fabricação de laminados, compensados, aglomerados, MDF e placas de OSB (IWAKIRI *et al.*, 2007).

Conforme a Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI, 2007), o compensado é um painel de madeira, conhecido mundialmente por plywood, feito de colagem de lâminas de madeira sobrepostas, cujas fibras são dispostas perpendicularmente a cada lâmina, a fim de que possa garantir maior resistência mecânica e física, como mostra a Figura 3.



**Figura 3: Posicionamento das lâminas de compensado. Fonte: Dias, 2005**

Ainda, segundo Iwakiri *et al.* (2007), as resinas de fenol-formaldeído ou ureia-formaldeído são responsáveis pela colagem das lâminas do painel, e o processo de prensagem das lâminas demanda atenção em relação ao teor de umidade e pressão. Ademais, o tipo de resina usada dependerá do tipo de compensado. No mercado há sete tipos de compensados, são eles, laminados, sarrafeados, decorativos, industrial, naval, resinado e plastificado.

A ABIMCI, divide os painéis de madeira compensada quanto aos tipos de aplicação, são eles, os compensados estruturais, utilizados em paredes, pisos e tetos; e, os não estruturais, utilizados em andaimes, tapumes, folhas de porta, bem como na fabricação de móveis e pisos de madeira decorativos.

Segundo seus fabricantes, o compensado estrutural tem qualidade superficial, estabilidade dimensional, assim como, baixa condutividade térmica e acústica, resistência a água e ótimo custo-benefício. Eles são fabricados conforme as normas, que garantem a resistência do compensado estrutural à flexão estática, item importante levado em consideração ao assegurar a estabilidade da estrutura em Light Steel Frame e Wood Frame. A empresa Globalwood, responsável pela fabricação de madeiras serradas, compensados e placas de OSB, faz uma comparação entre o desempenho físico e mecânico do painel compensado e das placas de OSB. Segundo a empresa, os dois painéis são estruturais e têm desempenho semelhante quando produzidos com colas à prova d' água.

### **2.3 Sustentabilidade**

Os compensados, segundo as empresas que os fabricam, estão sob rigorosos critérios socioambientais, com seus produtos feitos de madeira reflorestada e de baixa emissão de formaldeído. Essa preocupação é devido ao fato de a indústria da construção civil ser uma das que mais polui no mundo. Ela gera grande impacto no meio ambiente, sendo uma das grandes responsáveis pela grande quantidade de CO2 emitido na atmosfera, pelo

esgotamento das reservas naturais, pelo lixo depositado de forma indevida na natureza, pela degradação do solo, entre outros impactos que atingem também outras esferas além da ambiental, como a econômica e a social. Ademais, esse setor não gera resíduos apenas quando está produzindo seus materiais, as edificações quando prontas também geram resíduos ao longo de toda sua vida útil, principalmente quando essas edificações são pouco sustentáveis.

As empresas de placas de compensado, muitas vezes, também garantem, além do uso de madeira reflorestada, a recuperação de áreas degradadas, a conservação de remanescentes florestais, o gerenciamento de resíduos, o controle de atividades ilegais, como a caça, pesca e extração, e, asseguram também o sistema agroflorestal, que permite o uso diversificado da terra. Também, os fabricantes prezam pelo certificado internacional FSC (Forest Stewardship Council), no qual certifica que as madeiras utilizadas sejam produzidas sob condições sustentáveis, visando não só a responsabilidade ambiental, mas também a social e a econômica.

Devido a necessidade da sustentabilidade na construção civil, inúmeras pesquisas estão sendo feitas com o intuito de minimizar os impactos gerados por esse setor. Nesse cenário, podemos encontrar a Análise do Ciclo de Vida (ACV), uma das principais metodologias atuais de análise ambiental, capaz de avaliar os impactos ambientais gerados pelos materiais de construção, desde sua produção até o seu descarte. Apesar de existir muitos estudos na atualidade para diminuir os danos que a indústria da construção civil causa no meio ambiente, ainda é necessário mais investimentos no setor, como políticas públicas de redução de gases na atmosfera e de controle a exploração de recursos naturais, e de incentivo a pesquisas para a criação de materiais construtivos mais sustentáveis.

#### 2.4 Pesquisa realizada por Serrette *et al.* (1997)

Na pesquisa realizada por Serrette *et al.* (1997), foi comparado o comportamento do compensado, placa de OSB, gesso acartonado e MDF no fechamento de paredes estruturais do sistema construtivo LSF. O teste foi feito para um mesmo espaçamento entre os conectores metálicos, com boa fixação e ancoragem das paredes na base. O resultado da Tabela 1 mostra que o compensado possui a maior resistência lateral às paredes em relação aos outros materiais de fechamento.

Material de fechamento	Comparativo de carga máxima
Compensado 11,9mm, APA rated exposure 1 – parafusos No. 8 x 31,7mm	100%
OSB 11,1mm APA rated exposure 1 – parafusos No. 8 x 31,7mm	88%
Gesso acartonado 12,7mm Hardirock – parafusos No. 6 x 25,4mm	38%
Fiberboard 12,7mm Fiberboind – parafusos No. 6 x 31,7mm	35%

**Tabela 1: Relação entre a capacidade resistente lateral de paredes com diferentes materiais de fechamento. Fonte: Serrete *et al.*, 1997.**

## 2.5 Pesquisa realizada por Tian *et al.* (2004)

Na pesquisa feita por Tian *et al.* (2004), também foi realizada uma análise da rigidez dos painéis estruturais do sistema LSF, conforme os corpos de provas da Figura 4. Os resultados da pesquisa deixam claro que a placa de OSB e a cimentícia resistem aproximadamente à mesma força cisalhante, se comparados com os resultados apresentados pelos painéis contraventados por fitas metálicas, segundo a Tabela 2. Além disso, observou-se que, quanto maior for a espessura das placas e menor o espaçamento entre os parafusos, maior será a capacidade de o corpo de prova suportar maiores valores de cisalhamento.

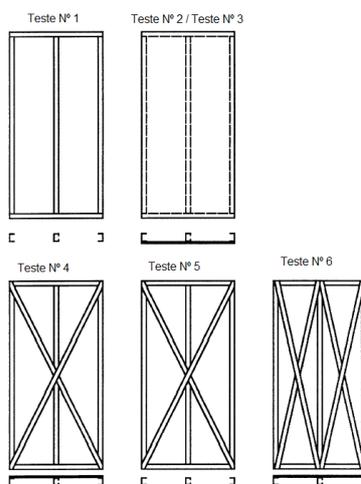


Figura 4: Corpos de Prova. Fonte: Tian *et al.*, 2004.

CP	Descrição	Força máxima cisalhante (KN)
1	Sem contraventamento e sem placa	0,4
2	Com OSB em apenas uma face	9,5
3	Com placa cimentícia em apenas uma face	9,9
4	Com contraventamento em X nas duas faces	10,3
5	Com contraventamento em X apenas uma face	5,2
6	Duplo contraventamento em XX nas duas faces	10,1

Tabela 2: Resultados obtidos. Fonte: Tian *et al.*, 2004

## 2.6 Pesquisa realizada por Silva (2017)

Silva (2017) comparou as propriedades físicas e mecânicas das placas de OSB com as do compensado naval, a fim de também utilizar as placas de compensado naval no contraventamento e/ou fechamento externo de um edifício em LSF. Segundo o autor, as obras financiadas pela Caixa Econômica Federal permitem apenas uso de placas de OSB e placas cimentícias em seus edifícios em LSF, logo seu trabalho cria uma possibilidade de aumentar a concorrência de placas de madeira estrutural no mercado, diminuindo assim os custos finais da obra em LSF.

O autor realizou ensaios mecânicos, conforme a Figura 5, para determinar o Módulo de Ruptura (MOR), o Módulo de Elasticidade (MOE) e o cisalhamento na linha de cola.

Também efetuou ensaios físicos para determinar o inchamento, o teor de umidade, massa específica aparente e a absorção de água.

Os resultados das análises do comportamento físico do compensado naval foram satisfatórios em relação à placa de OSB. No entanto, as propriedades mecânicas do compensado naval tiveram resultados menores em comparação ao painel de OSB.



Figura 5: Ensaio do compensado naval à Flexão Estática. Fonte: Leite, 2017.

## 2.7 Ensaio *Push-Test*

Conhecido também como ensaio de cisalhamento ou de deslizamento, o ensaio tipo *push-test*, é normalmente utilizado para a análise de conectores de cisalhamento na interface perfil metálico e concreto. Na literatura atual, foi encontrada a pesquisa desenvolvida por Possas (2015), que analisa o comportamento do reticulado metálico em LSF submetido ao cisalhamento. Assim, foi realizada em seu trabalho uma adaptação com o intuito avaliar o comportamento do parafuso de fixação na interface entre o perfil metálico e as placas de revestimento.

É importante que haja uma ação conjunta entre os três elementos, o reticulado metálico, a placa de revestimento e os parafusos de fixação, pois é nesse conjunto que atuam as forças de cisalhamento, as quais são transmitidas, pelos parafusos de fixação, para os elementos que compõem o reticulado metálico.

No ensaio de cisalhamento (*push-test*), o Eurocode 4 (EN 1994- 1-1:2004) recomenda aplicar incrementos de carga até atingir 40% da carga máxima esperada; em seguida, realizar 25 ciclos de carga/descarga entre as cargas correspondentes a 5% e 40% da de ruptura, evitar que esses incrementos provoquem ruptura antes de um período de 15 minutos; monitorar, durante todo o ensaio, o deslizamento relativo entre os componentes principais do corpo de prova, sendo este medido pelo menos até que a carga aplicada decresça em 20% da máxima e, medir, próximo aos conectores, a separação transversal entre os componentes principais.

Na pesquisa feita por Fuentes *et al.* (2014), realizou-se ensaios de cisalhamento entre perfis de madeira e placas de OSB. Os ensaios foram feitos com placas de OSB; grampos orientados a 0°, 45° e 90°; com e sem cola e carregamento nas direções paralela e perpendicular das fibras de madeira. Os resultados mostraram que quanto maior for a espessura das placas de OSB com grampos orientados perpendicularmente à direção das fibras de madeira (90°), menor o espaçamento entre eles, maior número de grampos, sem uso de cola, maior será a capacidade de o corpo de prova suportar o incremento de força.

### 3. Procedimentos metodológicos

Para alcançar os objetivos desta pesquisa, foi feita uma revisão bibliográfica a fim de verificar os ensaios que já foram realizados e os seus respectivos resultados para uma comparação posterior com os ensaios realizados durante este trabalho. Também, foi feito um estudo de normas brasileiras e estrangeiras com ênfase em recomendações referentes aos parafusos, propriedades mecânicas, resistências, dentre outras peculiaridades pertinentes ao assunto abordado.

Além da revisão bibliográfica, foi feita a determinação, por meio de ensaios de flexão e cisalhamento, de algumas propriedades mecânicas do compensado estrutural nas direções longitudinal e transversal da placa, tais como: módulo de elasticidade longitudinal; módulo de elasticidade transversal; tensão de ruptura à flexão estática e, tensão de cisalhamento.

Ademais, foram realizados os ensaios de cisalhamento, com variações nas espessuras do compensado e do perfil metálico considerando o espaçamento entre os parafusos incluído o posicionamento, para analisar o comportamento do conjunto compensado, parafuso e reticulado. Esse ensaio é determinado por meio de uma adaptação dos ensaios de cisalhamento, do tipo *Standard Push Test*, preconizado pelo Eurocode 4 (EN 1994-1-1, 2004).

Para facilitar os ensaios, os espécimes foram nomeados segundo a expressão: “*M1-A(0,80)- C (11,1) -L ou T -150 - E (1, 2 ou 3)*”, no qual “M1” é o tipo de modelo a ser ensaiado; “A” representa a espessura da chapa de aço dada em milímetros; “C” representa a espessura da placa de compensado, dada em milímetros; “L” e “T” representam a direção do corte da placa, sendo “L” as placas com corte na direção longitudinal às fibras externas da madeira e “T”, as placas na direção transversal; “150” é o espaçamento axial entre os parafusos, também dado em milímetros; e “E”, representa o número do espécime.

### 4. Resultados

Como parte dos resultados desta pesquisa de mestrado, foi feita uma série de ensaios para análise da ligação entre a placa de compensado estrutural e o perfil formado a frio. Na Figura 6 têm-se um espécime denominado de “*M1- 0,80 - C11,1- L -150 -E3*”, fabricado com montantes na extremidade, espaçados entre si de 400 mm, e com placas de compensado estrutural fixadas no perfil por parafusos autoatarraxantes, espaçados a cada 150 mm entre seus eixos. A chapa de aço utilizada tem espessura 0,80 mm de espessura e a placa de compensado tem espessura nominal de 11,1 mm.

Dessa forma, é realizado o ensaio *push-test*, e analisado o deslocamento médio da placa de compensado em relação ao reticulado metálico, concomitante ao incremento de força. Na Figura 7, tem-se um gráfico com a apresentação dos resultados de seis espécimes semelhantes a Figura 6. No entanto, três destes têm placas com corte na direção longitudinal às fibras da madeira, e contém a letra “L” em sua nomenclatura, e outros três, estão na direção transversal, e contém a letra T, na sua nomenclatura, como mostra a legenda da Figura 7.

Pode-se observar no gráfico que as placas na direção transversal às fibras de madeira suportam mais incremento de força e se deslocam mais em comparação às placas com corte na direção longitudinal. Além disso, os espécimes com placa de corte transversal apresentam uma maior área no gráfico em relação aos espécimes com corte transversal.

Ademais, é determinado o valor de rigidez inicial ( $K_e$ ) em cada ligação dos espécimes. Para isso, são considerados o valor entre 0,4 e 0,8 da força máxima atingida por cada parafuso e o deslocamento correspondente a essa variação. No exemplo ilustrado na Figura 7, foi encontrado um valor médio de  $K_e$ , para os espécimes com placas de corte na direção longitudinal, dado por 1556,62 N/mm e para as placas com corte na direção transversal foi encontrado o  $K_e$  com o valor médio de 1017,34 N/mm, uma vez que quanto maior a rigidez, menor o deslocamento médio.

Este trabalho é parte de uma pesquisa para a verificação posterior de uma possível substituição de parte do contraventamento do sistema LSF, por placas de compensado estrutural. Além dos ensaios de *push-test*, foram realizados ensaios para a caracterização da placa de compensado, a fim de poder compará-la a outros materiais de revestimento mais utilizados como o painel de OSB e a placa cimentícia.



Figura 6: Foto do espécime 'M1- 0,80- C11,1 - L- 150' ensaiado. Fonte: elaborado pelos autores.

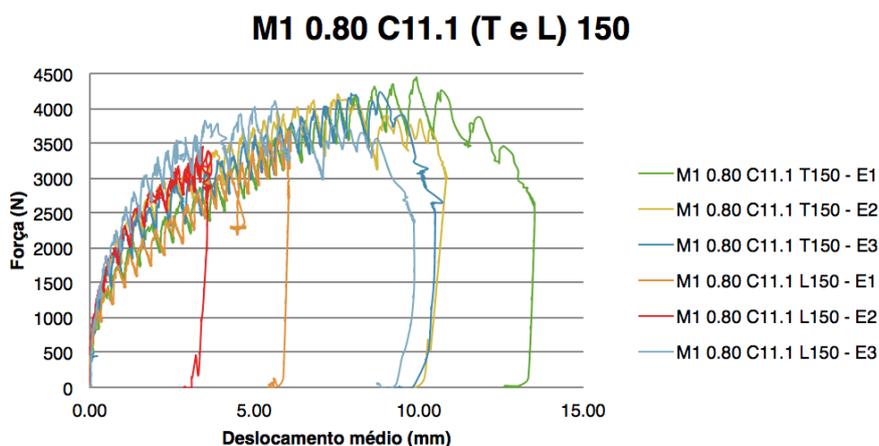


Figura 7: Gráfico Força x Deslocamento de algum dos modelos ensaiados. Fonte: elaborado pelos autores.

## 5. Considerações finais

Conforme as análises dos resultados deste trabalho, tem-se que os espécimes com placas com corte transversal têm certa tendência em suportar valores de cargas análogas em relação aos espécimes com placas de corte longitudinal. Os espécimes com placas com corte transversal suportaram cerca de 4,92% a mais de força em relação aos espécimes com corte longitudinal. Trata-se, portanto, de uma baixa diferença percentual. Enquanto, para os valores de  $K_e$ , os espécimes com corte longitudinal apresentaram valores de rigidez da ligação cerca de 53,01% maior em relação aos espécimes com corte transversal. Esse fato é explicado devido aos maiores valores de deslocamentos alcançados pelos espécimes com corte transversal.

Dessa forma, com base no gráfico analisado, recomenda-se que para suportar menores valores de deslocamento médio para uma mesma força, é indicado que o sistema LSF tenha em suas paredes estruturais placas trabalhando na direção longitudinal. No entanto, é necessário um estudo aprofundado em cada caso e uma análise geral sobre o resultado desta pesquisa de mestrado, como a verificação do espaçamento axial dos parafusos, espessura do perfil de aço e espessura da placa de compensado.

É importante ressaltar a importância de um embasamento científico para o emprego de placas de revestimento como elemento de contraventamento nas paredes estruturais do sistema LSF, uma vez que ainda não existe normalização sobre o assunto. A partir de referências bibliográficas, ensaios mecânicos e coletas de dados por meios computacionais, deseja-se uma contribuição técnico-científica para as novas edificações do sistema LSF.

Ademais, espera-se que esta pesquisa contribua para a normalização nacional sobre o assunto, e que seja possível a substituição das fitas de aço galvanizado por placas de compensado estrutural no contraventamento do sistema LSF, podendo assim permitir a redução de custos das obras em LSF, principalmente as edificações de interesse social.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE: *Compensado de Pinus – Catálogo Técnico nº 1*. Curitiba, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE: *Estudo Setorial 2004*. Curitiba, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14762: 2010. *Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio - Padronização*. Rio de Janeiro, 2010.

GUARARAPES. *Compensados Guaraply*. 2018. Disponível em: <<http://www.guararapes.com.br/compensados-guaraply/#certificacoes>>. Acesso em: 23 fevereiro 2018.

CONSULSTEEL. *Manual de Procedimiento: Construcción con Steel Framing*. Buenos Aires, 2002. 303p.

BEVILAQUA, R. *Estudo Comparativo do Desempenho Estrutural de Prédios Estruturados em Perfis Formados a Frio Segundo os Sistemas Aporticado e "Light Steel Framing"*. 2005. 247p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Departamento de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

DIAS, F. M. *Aplicação de Resina Poliuretana à Base de Mamona na Fabricação de Painéis de Madeira Aglomerada*, 2005.178p. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. EN 1994-1-1. Eurocode 4: Design of Composite Steel and Concrete Structures. *Part 1.1: General Rules and Rules for Buildings*. Bruxelas, Bélgica, 2004.

FUENTES, S., FOURNELLY, E., PITTI, R.M., BOUCHAR, A. Impact of Semi-rigidity of Joint on Timber Composite Truss Beam. In: Tandon, G.P. *et. al. Experimental Mechanics, of Composite, Hybrid, and Multifunctional Materials*. Vol. 6. p. 9-16. 2014.

POSSAS, L. de C. *Análise Experimental sobre a Força Resistente e o Comportamento da Ligação entre o Perfil de Aço e as Painéis de OSB com Parafuso Auto-Atarraxante no Sistema Light Steel Framing*. Trabalho de conclusão de curso - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

IWAKIRI, S., KEINERT, S., PRATA, J. G., ROSSO, S. Produção De Painel Compensado Estrutural De Eucalyptus Grandis E Eucalyptus Dunnii. *Floresta*, Curitiba, v. 37, n. 3. 2007.

RODRIGUES, F.C. *Steel Framing: Engenharia*. 2a edição revisada. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia - Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2016. 224p.

SERRETTE, R., ENCALADA, J., JUADINES, M., NGUYEN, H. Static racking behavior of plywood, OSB, gypsum, and fiberboard walls with metal framing. *Journal of Structural Engineering*, Vol. 123, número 8. ASCE, 1997.

SILVA, R. L. *Comparativo da placa de OSB Home Plus com a placa de compensado naval como contraventamento e fechamento vertical externo do sistema Light Steel Framing*. 2017. 81f. Trabalho de conclusão de curso - Centro Universitário Planalto do Distrito Federal (UNIPLAN), Brasília, 2017.

TIAN, Y. S.; WANG, J.; LU, T. J. Racking Strength and Stiffness of Cold-Formed Wall Frames. *Journal of Constructional Steel Research*. Cambridge, 2004, p. 1069-1093.

## **Análise comparativa de desempenho térmico e acústico entre vedações internas de alvenaria de bloco cerâmico e bloco de concreto celular autoclavado.**

### ***Comparative analysis of thermal and acoustic performance between internal ceramic block masonry seals and autoclaved cellular concrete block.***

**Carolina Marieli Ataíde, Acadêmica do curso de Engenharia Civil da UNIJUÍ.**

carolina.attaide@hotmail.com

**Tenile Rieger Piovesan, Orientadora, Professora do curso de Engenharia Civil da UNIJUÍ, Mestre - UFSM.**

tenile.piovesan@unijui.edu.br

#### **Resumo**

Com o avanço da entrada de novas tecnologias na construção civil, há o interesse em conhecer materiais que possuam agilidade, rapidez, flexibilidade e atendam às exigências de desempenho solicitadas pelos usuários. Através da análise de ensaios científicos realizados por estudos recentes, é possível conhecer os índices de desempenho acústico e térmico do bloco cerâmico vazado e do bloco de concreto celular autoclavado. A partir disso, foi possível realizar um comparativo e selecionar o material que se enquadra a partir das necessidades desejadas pelo consumidor. Apesar do bloco cerâmico vazado ser bastante difundido na cultura brasileira, o bloco de concreto celular autoclavado obteve melhor resultado nos desempenhos dos itens estudados. Portanto, os novos sistemas construtivos alavancados pela NBR 15.575 (ABNT, 2013) tornaram-se boas opções de utilização tanto para os usuários quanto para as empresas e construtoras, agilizando a execução, diminuindo custos e garantindo conforto.

**Palavras-chave:** Materiais de construção; Propriedades; Especificidades; Alvenarias.

#### ***Abstract***

*With the advancement of new technologies in civil construction, there is an interest in knowing materials that have agility, speed, flexibility and meet the demands of performance requested by users. Through the analysis of scientific studies carried out by recent studies, it is possible to know the acoustic and thermal performance indexes of the cast ceramic block and the autoclaved cellular concrete block. From this, it was possible to perform a comparative and select the material that fits from the needs desired by the consumer. Although the cast ceramic block was very widespread in the Brazilian culture, the autoclaved cellular concrete block obtained better results in the performance of the studied items. Therefore, the new building systems leveraged by NBR 15,575 (ABNT, 2013) have become good options for users, as well as for companies and builders, speeding execution, reducing costs and ensuring comfort.*