AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ACÚSTICO DE UMA VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNA EM WOOD FRAME PELO ENSAIO DE CAMPO

MURARI, Alexandre Rodriguez (1); STAMATO, Guilherme Côrrea (2); PABLOS, Javier Mazariegos (3)

(1) Mestrando em Arquitetura e Urbanismo, IAU USP, alexandre.murari@usp.br; (2) Stamade Projeto e Consultoria em Madeira LTDA, Brasil, stamade@terra.com.br; (3) ArqTeMa, IAU USP, pablos@sc.usp.br

Resumo: *A norma NBR 15575 (ABNT, 2013) estabelece critérios para avaliação de desempenho de edificações habitacionais. Este artigo tem como objetivo avaliar o desempenho acústico de uma vedação vertical externa (conjunto fachada e cobertura) em wood frame, por meio do método de engenharia realizado em campo. Para isso realizou-se testes em campo, de isolamento ao ruído aéreo da vedação externa (conjunto fachada e cobertura), para determinação do isolamento sonoro global. A tipologia avaliada apresentou um nível de desempenho superior para as faixas de frequência de ruído agudas, médias e graves. Pode-se concluir que a tipologia avaliada possui um desempenho acústico satisfatório, acima do mínimo recomendado.*

Palavras-chave: *Desempenho acústico, NBR 15575 (ABNT, 2013), Isolamento Acústico, Wood Frame.*

Área do Conhecimento: *Arquitetura e Urbanismo – Desempenho de edificações.*

1 INTRODUÇÃO

O sistema construtivo wood frame é um sistema industrializado, com diversas vantagens, relativas ao custo, com rápida execução, alta durabilidade e excelente desempenho estrutural, acústico e térmico. Basicamente, consiste em painéis estruturados em madeira *pinus sp.* de floresta plantada tratada autoclavada, combinada com diferentes materiais para revestimento interno e externo, com materiais isolantes no seu interior, para proteção de intempéries, contra o fogo e para melhorar o desempenho (MOLINA; JUNIOR, 2010).

Mesmo sendo largamente utilizado na construção de habitações, em países como os EUA, Canadá, Japão, Alemanha, Nova Zelândia e Chile, ainda está em fase de implantação no Brasil, por diversos fatores, como os culturais, que implicam em uma baixa aceitação por parte dos usuários, que muitas vezes não conhecem o sistema construtivo wood frame e associam a madeira com desempenho inadequado quando utilizada em sistemas construtivos de habitações, em vista de exemplos de habitações de baixa qualidade executadas em madeira, de forma artesanal, sem projeto e matéria-prima adequados, ou até por imposições de mercado, pelo uso de estruturas predominantemente de concreto armado.

Pode-se definir o som como qualquer variação de pressão (em um meio de propagação como o ar e a água) captada pelo ouvido humano, sendo assim uma sensação produzida no sistema auditivo. O ruído é um som sem harmonia, composto por um som ou um conjunto de sons indesejáveis, desagradáveis e/ou perturbadores para o ser humano. O critério que distingue o som do ruído é o agente perturbador, que pode variar conforme o fator psicológico de tolerância de cada indivíduo (BISTAFA, 2006).

As normas brasileiras NBR 10151 (ABNT, 2000) e NBR 10152 (ABNT, 1987), estabelecem, com base no tipo de área analisado (áreas rurais, urbanas, mistas e industriais), critérios de avaliação para ambientes externos para avaliação de ruído e níveis de ruído para mensuração do conforto acústico dos usuários das edificações analisadas.

A norma brasileira NBR 15575 (ABNT, 2013), um marco do setor de construção civil brasileiro, foi estabelecida com intuito de que as edificações habitacionais atendam aos requisitos mínimos dos usuários, de segurança, habitabilidade (onde se enquadra o desempenho acústico das edificações habitacionais) e sustentabilidade, dos usuários, independente dos materiais e sistemas construtivos empregados nas edificações habitacionais.

Os sistemas leves de vedações verticais, como os empregados nos sistemas construtivos wood frame e steel frame, que podem ser pré-fabricados e racionalizados, permitindo uma execução em obra mais eficiente e com menores prazos, em geral, possuem espessura total menor do que as das vedações verticais médias e pesadas, como as alvenarias, mais tradicionais nas edificações brasileiras. Uma vedação vertical leve em wood

frame, possui diferentes materiais, que podem variar com os requisitos da área em que ela for empregada, como em áreas secas e áreas molhadas, onde são utilizadas diferentes placas e camadas para o revestimento das vedações verticais.

Esta diferença de espessura e de densidade dos materiais utilizados interfere diretamente na perda de transmissão sonora das vedações verticais. Em geral, vedações verticais com maior espessura e peso específico, possuem maior perda na transmissão sonora e consequentemente, um desempenho acústico superior, em uma avaliação que considere somente o ruído aéreo transmitido pela vedação vertical, desconsiderando-se a influência de frestas, portas e janelas. Vedações verticais leves, como as do sistema construtivo wood frame, em geral, apresentam desempenho acústico superior quando possuem internamente em seus painéis, camadas de material absorvente, como as lãs de vidro e rocha, com uma espessura de pelo menos 30mm (BISTAFA, 2006).

Este artigo tem como objetivo avaliar o desempenho acústico ao ruído aéreo de uma vedação vertical externa (conjunto fachada e cobertura) de uma habitação em wood frame construída conforme as recomendações da Diretriz SINAT nº005 – Revisão 01 (SINAT, 2016), composta por painéis leves, compostos por diferentes materiais isolantes (placas de compensado, gesso acartonado, placas cimentíceas) e absorventes (lã de rocha, lã de vidro).

Para isso, realizou-se ensaios de campo, com diferentes frequências agudas, médias e graves (de 100 a 3150 Hz), para medição do isolamento ao ruído aéreo, conforme método de campo descrito na parte 5 da norma internacional ISO 140 (substituída pela parte 1 norma internacional ISO 16283) indicado na parte 4 da norma brasileira NBR 15575 (ABNT, 2013), que como critério a diferença padronizada de nível ponderada, promovida pela vedação vertical externa.

2 METODOLOGIA

2.1 Habitação em wood frame avaliada

Para este trabalho, avaliou-se uma habitação em wood frame, ilustrada na figura 1, localizada em um condomínio de casas, na cidade de São Carlos-SP. Os ensaios de campo foram realizados após a ocupação da edificação.

Figura 1 – Habitação em wood frame avaliada, localizada na cidade São Carlos-SP.



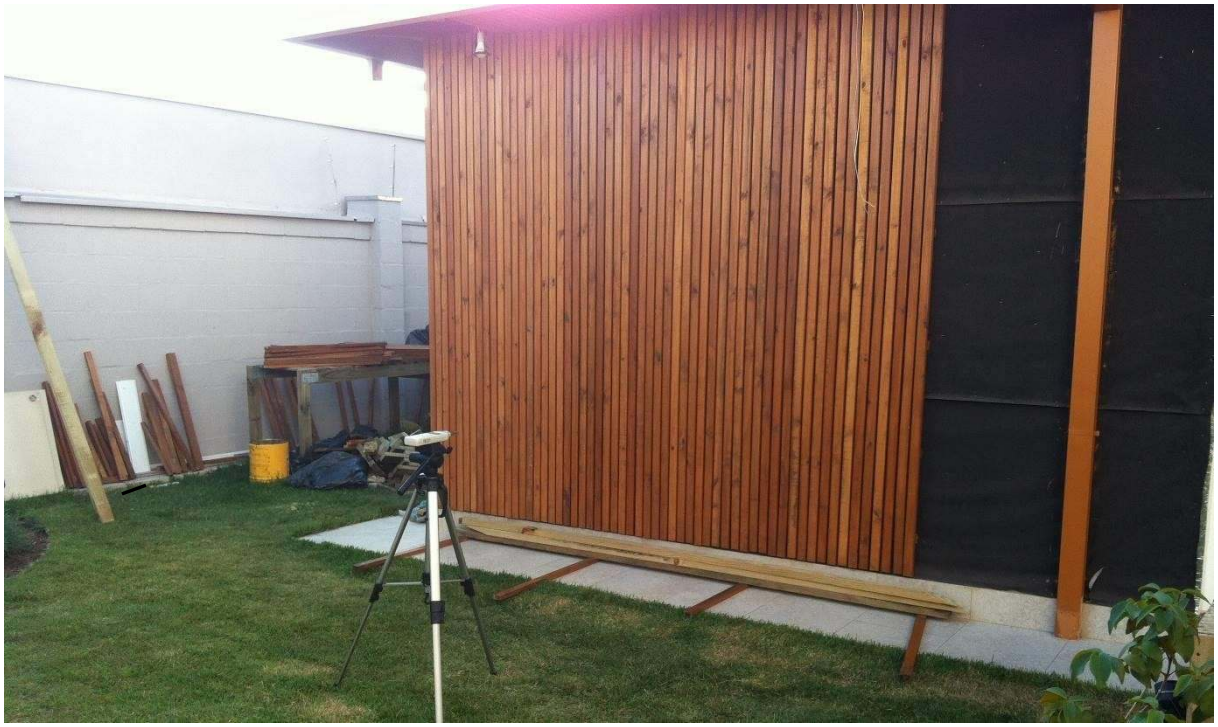
Fonte: Autor (2017)

A tipologia construtiva em wood frame da habitação avaliada, segue as recomendações da Diretriz SINAT nº005 – Revisão 01 (SINAT, 2016), empregando-se como matéria-prima principal a madeira do gênero *pinus sp.*, que possui como características a de ser leve (baixa densidade), possuir uma estrutura porosa, e ter boa trabalhabilidade, sendo proveniente de florestas plantadas e posteriormente tratada em autoclave com preservantes químicos como o arsenato de cobre cromatado (CCA).

2.2 Características da vedação vertical externa (fachada)

A vedação vertical externa é composta por montantes de madeira *pinus sp.* com seção de 38x90mm, tratada em autoclave, revestida em ambos as faces por chapas de compensado com 12mm de espessura, revestida internamente por placas de gesso acortanado com 12,5mm de espessura, manta hidrófuga e ripas de *pinus sp*. com 22mm de espussura, como mostra a figura 2.

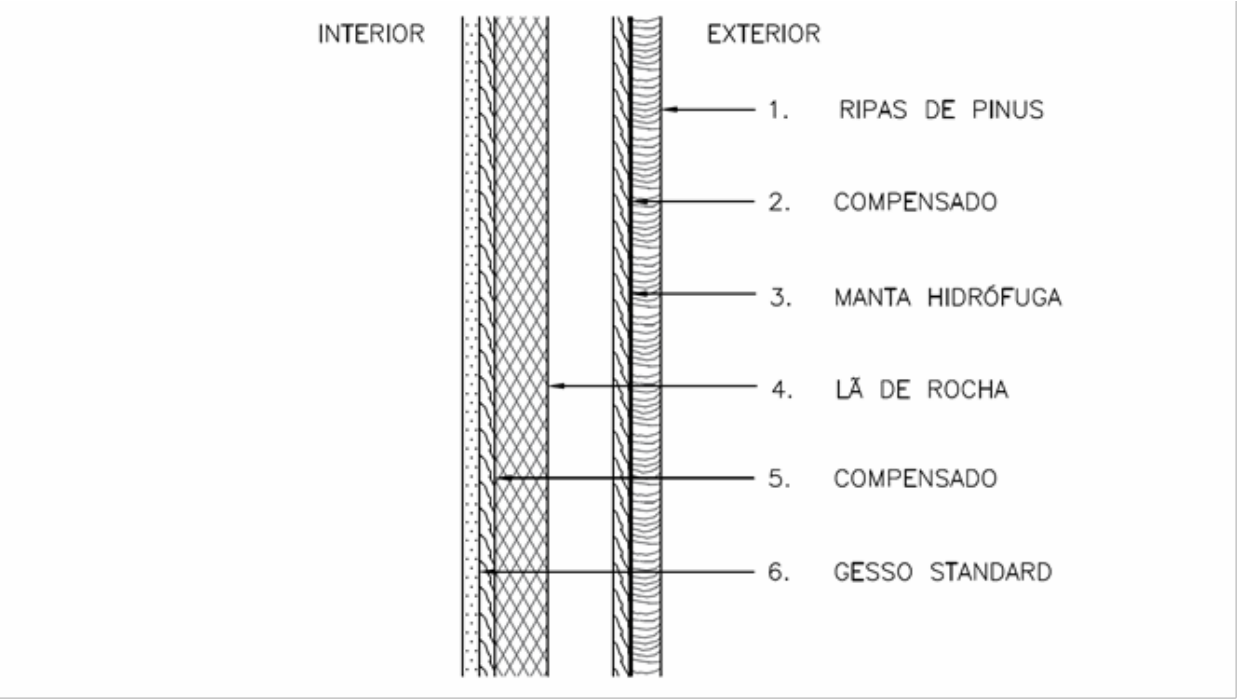
Figura 2 – Vedação vertical externa avaliada.



Fonte: Autor (2017)

A figura 3 apresenta o corte esquemático com a espessura e disposição de cada um dos diferentes materiais empregados na vedação vertical externa avaliada, com espessura total de 15 cm.

Figura 3 – Corte esquemático da vedação vertical externa avaliada.



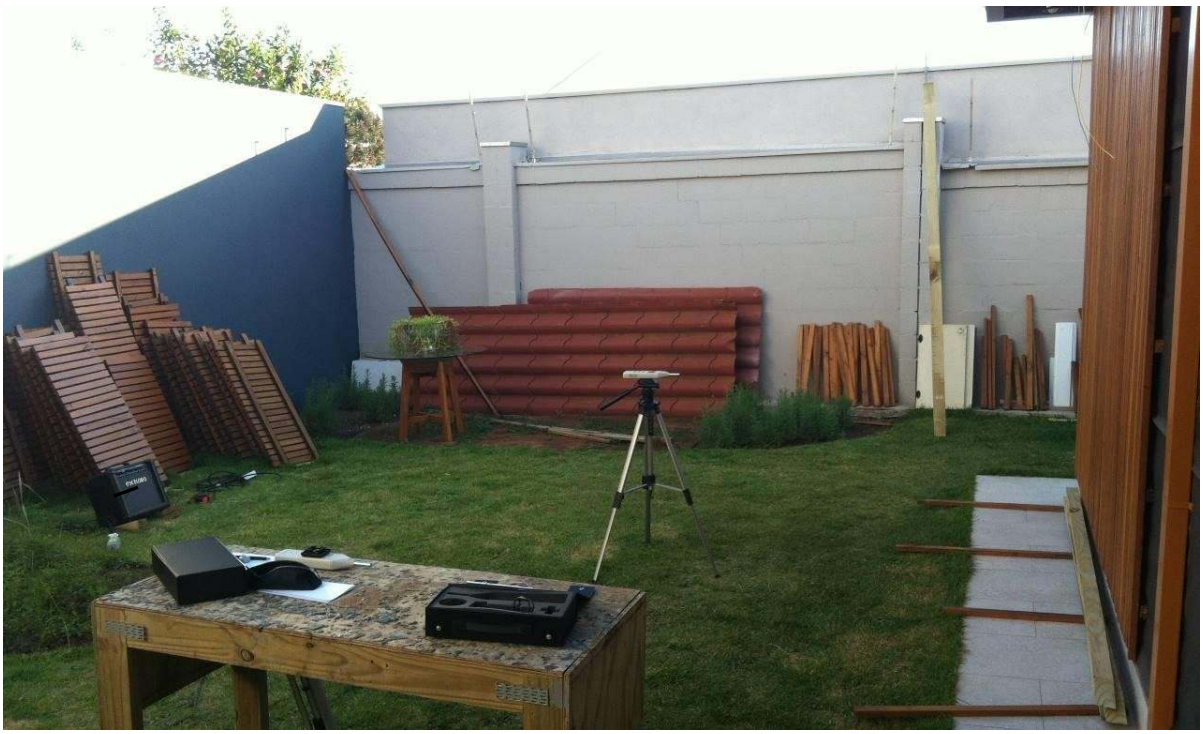
Fonte: Autor (2017)

2.3 Procedimento do ensaio de campo

Para avaliação do desempenho acústico a vedação vertical externa (conjunto fachada e cobertura) realizou-se ensaios de campo de isolamento sonoro ao ruído aéreo, conforme os procedimentos descritos na norma internacional ISSO 16283-1 (2014), que substituiu a norma ISO 140 (1998), norma esta recomendada pela norma brasileira NBR 15575 (ABNT, 2013) para avaliação do desempenho acústico de edificações habitacionais.

Utilizou-se nos ensaios uma fonte emissora monodirecional de ruído com 30W de potência, com 45º em relação ao plano do piso, e a 5 metros da vedação vertical externa (conjunto fachada e cobertura) avaliada, 2 decibelímetros, e um gerador de sinal, conforme ilustra a figura 4.

Figura 4 – Ensaio realizado em campo pelo método de engenharia para determinação do isolamento sonoro global da vedação externa (conjunto fachada e cobertura)



Fonte: Autor (2017)

Gerou-se ruídos com diferentes frequências (agudas, médias e graves), e mediu-se simultaneamente o nível de ruído exterior a 3 metros da fonte emissora unidirecional com inclinação de 45º (a 2 metros da vedação vertical externa), e o nível de ruído interior. O resultado do isolamento ao ruído aéreo se dá pelo valor mínimo da diferença padronizada de nível ponderada $D_{2m,nT,w}$, conforme está descrito na tabela 16 da parte 4 norma brasileira NBR 15575 (ABNT, 2013).

2.4 Critérios de desempenho acústico

A parte 1 da norma brasileira NBR 15575 (ABNT, 2013) traz requisitos gerais para edificações habitacionais, onde o desempenho acústico é um dos requisitos do usuário, relativo à habitabilidade.

Em relação ao requisito níveis de ruídos permitidos na habitação, o critério é a diferença padronizada de nível ponderada, promovida pela vedação externa.

O quadro 1, adaptado tabela 17 da parte 4 da norma brasileira NBR 15575 (ABNT, 2013), apresenta os valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada $D_{2m,nT,w}$, conforme a classe de ruído da habitação avaliada.

Quadro 1 – Valores mínimos da diferença padronizada ponderada da vedação externa de dormitório

Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nT,w}$ (db)
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso	≥ 20
II	Habitação localizada em situações de ruído não enquadráveis nas clases I e III	≥ 25

III	Habitação sujeita a ruído intenso	≥ 30

Fonte: Adaptada da parte 4 da NBR 15575 (ABNT, 2013)

O quadro 2, adaptado do anexo F recomendações relativas ao nível de desempenho, M – mínimo, I – intermediário, e S – superior, da diferença padronizada de nível ponderada, a 2 metros da vedação vertical externa avaliada.

Quadro 2 – Níveis de desempenho da vedação vertical externa, relativos a diferença padronizada ponderada

Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nT,w}$ (db)	Nível de desempenho
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso	≥ 20	M
		≥ 25	I
		≥ 30	S
II	Habitação localizada em situações de ruído não enquadráveis nas clases I e III	≥ 25	M
		≥ 30	I
		≥ 35	S
III	Habitação sujeita a ruído intenso	≥ 30	M
		≥ 35	I
		≥ 40	S

Fonte: Adaptada da parte 4 da NBR 15575 (ABNT, 2013)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizou-se ensaios de isolamento acústico ao ruído aéreo de uma vedação vertical externa (conjunto fachada e cobertura), de uma habitação em wood frame recém construída e ocupada, localizada em um condomínio de casas na cidade de São Carlos-SP, sendo em um local que pode ser classificado com classe de ruído I, por estar afastado de fontes de ruído intenso de quaisquer natureza (aeroportos, estádios, ferrovias, rodovias etc.).

O Quadro 3 apresenta os resultados obtidos nos ensaios realizados pelo método de engenharia realizado em campo, através do nível de desempenho descrito no quadro 2 deste trabalho (sendo S um desempenho considerado superior) agrupados por faixas de frequências de ruído (agudas, médias e graves), das frequências utilizadas nos ensaios.

Quadro 3 – Resultados dos ensaios de campo

Frequências (Hz)	Classe de ruído	$D_{2m,nT,w}$	Nível de desempenho
Agudas	I	47,1	S
Médias	I	40,6	S

Graves	I	31,6	S

Fonte: Autor (2017)

Os resultados obtidos foram satisfatórios, com a vedação vertical externa com tipologia em wood frame, apresentando um nível de desempenho superior, para todas as faixas de frequências analisadas.

4 CONCLUSÕES

A vedação externa (conjunto fachada e cobertura) avaliada apresentou um resultado de desempenho acústico satisfatório, não só atendendo ao critério mínimo, com apresentado um desempenho superior de isolamento ao ruído aéreo para as faixas de frequências agudas médias e graves. Novos ensaios poderão ser realizados, quando a habitação estiver com os forros dos beirais concluídos, para verificar uma possível melhora nos níveis de desempenho da vedação vertical externa (conjunto fachada e cobertura) avaliada em relação ao isolamento ao ruído aéreo.

Os resultados positivos indicam a adequabilidade o sistema construtivo em wood frame frente as indicações de desempenho acústico da norma NBR 15575 (ABNT, 2013), corroborando para utilização deste sistema construtivo.

Em futuros trabalhos, pode-se realizar ensaios em outras vedações externas e elementos específicos, portas e esquadrias, da habitação em wood frame estudada. Também pode-se avaliar as vedações internas, para avaliação do isolamento ao ruído aéreo entre diferentes cômodos da edificação habitacional, para obtenção de outros resultados, mais específicos e completos, para obtenção de resultados globais de desempenho acústico, pois desempenho acústico e o isolamento acústico dos elementos e componentes de uma edificação habitacional dependem de diversos fatores, como os materiais empregados (EGAN, 2007), a geometria dos elementos, possíveis fretas e pequenos orifícios que interferem negativamente no isolamento ao ruído aéreo externo e interno, entre diferentes cômodos, ou seja, do sistema construtivo como um todo.

5 REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151. Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico – Procedimento. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 15575-4: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades. Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos – SINAT. Diretriz SINAT No 005 – Revisão 01 – Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Wood Framing”). Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_sinat.php>. Acesso em maio de 2017.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SINAT. DAtec SINAT No 020A – Sistema de vedação vertical leve em madeira. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_sinat.php>. Acesso em maio de 2017.

BARING, J. G. D. A. Sustentabilidade e o controle acústico do meio ambiente. Acústica e Vibrações, n. 38, p. 1–6, Março de 2007.

BAYEH, R.; AKUTSU, M.; AQUILINO, M.; SALES, E.; BRITO, A.; VITTORINO, F. Desenvolvimento de método para medição de isolação sonora em fachadas em andares elevados atendendo à norma ABNT NBR 15575. In: XVI Encontro Nacional de Tecnologia Do Ambiente Construído, 2016, São Paulo. Anais... ANTAC 2016.
BISTAFA, S. R. Acústica Aplicada ao Controle do Ruído. São Paulo: Blucher, 2006.

EGAN, M. D. Architectural Acoustics. New York: McGraw-Hill, 2007.

ISO. INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. ISO 140-5: Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades. 1998.

_____.ISO 16283-1: Acoustics - Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation. 2014.

MOLINA, J. C.; JUNIOR, C. C. Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira. São Paulo, SP, 2010. Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, V.31, n.2, 2010.

6 AGRADECIMENTOS

Aos técnicos, Paulo Wanderley Pratavieira, do Laboratório de Construção Civil, do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, e Pedro Henrique Silva Mattia, do Laboratório de Conforto Ambiental, do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, pelo auxílio e disponibilização dos equipamentos para a realização dos ensaios de campo.