

Revisão das diretrizes técnicas do SINAT para componentes das paredes do sistema *Light Wood Frame* no Brasil

Review of SINAT's technical guidelines for Light Wood Frame walls components in Brazil

Luciana da Rosa Espíndola, Profa. Dra., Instituto Federal de Santa Catarina.

luciana.espindola@ifsc.edu.br

Isabel Guesser, Graduação Eng. Civil, Instituto Federal de Santa Catarina.

bel.guesser94@gmail.com

Wellington A. Pedro, Graduação Eng. Civil, Instituto Federal de Santa Catarina.

wellingtonap.guitar99@hotmail.com

Gustavo Rodolfo Perius, Prof. Msc., Instituto Federal de Santa Catarina.

gustavo.perius@ifsc.edu.br

Juliana Guarda de Albuquerque, Profa. Msc., Instituto Federal de Santa Catarina.

juliana.albuquerque@ifsc.edu.br

Resumo

Para regulamentar inovações tecnológicas da indústria da construção brasileira, em 2007, foi instituído o Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT). Neste programa, destaca-se o sistema construtivo *Light Wood Frame* (LWF), que possui como base a Diretriz SINAT nº 005 e o DATec nº 20. No entanto, observou-se que tais documentos dão respaldo para empresas solicitarem a avaliação e a aprovação de seus produtos específicos. As apresentações dos dados não são intuitivas para um público geral. Na dúvida sobre quais dados adotar, muitos técnicos e construtores continuam procurando guias internacionais. Assim, este estudo tem como objetivo resumir as principais diretrizes referentes ao LWF publicadas pelo SINAT. Como resultado, são apresentadas informações específicas para os componentes de paredes divididas em: quadro estrutural, face externa e face interna. Esta é a primeira etapa de uma pesquisa acadêmica que pretende usar estes dados para elaboração de guias técnicos mais didáticos e ilustrativos, auxiliando na propagação adequada do LWF no contexto brasileiro.

Palavras-chave: Inovação tecnológica; Normalização; Estrutura leve em madeira; Qualidade.

Abstract

In order to regulate technological innovations in the Brazilian construction industry, in 2007, the Nacional System of Technical Evaluation (SINAT) was instituted. In this program, this paper highlights the light wood frame (LWF) system, based on the SINAT No. 005 and DATec No. 20.

However, it was observed that such documents provide support for companies to request the evaluation and approval of their specific products. The data presented are not intuitive for a general public. In doubt about which data to adopt, many professionals continue to seek international guides. Thus, this study aims to summarize the main guidelines for the LWF published by SINAT. As a result, specific information is presented for the components of walls divided into: structural frame, outer face and inner face. This is the first stage of an academic research that intends to use this data for the elaboration of more didactic and illustrative technical guides, to assist in the adequate propagation of LWF in the Brazilian context.

Keywords: *Technological innovation; Normalization; Light wood frame, Quality.*

1. Introdução

Na construção, a inovação tecnológica é definida como a incorporação de um componente, elemento, sistema ou método que não são tradicionais e que representam avanços significativos em termos de desempenho, qualidade ou custo (SABBATINI, 1989).

No seu histórico, o Brasil apresentou pouca variação tecnológica na construção popular. Nas décadas de 1970 e 1980, o déficit habitacional foi colocado como “problema fundamental” (BOLAFFI, 1979) e ocorreu um esforço por soluções inovadoras, com preceitos de racionalização e industrialização para acelerar e reduzir custos da produção de habitações (CASTRO, 1999).

Todavia, muitas dessas tecnologias implementadas não foram devidamente avaliadas ou não possuíam um referenciamento técnico suficiente e adequado ao contexto brasileiro. Como consequência, muitos casos apresentaram resultados negativos, com problemas de patologia e altos custos de manutenção (GONÇALVES et al., 2003). Naquele período, não existia alguma norma técnica de referência para auxiliar na avaliação desempenho dos sistemas inovadores. Sob tal necessidade, em meados de 2000, o Comitê Brasileiro da Construção Civil da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) elaborou um conjunto de normas para esta avaliação – NBR 15575:2013a (GONÇALVES et al., 2003).

A NBR 15575 (ABNT, 2013) traz requisitos gerais sobre o desempenho das edificações brasileiras. Esta norma não fornece detalhes sobre materiais ou componentes específicos, sobretudo os inovadores (AMÂNCIO et al., 2015). Com base nesta norma, diretrizes específicas precisam ser fornecidas para avaliar os sistemas inovadores conforme suas características.

Nesse sentido, o Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT), instituído no âmbito do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), foi criado para prover regulamentações provisórias para produtos inovadores (BRASIL, 2007a.). Conforme o SINAT (BRASIL, 2007b), produto inovador é um sistema ou subsistema ou processo construtivo que não tem uma norma técnica brasileira regulamentada pela ABNT e não é aplicado tradicionalmente no território nacional.

Dentre estes sistemas inovadores avaliados pelo SINAT está o *Light Wood Frame* (LWF). Em geral, o LWF é formado por uma estrutura leve de madeira de floresta plantada, contraventada com chapas estruturais de madeira. Esta estrutura é combinada com outros materiais para garantir o desempenho da edificação (MOLINA; CALIL JÚNIOR, 2010).

Por suas vantagens já reconhecidas, especialmente em países da América do Norte e Europa Central, no início da década de 2010, houve novo interesse do mercado em aplicar o LWF no Brasil (ESPÍNDOLA, 2017). Para uma expansão desse sistema garantindo a qualidade, sentiu-se a necessidade de definir diretrizes de desempenho específicas (ESPÍNDOLA, 2017, ESPÍNDOLA; INO, 2014). Assim, em 2011, foi aprovada a primeira Diretriz SINAT nº 005 intitulada “Sistema construtivo estruturados em chapas delgadas – Sistemas leves tipo *Light Wood Framing*” (BRASIL, 2011). E, em 2013, o produto “Sistema construtivo TECVERDE: Sistema leve em madeira” foi aprovado no Documento de Avaliação Técnica (DATEc) nº 20 (BRASIL, 2013). Desde então, estas publicações foram alteradas conforme necessidades dos envolvidos no processo, como indica a Tabela 1.

Tabela 01 – Componentes do quadro estrutural da parede

Publicação / ano		Campo de aplicação
DIRETRIZ SINAT Nº 005	2011	Sistema construtivo de unidades habitacionais unifamiliares térreas e sobrados, isoladas e geminadas
	2016	Vedação vertical e entrepiso de unidades habitacionais unifamiliares térreas e sobrados, isoladas e geminadas
	2017a	Parede, entrepiso e cobertura de unidades habitacionais unifamiliares térreas e sobrados, isoladas e geminadas, e edifícios multifamiliares de até 4 pavimentos
DATEc Nº 020	2013	Sistema construtivo de unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas ou geminadas
DATEc Nº 020-A	2015	Vedação vertical de unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas ou geminadas
DATEc Nº 020-B	2017b	Vedação vertical de unidades habitacionais unifamiliares térreas e sobrados, isoladas ou geminadas
DATEc Nº 020-C	2018	Vedação vertical e entrepiso de edificações unifamiliares térreas e sobrados, isoladas ou geminadas, e edificações multifamiliares de até 4 pavimentos.

Fonte: elaborado pelos autores.

No entanto, tem-se notado que tais documentos dão respaldo para empresas solicitarem a avaliação e a aprovação de seus produtos específicos. As apresentações dos dados não são intuitivas para um público geral. Na dúvida sobre quais materiais adotar para implementar o LWF, muitos técnicos e construtores continuam procurando guias internacionais.

Assim, este artigo tem como objetivo resumir as principais diretrizes referentes ao LWF publicadas pelo SINAT, com informações específicas para os componentes de paredes. Esta é a primeira etapa de uma pesquisa acadêmica que pretende usar estes dados para elaboração de guias técnicos mais didáticos e ilustrativos, auxiliando na propagação adequada do LWF no contexto brasileiro.

2. Método

Esta é uma pesquisa de iniciação científica de caráter teórico, com uma revisão de literatura específica sobre as diretrizes técnicas para o sistema LWF no Brasil. O subsistema vedação vertical – paredes – de edificações de um e dois pavimentos foi delimitado para esta pesquisa. Para abranger as características destas paredes foram considerados os seguintes documentos publicados pelo SINAT vigentes entre os anos de 2017 e 2019: Diretriz SINAT n° 005 – revisão 2 (BRASIL, 2017a), DATec n° 020-B (BRASIL, 2017b) e DATec n° 020-B (BRASIL, 2018). Estes documentos foram analisados e os dados obtidos foram agrupados em tabelas por características dos componentes constituintes das paredes externas do sistema *LWF*. Nos resultados, serão apresentados três grupos principais: quadro estrutural, face externa e face interna.

3. Resultados e discussão

Com base em ensaios e informações de normas pertinentes, a diretriz SINAT e os documentos técnicos especificam os componentes da parede do *wood frame*. Entretanto, estes mesmos documentos ressaltam a necessidade de validar o desempenho estrutural da edificação por meio de cálculos que aferem os valores adotados para tais componentes no projeto.

Nos resultados, os dados coletados sobre os componentes da parede externa foram organizados em: quadro estrutural, face externa e face interna seca, molhável ou molhada.

Conforme observa-se na Tabela 2, os quadros estruturais são compostos por peças de madeira serrada, com seções de 38 mm x 89 mm ou 38 mm x 140 mm, tratadas quimicamente em autoclave e unidas com pregos anelados ou ardox.

Tabela 02 – Componentes do quadro estrutural da parede

Componentes do quadro estrutural da parede externa		Diretriz SINAT N° 005 (BRASIL, 2017a) e DATec n° 20 (BRASIL, 2017b, 2018)
Madeira (montantes e travessas)	Seção transversal nominal	38mm × 89mm (BRASIL, 2017a, 2017b); 38mm x 140mm (BRASIL, 2018); montantes espaçados máx. 60 cm, conforme cálculo estrutural
	Espécie / resistência	Coníferas - classe mín. C20, 12% umidade (BRASIL, 2017a); pinus taeda (BRASIL, 2017b; 2018)
	Tratamento contra organismos xilófagos	Tratamento químico sob pressão: <i>Edificações térreas e 2 pav.:</i> CCA-C 4,0 kg/m ³ / CCB 4,0 kg/m ³ / CA-B 1,7 kg/m ³ ; <i>Edificações 4 pav.:</i> CCA-C 6,5 kg/m ³ / CCB 6,5 kg/m ³ / CA-B 3,3 kg/m ³
Dispositivos de fixação metálicos		Pregos anelados (em rolo) ou espiralados (ardox) com diâmetro mín. de 3,1mm e comprimento mín. de 75mm, espaçados a cada 20 cm

Fonte: elaborado pelos autores, com base nas fontes informadas na tabela.

Na sua face externa, este quadro estrutural recebe chapas estruturais de madeira, como o OSB, de 9,5 mm de espessura com a função de contraventar a estrutura. A base das paredes do térreo, em contato com a fundação de concreto, recebe uma manta asfáltica impermeabilizante em “U” sobre as chapas OSB para proteger a base e as laterais inferiores do painel contra a umidade (Tabela 3, Figura 1).

Na face externa, sobre a chapa OSB, é aplicada uma membrana hidrófuga que é uma barreira impermeável à água e permeável ao vapor. Sobre esta membrana, fecha-se a parede com placas cimentícias de 8 mm de espessura, com juntas desencontradas das chapas OSB. Após o tratamento de juntas e a colocação de cantoneiras e pingadeiras, o acabamento pode ser executado com selador acrílico e textura acrílica ou com argamassa cimentícia e textura acrílica (Tabela 3, Figura 1).

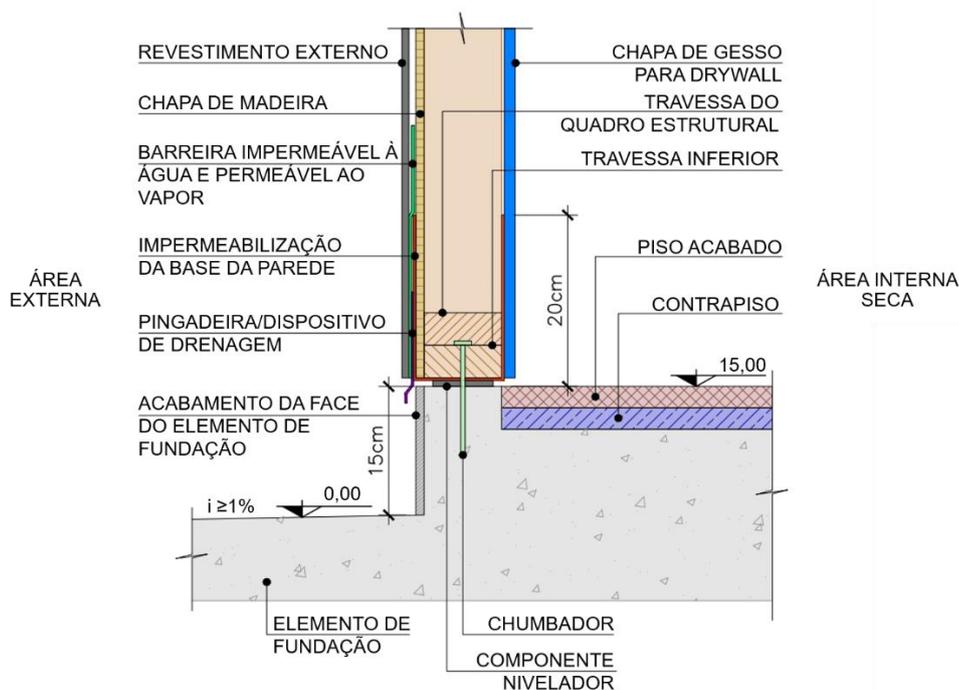


Figura 1: Detalhes da face externa da parede externa do piso térreo. Fonte: adaptado de BRASIL (2017a).

Na face interna do quadro estrutural, também pode ser aplicada uma chapa OSB para, por exemplo, dar mais resistência na fixação de mobiliário e redes. Sobre a chapa OSB é fixado o gesso acartonado Standard (ST) nas áreas secas ou Resistente à Umidade (RU) nas áreas molháveis e molhadas, com 12,5 mm de espessura. O acabamento sobre este gesso tipo *drywall* varia entre ambientes secos, molháveis e molhados, com detalhes importantes para proteger a madeira contra a umidade, conforme a Tabela 4 e a Figura 2.

Tabela 03 – Componentes da face externa da parede externa

Componentes da face externa da parede externa		Diretriz SINAT N° 005 (BRASIL, 2017a) e DATec n° 20 (BRASIL, 2017b, 2018)
Chapa de fechamento e contraventam.	Tipo	OSB estrutural tipo 3 (uso externo)
	Espessura	9,5 mm (conforme EN300)
	Tratamento contra cupins	Tratamento com inseticida (ciflutrina, cipermetrina ou fipronil), conforme ABNT NBR 16143 (2013b)
	Tratamento contra fungos apodrecedores	Não possui tratamento fungicida. O índice de umidade deve ser no mínimo 2% e no máximo 12% (BRASIL 2017b); Perda de massa < 10%, conforme ASTM D 2017-05:2005 (BRASIL, 2017a)
	Dispositivos de fixação metálicos	Grampos galvanizados com comprimento mín. de 50mm espaçados a cada 150mm ou pregos anelados com diâmetro mín. de 2,5mm, comprimento mín. de 50mm e espaçados a cada 200mm
Detalhe para durabilidade	Proteção da base do quadro estrutural ("U")	Manta asfáltica impermeabilizante industrializada, de 0,9mm de espessura, aplicada até a altura de 20cm em ambas as faces do painel de parede sobre as chapas OSB externa e interna
Barreiras impermeáveis à água e permeáveis ao vapor	Tipo	Permeabilidade ao vapor de água médio de $1,30 \times 10^{-2} \text{ng/Pa.s.m}$ e gramatura de $101,0 \text{g/m}^2$
	Dispositivos de fixação metálicos	Sobre a face externa da chapa OSB com grampos galvanizados tipo 80F com 6mm de comprimento e espaçados a cada 40cm
Revestimento / Fechamento externo	Tipo	Placa cimentícia Classe A3
	Espessura	8mm
	Juntas	Espaçamento de 3mm a 5mm; tipo aparente ou dissimulada
	Dispositivos de fixação	Parafusos do tipo rosca soberba, cabeça cônica estriada com comprimento de 25mm a 35mm; espaçamentos determinados pelo fornecedor da placa cimentícia
Acabamento / Finalização	Pintura	As placas cimentícias recebem uma demão de selador acrílico e, posteriormente, uma demão de textura acrílica (BRASIL, 2017b) ou são revestidas com argamassa cimentícia "base coat" com 5mm e textura acrílica com 3mm de espessura (BRASIL, 2018)
	Cantoneiras metálicas	Nas extremidades de paredes e requadros de aberturas isentas de contramarcos, são aplicadas cantoneiras perfuradas (do tipo "L") em PVC ou metálicas galvanizadas, revestidas com massa acrílica (BRASIL, 2017b) ou com argamassa polimérica de base cimentícia (<i>base coat</i>) (BRASIL, 2018), sendo posteriormente pintadas
	Pingadeiras	Em aço galvanizado (Z275) para ambientes rurais ou urbanos); nos peitoris da janela; na interface entre a parede de fachada e fundação; nas juntas horizontais entre pavimentos

Fonte: elaborado pelos autores, com base nas fontes informadas na tabela.

Tabela 04 – Componentes das faces internas da parede em ambientes seco, molhável ou molhados

Componentes da face interna da parede externa		Diretriz SINAT N° 005 (BRASIL, 2017a) e DATec n° 20 (BRASIL, 2017b, 2018)
Chapa de fechamento e contraventam.	Tipo	OSB estrutural tipo 2 (ambientes secos); OSB estrutural tipo 3 (ambientes molháveis e molhados)
	Espessura	9,5mm (conforme EN 300)
	Tratamento contra cupins	Tratamento com inseticida (ciflutrina, cipermetrina ou fipronil), conforme ABNT NBR 16143 (2013)
	Tratamento contra fungos apodrecedores	Não possui tratamento fungicida. O índice de umidade deve ser no mínimo 2% e no máximo 12% (BRASIL 2017b); Perda de massa < 10%, conforme ASTM D 2017-05:2005 (BRASIL, 2017a)
	Dispositivos de fixação	Grampos galvanizados com comprimento mínimo de 50mm espaçados a cada 150mm ou pregos anelados com diâmetro mínimo de 2,5mm, comprimento mínimo de 50mm e espaçados a cada 200mm
Gesso acartonado	Tipo	Standard (ST) (ambientes secos); Resistentes à Umidade (RU) (ambientes molháveis e molhados)
	Espessura	12,5mm
	Juntas	Dissimuladas e recobertas com massa e fita celulósica para drywall, conforme NBR 14715 (2010)
	Dispositivos de fixação	Parafusos de rosca soberba (ponta agulha), cabeça cônica lisa com comprimento de 25mm a 35mm e resistência à corrosão de no mínimo 48h
Membrana impermeável à água e ao vapor (para áreas molhadas e molháveis)	Tipo	Membrana impermeável de base acrílica
	Colocação	Aplicada em três demãos cruzadas. Nas paredes do box do banheiro, a face das chapas de gesso RU é revestida do piso ao teto. Nas demais paredes, a membrana é aplicada desde o piso até a altura de 200mm acima do ponto de hidráulica mais alto. Nas paredes sem pontos de hidráulica, a membrana é aplicada até altura de 200mm do piso acabado.
Acabamentos	Ambientes secos	Base da parede revestida com membrana acrílica elástica de aplicação a frio com altura de 200mm acima do piso acabado interno, e rodapé em material cerâmico com no mínimo 70mm de altura, assentado com argamassa colante tipo ACII. Restante da parede pintada com tinta acrílica
	Ambientes molháveis e molhados	Revestimento cerâmico do piso até o teto

Fonte: elaborado pelos autores, com base nas fontes informadas na tabela.

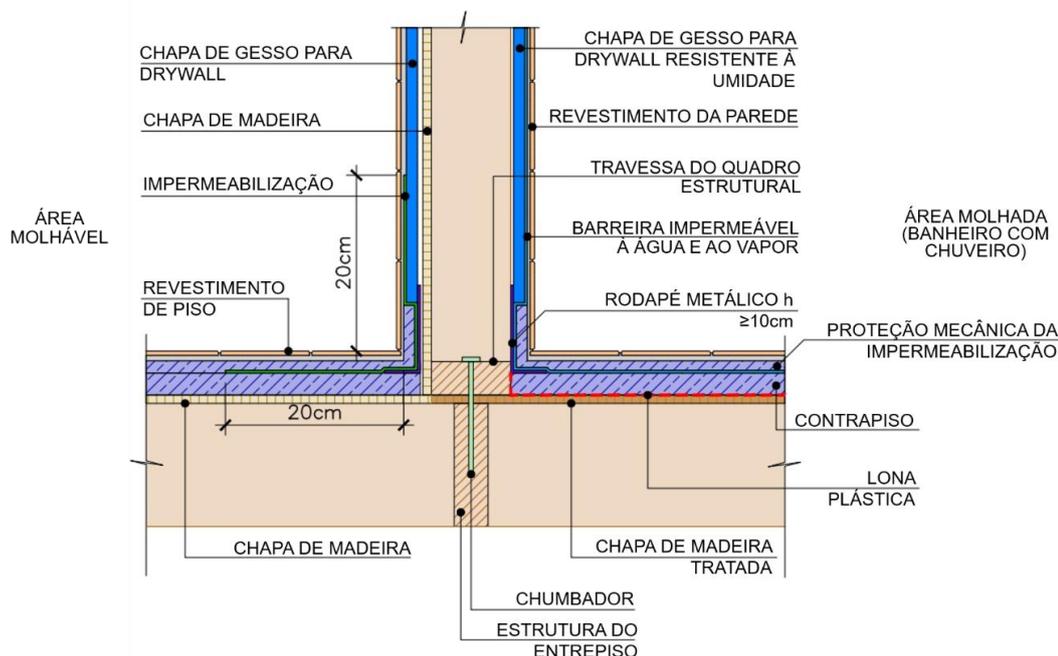


Figura 2: Detalhes das faces internas molhável e molhada da parede sobre o entrepiso de madeira.
Fonte: adaptado de BRASIL (2017a).

Observa-se na Figura 2 detalhes mais específicos para evitar o contato da água com as estruturas de madeira da parede e/ou do piso. Por exemplo, Brasil (2017a) apresenta um detalhe em rodapé metálico tipo cantoneira em “L”, com altura maior que 10 cm para proteger os encontros entre piso e parede. Ainda, no caso de ambientes molháveis, como por exemplo, cozinha e lavanderia, sugere-se colocar um material impermeável à água e ao vapor sobre o gesso desde o piso até 20 cm de altura ou, no caso de pontos hidráulicos, colocar desde o piso até 20 cm acima do ponto. Já nos ambientes molháveis, nas áreas do chuveiro, este material impermeável deve ser aplicado em toda a face da parede, desde o piso até o teto. Para acabamento final, indica-se colocar revestimento cerâmico em toda a face das paredes destes dois ambientes.

4. Considerações finais

Os dados apresentados neste artigo demonstram como a Diretriz SINAT nº 005 e os DATecs nº 020 publicados tem apresentado informações técnicas importantes sobre a aplicação do *wood frame* no Brasil. Na ausência de uma norma técnica vigente, esses documentos dão suporte para elaboração de projetos e construções com este sistema ainda considerado inovador no país.

Observou-se que as dimensões recomendadas para as seções das peças estruturais de madeira da ossatura das paredes são as mesmas apresentadas em muitos catálogos e livros internacionais, onde esta prática de construção é tradicional. Em resumo, para habitações de

um ou dois pavimentos são indicadas peças de no mínimo 38 mm x 89 mm e para edificações de três pavimentos são indicadas seções mínimas de 38 mm x 140 mm para paredes externas e 38 mm x 89 mm para paredes internas e para paredes duplas de geminação. Entretanto, coloca-se uma ressalva que estas dimensões e o espaçamento entre as peças devem ser calculados para aferir seu desempenho estrutural.

Além da ossatura em madeira tratada, são colocados outros materiais básicos para as paredes, como: chapas OSB, chapas de gesso acartonado e placa cimentícia. Muitas das especificações técnicas sobre estes materiais, como tipo, dimensão e formas de aplicação, são baseadas em normas já existentes no país.

Destaca-se que estes documentos sobre o *wood frame* se preocuparam em adicionar detalhes construtivos que previnem o contato da madeira com algum tipo de umidade, garantindo maior durabilidade à edificação. Por exemplo, nesse sentido, há informações mais particularizadas sobre a membrana hidrófuga a ser aplicada na face externa da parede externa. Entretanto, os outros detalhes de materiais impermeabilizantes e protetores para faces e interfaces críticas à umidade não são tão específicos e claros nos textos e tabelas. Estes detalhes, que também são extremamente importantes, estão estes presentes em imagens de exemplos nos anexos da Diretriz ou em aplicações particulares da empresa proponente e detentora dos DATecs. Faz-se necessário ampliar esta questão de detalhes para prevenir problemas que podem danificar a durabilidade destas construções no Brasil.

Observar estas diretrizes pode auxiliar nas tomadas de decisões de projetos com *wood frame*. Mas é necessário colocar critérios para as especificidades das diferentes regiões do Brasil. É importante detalhar o projeto, evitando propagar erros de concepção que podem denegrir as vantagens deste sistema e, principalmente, da madeira.

No entanto, as informações contidas nestes documentos ainda são amplas, listando normas nacionais e internacionais não tão claras ou de fácil acesso para os atuais técnicos, construtores e projetistas que desconhecem esta tecnologia na sua formação ou na sua rotina. Assim, sente-se a necessidade de materiais mais didáticos, intuitivos e informativos sobre como aplicar o *wood frame* no Brasil.

Referências

ABNT – Associação Brasileira de Norma Técnica. NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013a.

ABNT – Associação Brasileira de Norma Técnica. NBR 16143: Preservação de madeiras – sistema de categorias de uso. Rio de Janeiro, 2013b.

ABNT – Associação Brasileira de Norma Técnica. NBR 14715-1: Chapas de gesso para drywall. Parte 1: requisitos. Rio de Janeiro, 2010.

AMÂNCIO, R.C.A. et al. O sistema brasileiro de avaliação técnica de produtos inovadores para a construção civil. Cap. 2 in: Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: Manutenção e percepção dos usuários. p. 5-12. ANTAC, 2015.

ASTM – American Society for Testing and Materials. ASTM D 2017 Standard Test method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. Annual Book of ASTM Standards. ASTM: West Conshohocken, 2005.

BRASIL, Ministério das Cidades. Institui o Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de produtos inovadores - SINAT. Brasília: PBQP-H, 2007a.

BRASIL, Ministério das Cidades. Regimento Geral do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de produtos inovadores. Brasília: PBQP-H, 2007b.

BRASIL, Ministério da Cidade. Diretriz Sinat nº 005: Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Wood Framing”). Secretaria Nacional da Habitação, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT): Brasília, setembro/2011.

BRASIL, Ministério da Cidade. DATec nº 20 - Sistema construtivo TECVERDE: sistema leve em madeira. Secretaria Nacional da Habitação, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT): Brasília, outubro/ 2013.

BRASIL, Ministério da Cidade. DATec nº 020-A - Sistema de vedação vertical leve em madeira – Tecverde. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT): Brasília, outubro/ 2013.

BRASIL, Ministério das Cidades. Diretriz SINAT nº 005 - Revisão 01 - Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas (Sistemas leves tipo "Light Wood Framing"). Brasília: PBQP-H, 2016.

BRASIL, Ministério das Cidades. Diretriz SINAT nº 005 - Revisão 02 - Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas (Sistemas leves tipo "Light Wood Framing"). Brasília: PBQP-H, 2017a.

BRASIL, Ministério das Cidades. DATec Nº 020-B - Produto "Sistema de vedação vertical leve em madeira - Tecverde". Brasília: SNH, PBQP-H, SINAT, 2017b.

BRASIL, Ministério das Cidades. DATec Nº 020-C - Produto "Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada – Tecverde (tipo light wood framing)". Brasília: SNH, PBQP-H, SINAT, 2018.

BOLAFFI, G. Habitação e urbanismo: o problema e o problema falso. In A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil industrial. São Paulo: Alfa-Ômega, 1979.

CASTRO, J.A. Invento e inovação tecnológica na construção: produtos e patentes na construção. São Paulo: Annablume, 1999.

ECS - European Committee for Standardization. EN 300: Oriented strand boards (OSB). Definitions, classification and specifications. August 2006

ESPÍNDOLA, L. R. O wood frame na produção de habitação social no Brasil. 2017. 331 p. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.



ESPÍNDOLA, L. R., INO, A. Inserção e financiamento do sistema wood frame no programa habitacional Minha Casa Minha Vida. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. ANTAC, 2014.

GONÇALVES, O.M. et al. Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações. Cap. 3 in: Coletânea Habitare - vol. 3 - Normalização e Certificação na Construção Habitacional. ANTAC, 2003.

MOLINA, J.C.; CALIL JÚNIOR, C. Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, jul./dez. 2010, p. 143-156.

SABBATINI, F.H. Desenvolvimento de método, processo e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia. Tese (doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) pelo apoio às pesquisas mediante o Edital nº 02/2018/PROPPI (Chamada interna campus Florianópolis – Edital Universal) e Edital PROEX/PROPPI nº 02/2018 Campus Florianópolis.