

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES EM *LIGHT STEEL FRAMING*¹

MONTEIRO, Paulo R. M. (1); BARRETO, Douglas (2); PALIARI, José Carlos (3)

(1) PPGE Civ-UFSCar, e-mail: paulo@allbizcompany.com; (2) PPGE Civ-UFSCar, e-mail: dbarreto@ufscar.br; (3) PPGE Civ-UFSCar, e-mail: jpaliari@ufscar.br

RESUMO

O sistema construtivo *Light Steel Framing* (LSF) vem surgindo como forte alternativa para modernização do subsetor de edificações como forma de resolver antigos problemas, como perdas de materiais, excesso de patologias e baixo desempenho da edificação como um todo ou de alguns de seus subsistemas. Este trabalho tem por objetivo analisar o desempenho dos subsistemas construtivos do LSF levando-se em consideração suas características. Classificado como pesquisa de cunho bibliográfico e documental, foram realizadas consultas em livros, dissertações, teses e artigos publicados em congressos e periódicos. Como resultado, foi abordado o desempenho do sistema construtivo LSF no tocante a Vida Útil de Projeto (VUP); Desempenho térmico; Desempenho acústico, Resistência ao fogo; Durabilidade do sistema; Desempenho das instalações prediais. Verificou-se que, nas edificações testadas e apresentadas nos documentos consultados, os materiais e os subsistemas ensaiados em laboratórios atendem ou superam aos principais requisitos de desempenho e qualidade estabelecidos pela Diretriz SINAT 003 Revisão 01, pela NBR 15.575:2013 e pela ISO 6241:1984.

Palavras-chave: Construção Civil. Desempenho. *Light Steel Framing*.

ABSTRACT

The building system *Light Steel Framing* (LSF) is emerging as a strong alternative for modernization of the subsector of buildings as a way to solve old problems, such as loss of materials, excess pathologies and low performance of the building as a whole or some of its subsystems. This work aims to analyze the performance of the LSF's subsystems constructive taking into consideration its features. Classified as bibliographical stamp of research and documentation, consultations were held in books, dissertations, theses and articles published in congresses and technical magazines. As the result, was approached the performance of LSF building system regarding the Service Life Planning; Thermal performance; Acoustic performance, Resistance to fire; System durability; Performance of building installations. It was verified that the edifications tested and presented in the documents consulted, materials and subsystems assayed in laboratories meet or exceed the main performance and quality established by Directive SINAT 003 Revision 01, the NBR 15575: 2013 and ISO 6241:1984.

Keywords: Construction Industry. Performance. *Light Steel Framing*.

¹ MONTEIRO, Paulo R. M.; BARRETO, Douglas; PALIARI, José Carlos. Desempenho das edificações em *light steel framing*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a indústria da construção civil brasileira clama por um maior grau de industrialização, além de implantação de sistemas de controle da qualidade, redução das perdas de materiais e melhor aproveitamento da mão de obra aplicada. Sistemas construtivos industrializados possuem características que mitigam estes e vários outros antigos problemas da construção civil. Santiago e Araújo (2008) afirmam que mão de obra qualificada, produção seriada e em escala de elementos padronizados, racionalização e possibilidade de gestão rígida dos processos e cronograma da obra, se contrapõem aos problemas próprios da construção artesanal.

Neste sentido o sistema construtivo *Light Steel Framing* (LSF) vem surgindo como forte alternativa para modernização do subsetor de edificações, indo ao encontro destas necessidades. Vivan, Paliari e Novaes (2010) afirmam que o LSF é um sistema construtivo industrializado que permite o melhor desempenho da produção articulada com projetos elaborados visando a montagem da edificação, portanto forma a base ideal para aplicação de processos a alcançar altos níveis de racionalização e seus benefícios.

Entretanto, o mercado da construção civil é conhecido por seu conservadorismo e mostra-se tímido em termos de inovações tecnológicas, apresentando diversas barreiras (TOLEDO, ABREU, JUNGLES 2014). Desta forma, segundo Barros (1988) e Sabbatini, Barros (2003), todo sistema inovador que pretende consolidar sua aceitação no mercado deve comprovar sua eficiência.

Avaliar o desempenho das edificações e seus subsistemas é um importante avanço para o setor. Outrora considerado pelo mercado um conceito subjetivo, ganhou força e objetividade no cenário nacional com a publicação da NBR 15.575 (ABNT, 2013), que estabeleceu parâmetros, objetivos e quantitativos passíveis de serem medidos. Especificamente, para o LSF, o Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT), objetivando avaliar novos produtos e processos construtivos, quando estes não são abrangidos por normas técnicas prescritas, publicou em 2012 a Diretriz Sinat 003 Revisão 01, apresentando também de forma objetiva a caracterização técnica do produto, além dos requisitos e critérios mínimos de desempenho.

2 OBJETIVOS

Analisar o desempenho dos sistemas e subsistemas prediais aplicados em edificações construídas no sistema construtivo LSF.

3 MÉTODO

A pesquisa realizada neste trabalho pode ser classificada como bibliográfica e documental. Isto porque a pesquisa em mãos é constituída de livros, dissertações, teses, artigos e congressos apresentados, notoriamente relevantes sobre o tema. Quanto à metodologia o trabalho faz uso do método dialético. Esta opção se justifica porque o trabalho busca analisar

criticamente os fatores positivos e negativos, juntamente com outras técnicas construtivas ao longo do mesmo.

Para tanto, fez-se uma revisão bibliográfica do sistema construtivo LSF, juntamente com o método de execução e analisou-se o desempenho e a relação racional e sistêmica de seus principais subsistemas.

4 O SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING

Segundo definição de Santiago, Freitas e Crasto (2012) o LSF é racionalizado desde sua concepção e caracterizado por ser 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 formando o subsistema estrutural”. Vários subsistemas como o de vedação, isolamento termo-acústico, instalações elétricas, hidráulica e outros, são racionalmente adicionados à estrutura de forma seca, passíveis de chegarem à obra com alto grau de pré-fabricação, possibilitando rapidez de execução. Essas características conferem ao LSF a nomenclatura de sistema industrializado.

Analogicamente pode-se comparar o sistema LSF ao gesso acartonado por apresentarem semelhanças visuais e, a partir deste ponto, entender as diferenças conceituais que o caracteriza. No LSF a estrutura da edificação é formada por um esqueleto composto por painéis em perfis leves, com espessuras nominais usualmente variando entre 0,80mm a 2,30mm e revestimento de 180g/m² para áreas não marinhas e 275g/m² para áreas marinhas, em aço galvanizado, projetados para suportar todas as cargas da edificação. Já o gesso acartonado é um subsistema de vedação, não estrutural, que utiliza aço galvanizado em sua sustentação, com espessura nominal de 0,50mm, com necessidade de revestimento de zinco média de 120g/m² e que necessita da estrutura da edificação para suportá-lo.

5 DESEMPENHO E VIDA ÚTIL DE PROJETO

5.1 Conceito de Desempenho

O conceito de desempenho teve origem nas exigências de segurança estrutural de produtos da indústria bélica e aeroespacial na Segunda Guerra Mundial, na construção civil, tal conceito foi primeiramente abordado em 1962 durante a realização do 2º Congresso do CIB – *International Concil for Research and Innovation in Building and Construction* e nas suas edições seguintes de 1965 e 1968, mas foi somente em 1970 que se foi criada a comissão de trabalho do CIB - W60 - “*The performance concept in building*”.

Atualmente a ISO 6241- *Performance standards in building: principles for their preparation and factors to be considered* (ISO, 1984) é um importante instrumento referencial internacional com foco nas exigências do produto, seja ele o edifício todo ou algum subsistema, estabelecendo requisitos no seu comportamento em uso e não simplesmente na prescrição de

procedimentos construtivos. Tais requisitos podem ser utilizados para avaliações de novas tecnologias, além de servirem como balizamento para os desenvolvedores de projetos e produtos.

A norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) define desempenho como “Comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas”. Portanto, entendemos pela expressão “em uso” que a edificação e todos seus sistemas devem atender às exigências dos usuários quando solicitados e passíveis de serem avaliados por métodos e critérios tanto objetivos quanto normalizados durante toda a sua vida útil.

A mesma norma, além de possuir as funções de avaliações das novas tecnologias e de balizar projetos e produtos em desenvolvimento, atua como norteadora do mercado da construção civil disciplinando ações judiciais embasadas na Lei Federal 8.078, Código de Defesa do Consumidor (Brasil 1990) que proibiu a colocação no mercado de qualquer produto ou serviço “em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes [...] pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial”.

5.2 Vida Útil de Projeto (VUP)

Definida como o período estimado teórico de tempo para o qual um sistema é projetado, deve atender durante todo este período aos requisitos de desempenho preestabelecidos (especificações qualitativas). Para tanto, considera-se o estágio do conhecimento no momento do projeto e o atendimento da periodicidade e execução dos processos de manutenção especificados. A NBR 15.575-1 - Edificações Habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos Gerais (ABNT, 2013) estabelece o período de 50 anos como Vida Útil de Projeto Mínima (VUP_{mínima}), para a edificação como um todo (Tabela 1), sendo que a escolha de outros períodos cabe aos intervenientes no processo de construção.

Tabela 1: Vida Útil de Projeto (VUP)

Sistema	VUP mínima anos
Estrutura	≥ 50 segundo ABNT NBR 8681-2003
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Fonte: NBR 15.575-1 (2013)

6 DESEMPENHO E DURABILIDADE DO LSF

6.1 Avaliação Técnica Estrutural

O sistema construtivo passou por ensaios de avaliação técnica no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) para obtenção do Documento de Avaliação Técnica (DATec) nº 14 que tem como proponente a empresa multinacional privada Saint Gobain e DATec nº 15 solicitado pela paranaense LP Brasil. A única substancial diferença entre os ensaios ficou por conta do fechamento da face externa das paredes externas é formado por placas cimentícias na primeira avaliação e por chapas de OSB estrutural com barreira impermeável e régua (siding) vinílica na segunda.

Segundo os mesmos documentos, são atendidos os critérios previstos na Diretriz SINAT 003 Revisão 01 referentes ao desempenho estrutural, à estanqueidade à água de paredes internas e externas decorrente da ocupação do imóvel.

Bevilaqua (2005) salienta que o uso dessas chapas de OSB atuando como diafragmas rígidos horizontais e verticais é bastante positivo. Independente do sistema de contraventamento, quando projetados corretamente, o sistema tem um ótimo desempenho estrutural, resistindo a todos os esforços solicitantes horizontais e verticais, apresentando deslocamentos horizontais e verticais bem menores quando comparados aos do sistema aporticado. Ainda segundo a mesma autora, considerando os excelentes resultados obtidos, o LSF é perfeitamente aplicável em prédios com até 7 pavimentos seguindo os preceitos da NBR14.762 (ABNT, 2001).

6.2 Desempenho Térmico

O objetivo do isolamento de uma edificação é controlar as condições térmicas sujeitas aos agentes climáticos externos indesejados. No LSF este conceito se dá pela isolação multicamada, combinando placas leves de fechamento com preenchimento de material isolante. Gomes (2007) considera que as adaptações climáticas a serem feitas no sistema são referentes principalmente ao projeto, pois mesmo utilizando fechamentos que amenizam as condições climáticas, uma edificação com problemas de concepção construtiva não é capaz de atingir o desempenho de conforto ambiental requerido.

Isto ficou claro na avaliação do desempenho térmico do DATec 014 que considerou todas as 8 zonas previstas na NBR 15.220-3 Zoneamento Bioclimático Brasileiro (ABNT, 2004) e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social, e no DATec 015, que avaliou as zonas Z1, Z3 e Z8. Os resultados, apresentados nos Quadros 1 e 2 respectivamente, demonstram que as edificações que empregam o sistema construtivo LSF proposto pelas empresas somente atendem ao critério de desempenho térmico mínimo dependendo da tipologia de projeto considerada, das cores dos acabamentos externos e do sombreamento, não somente da espessura do isolante usado no forro e vedos.

Quadro 1: Síntese da avaliação do desempenho térmico - DATec 014

Zonas Bioclimáticas	Camada de isolante sobre forro (mm) ⁽²⁾	Cor do acabamento externo das paredes ⁽¹⁾			
		Condição padrão ⁽³⁾	Com sombreamento ⁽⁴⁾	Com ventilação ⁽⁵⁾	Com sombreamento e ventilação ⁽⁶⁾
1	50	Não atende	Claras ou Médias	Não atende	Claras ou Médias
2	50	Não atende	Claras ou Médias	Não atende	Claras ou Médias
3	50	Não atende	Claras ou Médias	Não atende	Claras ou Médias
4	50	Claras	Qualquer cor	Claras ou Médias	Qualquer cor
5	50	Não atende	Claras ou Médias	Não atende	Claras ou Médias
6	50	Não atende	Claras ou Médias	Não atende	Claras ou Médias
7	50	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor
8	100	Não atende	Claras	Não atende	Claras

Fonte: IPT (2013 A)

Quadro 2: Síntese da avaliação do desempenho térmico - DATec 015.

Zonas Bioclimáticas	Camada de isolante térmico sobre o forro (mm) ⁽¹⁾	Camada de isolante térmico no núcleo da parede externa (mm)	Beiral: projeção horizontal (mm)	Cor do acabamento externo das paredes			
				Condição padrão ⁽²⁾	Com sombreamento ⁽³⁾	Com ventilação ⁽⁴⁾	Com sombreamento e ventilação ⁽⁵⁾
1	50	-	600	Não atende	Não atende	Não atende	Cores claras
3	50	-	600	Não atende	Não atende	Não atende	Cores claras
8	100	50	1000	Não atende	Não atende	Não atende	Cores claras

Fonte: IPT (2013 B)

Ainda segundo Gomes (2007) os conceitos de projetos destinados a Habitações de Interesse Social (HIS), tipologia objeto dos dois DATecs, necessitam ser revistas, ainda que pese o fator custo como uma das suas principais diretrizes.

6.3 Desempenho Acústico

Segundo Michalski (2011), diversos tipos de materiais podem e devem ser usados simultaneamente na construção dos subsistemas da edificação para proporcionar melhorias no isolamento sonoro entre ambientes, isto ocorre quando há uma redução significativa da passagem de som de um ambiente para outro. Ainda, segundo o mesmo autor, esta necessidade emana da obrigatoriedade do edifício de proporcionar conforto e privacidade aos seus ocupantes atendendo Normas Técnicas e ISOs vigentes. A Tabela 2 apresenta a quantificação do isolamento de uma parede, quantificando-o de pobre à excelente de acordo com a Perda de Transmissão (PT) apresentada (SALES 2001).

Tabela 2: Qualificação do isolamento acústico.

Quantificação do isolamento	Perda de Transmissão (PT)	Condições de audição
Pobre	< 30 dB	Compreende-se a conversação normal facilmente através da parede.
Regular	30 a 35 dB	Ouve-se a conversação em voz alta, mas não se entende bem a conversação normal.
Bom	35 a 40 dB	Ouve-se a conversação em voz alta, mas não é facilmente inteligível.
Muito bom	40 a 45 dB	A palavra normal é inaudível e em voz alta é muito atenuada, sem compreensão.
Excelente	> 45 dB	Ouvem-se muito fracamente os sons muito altos.

Fonte: Sales (2001)

Outra forma de avaliar a acústica do conjunto de vedação leva em consideração apenas os valores obtidos para a parede, desde que os demais elementos tenham isolamento maior ou igual à mesma. Kruger (2000) estudou diversos elementos construtivos considerando a Classe de Transmissão de Som Aéreo (CTSA) que também indica a capacidade do material de reduzir o nível sonoro entre dois ambientes em decibéis (dB). Essa grandeza, obtida em laboratório para determinado componente construtivo, pode ser comparada com outros ensaios apesar de não considerar o isolamento do ambiente. Pela tabela 3 percebemos que para atingir o mesmo valor absoluto de isolamento que sistemas construtivos a seco como o drywall e o LSF obtêm com 13,5 cm de espessura, o sistema construtivo tradicional necessita de 25 cm de espessura.

Tabela 3: Classe de som aéreo para elementos construtivos.

Componente da Construção	CTSA
Parede de tijolo com 25 cm	52
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 400 mm com placas de gesso de 15 mm em ambos os lados sem isolamento com lã mineral	34
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 400 mm com placas de gesso de 15 mm em ambos os lados com isolamento de lã mineral de 50 mm de espessura	38
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 600 mm com placas de gesso de 15 mm em ambos os lados com isolamento de lã mineral de 75 mm de espessura	45 - 49
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 600 mm com 2 placas de gesso de 15 mm em ambos os lados com isolamento de lã mineral de 75mm de espessura	50 - 54

Fonte: Adaptado de Kruger (2000)

O IPT (2013) realizou ensaios para verificar o índice de isolamento sonora das paredes de fachada e das paredes de geminação, conforme síntese dos critérios e resultados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Classe de som aéreo para elementos construtivos

Elemento	Valor mínimo (Rw em dB), Diretriz SINAT 003 e NBR 15.575-4:2013	DATec 14 Valor de Rw determinado em laboratório (dB)	DATec 15 Valor de Rw determinado em laboratório (dB)
Parede entre unidades	45	51	47
Fachadas	20 a 30 dependendo da proximidade da fonte de ruído	50	39

Fonte: Dos autores

Para paredes de fachadas, é importante ressaltar para a necessidade da adoção de esquadrias externas com isolamento sonora adequada e com valores mínimos de redução sonora (Rw) para o perfeito desempenho acústico do sistema construtivo.

6.4 Resistência ao Fogo

As construções em LSF têm as duas faces das paredes de geminação e a face interna das paredes de fachadas compostas por duas chapas de gesso para drywall resistente ao fogo (RF) de 12,5mm. Da mesma forma, o material comumente aplicado nestes casos para isolamento interno, lâ de vidro ou lâ de rocha, também é incombustível, caracterizando este subsistema como não propagador de chamas e fumaça.

Os ensaios para determinação da resistência ao fogo das paredes de geminação realizada pelo IPT (2013) foram realizados com uma carga vertical uniformemente distribuída no topo da parede de 600kgf/m, simulando os esforços sofridos por uma casa térrea, e consideraram resistência ao fogo de 30 minutos. As paredes ensaiadas mantiveram a estanqueidade, o isolamento térmico e a estabilidade estrutural pelo período mínimo determinado de 30 minutos. Portanto, concluíram os pesquisadores que este sistema construtivo atende ao critério da Diretriz SINAT N°003 Revisão 1 quanto à segurança ao fogo.

Souza (2010) constatou que é possível atender ao Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) superior a 120 minutos quando necessário com o acréscimo de uma segunda placa de gesso proporcionando uma redução significativa da elevação da temperatura ao longo da espessura da parede, o mesmo autor afirma que as proteções desenvolvidas para o perfil metálico mostram-se bastantes satisfatórias, proporcionando redução significativa da temperatura.

6.5 Durabilidade

A durabilidade de qualquer edificação está relacionada diretamente a estanqueidade e resistência à água oriunda de fontes externas e internas, neste quesito, Lima (2013) sugere que ainda existe a necessidade de mais estudos para melhorar o desempenho das vedações, incluindo a cobertura.

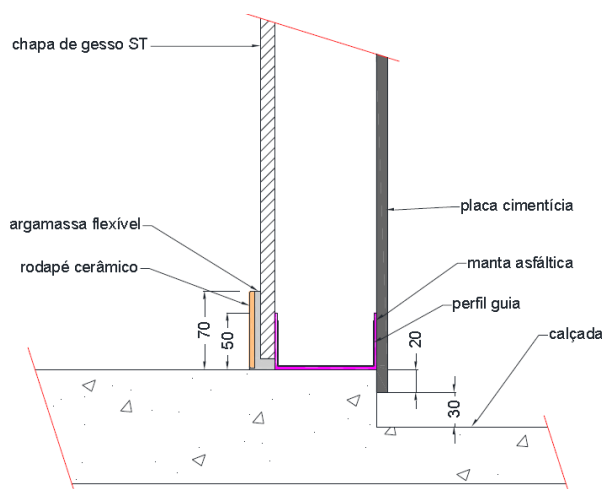
Somados, os dois DATec avaliaram a durabilidade do sistema pela análise de

detalhes construtivos especificados em projeto e constatados em obra, ensaiaram em laboratório trechos de paredes e por envelhecimento acelerado os seguintes componentes, Perfis de aço; Parafusos; Componentes metálicos; Placas cimentícias; Chapas de OSB e Siding vinílicos.

Nos detalhes construtivos foi verificada com destaque a inserção de embasamento e de uma tira de manta asfáltica na interface entre a fundação e o perfil guia inferior de todos os quadros estruturais, de todas as paredes, destinada a evitar o contato dos perfis metálicos com a umidade ascendente proveniente da fundação, assim como o cobrimento das laterais do quadro estrutural de aproximadamente 50 mm de altura para evitar o contato dos perfis e das chapas delgadas com eventual umidade do piso, proveniente das lavagens, manutenções, chuvas ou outras atividades de uso.

Tal procedimento em detalhe construtivo está apresentado na Figura 1. Entretanto não foi encontrado o mesmo detalhe em nenhuma outra bibliografia pesquisada ou mesmo qualquer imagem publicada por outras empresas especializadas neste sistema construtivo, limitando esta aplicação apenas na porção imediatamente abaixo do montante do painel (Figura 2).

Figura 1: Corte esquemático. Interface de quadro metálico com fundação.



Fonte: IPT (2013 A)

Figura 2: Manta aplicada sob o montante.



Fonte: www.equipededeobra.pini.com.br (2012)

Todas as amostras, tanto dos componentes quanto dos trechos de paredes ensaiados em laboratórios foram aprovados quando destinados à aplicação em ambientes rurais, urbanos, e marinhos, atendendo aos critérios da Diretriz SINAT 003 Revisão 01. A grande limitação do sistema construtivo LSF se deve a não aplicação em ambientes de elevada agressividade ambiental, entendida como atmosferas industriais ou atmosferas ao mesmo tempo marinhas e industriais.

6.6 Desempenho das Instalações Prediais

O desempenho de todas as instalações prediais não sofre alteração em função do sistema construtivo. Neste sentido, as especificações gerais para projetos de instalações, os princípios de dimensionamento, de perdas de carga, considerações das propriedades dos materiais e caminhamento das instalações, continuam os mesmos adotados nos sistemas construtivos convencionais (SANTIAGO, FREITAS, CRASTO, 2012). Alguns cuidados específicos devem ser observados na sua execução, oriundo do fato de a parede das edificações em LSF não possuir massa em seu interior, portanto, necessitam de suportes e montantes para fixação das instalações, quando embutidas atravessam os perfis dos painéis por furos nas suas almas, atendendo aos parâmetros estabelecidos na NBR 15.253 (ABNT, 2005).

Campos e Souza (2010) enfatizam a facilidade e rapidez do processo de manutenção e correção das patologias em instalações embutidas, quando comparado aos sistemas construtivos tradicionais devido a não exigência de rasgar os vedos. Tal facilidade vai ao encontro dos conceitos envolvendo desempenho, VUP e seus requisitos de validação mediante o atendimento aos processos de manutenção especificados, juntamente com sua periodicidade.

7 CONCLUSÕES

No decorrer deste estudo bibliográfico e documental, pode-se verificar que os subsistemas do Light Steel Framing testados atenderam aos principais requisitos de desempenho e qualidade estabelecidos pela Diretriz SINAT 003 Revisão 01, pela NBR 15.575 (ABNT, 2013) e pela ISO 6241 (ISO, 1994), apresentando em alguns casos desempenhos específicos superiores, como o estrutural, os vedos no tocante ao isolamento acústico, que é passível de maior controle sem aumentar expressivamente sua espessura, acarretando ganho de área útil do imóvel e a facilidade da manutenção preventiva e correção das patologias dos sistemas prediais. O desempenho térmico só pode ser considerado satisfatório mediante a adoção de outras características do projeto arquitetônico.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14762:2001: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio - Procedimento. Rio de Janeiro, 2001.

_____. NBR 15.220-3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. Rio de Janeiro, 2004.

_____. NBR 15.253: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações – Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 15.575-1: Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais –. Rio de Janeiro, 2013.

Barros, M. M. B. de. Premissas para a implantação de inovações tecnológicas na produção de edifícios - Anais eletrônicos da Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 1988. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART483.pdf>. Acessado em maio de 2016.

Barros, M. M. B. de, Sabbatini, F. H. Diretrizes para o processo de projeto para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios - Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2003

BEVILAQUA, R. Estudo comparativo do desempenho estrutural de prédios estruturados em perfis formados a frio segundo os sistemas aporticado e "light steel framing". 2005. 225p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2005.

BRASIL. Lei Federal 8.078 de 11 de setembro de 1990. Código de Defesa do Consumidor. Brasília, 1990.

BRASIL. Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Habitação. Programa Nacional da Qualidade e Produtividade do Habitat. Sistema Nacional de Avaliações Técnicas - Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos SINAT 003 – REVISÃO 01. Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (sistemas leves tipo "light steel framing"). Brasília. 2012.

CAMPOS H. C., SOUZA H. A. Avaliação pós-ocupação de edificações estruturadas em aço, focando edificações em light steel framing. CONSTRUMETAL – CONGRESSO LATINO-AMERICANO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA São Paulo, 2010.

GOMES, A. P. Avaliação do desempenho térmico de edificações unifamiliares em light steel framing. 2007 172p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Ouro Preto - MG, 2007.

IPT Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Documento de Avaliação Técnica No 14. Sistema Construtivo a seco Saint-Gobain - Light Steel Frame. São Paulo. 2013 A

IPT Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Documento de Avaliação Técnica No 15. Sistema construtivo LP Brasil OSB em Light Steel Frame e fechamento em chapas de OSB revestidas com siding vinílico. São Paulo. 2013 B

ISO 6241: *Performance standards in building: principles for their preparation and factors to be considered* – Londres. 1984

KRUGER, P. von. Análise de Painéis de Vedação nas edificações em estrutura metálica. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2000.

LIMA, R. F. Técnicas, métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo *light steel frame*. 2013. 144p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2013.

MICHALSKI, R. L. X. N. Metodologias para medição de isolamento sonoro em campo e para expressão da incerteza de medição na avaliação do desempenho acústico de edificações. 2011. p.197 Tese (Doutorado) Programa de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

Revista Equipe de Obra, ed. Pini edição 52 Outubro/2012 - Passo a Passo: Estrutura de steel frame. Disponível em < <http://equipededeobra.pini.com.br/construcao-reforma/52/artigo267880-1.aspx>> Acessado em maio de 2015.

SALES. U. C. Mapeamento dos problemas gerados na associação entre sistemas de vedação e estrutura metálica e caracterização acústica e vibratória de painéis de vedação. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2001.

SANTIAGO, A. K., ARAÚJO, E. C. De. Sistema light steel framing como fechamento externo vertical industrializado. 2008. CONSTRUMETAL – Congresso Latino-Americano da Construção Metálica São Paulo, 2008.

SANTIAGO, A. K., FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. Steel framing: arquitetura. 2012. . IBS – Instituto Brasileiro de Siderurgia. CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2012.

SOUZA, M. F. Estudo numérico do isolamento térmico de painéis do sistema light steel framing em situação de incêndio. 2010. 174p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2010.

TOLEDO, R. de; ABREU, A. F. de; JUNGLES, A. E. A difusão de inovações tecnológicas na indústria da construção civil. In: ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014. Maceió-AL. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_563.pdf> Acessado em maio de 2016.

VIVAN, A. L. ; PALIARI, J. C. ; NOVAES, C. C. Vantagem produtiva do sistema light steel framing: da construção enxuta à racionalização construtiva. In: ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010. Canela-RS.