TECSIC 2019
2º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos
28 e 29 de agosto de 2019

ANÁLISE CRÍTICA DE MÉTODOS DE ENSAIOS PARA CARACTERIZAR MATERIAIS DE SISTEMAS DE REVESTIMENTO PARA VEDAÇÕES EM LIGHT STEEL FRAMING

SATO, Luana (1); JUNGINGER, Max (2); BARROS, Mercia M. S. B. de (3); GONÇALVES JR., Marco A. (4); JOHN, Vanderley M. (5)

(1) Unidade EMBRAPII Poli USP – MCE, luana.sato@embrapii.poli.usp.br;

(2) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da USP, max.junginger@lme.pcc.usp.br;

(3) Professora Dra. do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da USP, mercia.barros@usp.br;

(4) Programa de Pós-Graduação em Inovação na Construção Civil – ConstruInova, marco.goncalves@embrapii.poli.usp.br;

(5) Professor Dr. do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da USP, vmjohn@usp.br.

Resumo: *Frente à diversidade de produtos comercializados no Brasil para sistemas de revestimento externo associados à tecnologia Light Steel Framing e à ausência de normatização específica para sua caracterização, neste artigo tem-se o objetivo de identificar e analisar criticamente métodos de ensaio potencialmente aplicáveis para caracterizar esses produtos. Para tanto, o método de pesquisa utilizado foi a revisão da literatura pertinente disponível e experimentação-piloto em laboratório. Das referências foram definidos os elementos do sistema de revestimento e suas respectivas funções. E para a seleção dos métodos de ensaio, foram consultadas normas e diretrizes técnicas nacionais e internacionais, incluindo documentos voltados para outros produtos de natureza semelhante. Da seleção realizada, passou-se à experimentação de alguns métodos de preparação de corpos de prova. Os resultados desse experimento mostraram dificuldades de: moldagem, cura e desenforma. Haja vista esses resultados, acredita-se que a alternativa mais viável seja a caracterização dos sistemas de revestimentos para LSF e não dos produtos isolados, especificamente frente à estanqueidade à água, de extrema relevância ao sistema. Porém, para estabelecer critérios para homologação de produtos é fundamental que se estabeleça métodos e parâmetros para caracterização dos materiais isolados, além da correlação das suas propriedades com o desempenho do sistema.*

Palavras-chave: *Light Steel Framing, Sistema de Revestimento, Método de Ensaio.*

Área do Conhecimento: *Engenharia Civil. Materiais e Componentes de Construção.*

Abstract: *Given the diversity of products commercialized in Brazil for external coating systems associated with Light Steel Framing technology and the absence of specific standardization for their characterization, this article aims to identify and critically analyze potentially applicable test methods to characterize these products. For this, the research method used was the review of the pertinent available literature and pilot experiment in the laboratory. Elements of the coating system and their respective functions were defined according to references. And for the test methods selection, standards and national and international technical guidelines, including documents for other products of similar nature, have been consulted. From the selection made, some specimens preparation methods were experimented. The results of this experiment showed difficulties in: molding, curing and deformation. Taking into account these results, it is believed that the most viable alternative is the characterization of the coating systems for LSF and not of the isolated products, specifically regarding to water tightness, of extreme relevance for the system. However, in order to establish product approval criteria, it is fundamental to establish methods and parameters for the characterization of isolated materials, as well as the correlation of their properties with the performance of the system.*

Key words: Light Steel Framing, Coating System, Test Method.

1 INTRODUÇÃO

Fatores como o aumento da produtividade e da sustentabilidade na produção de edificações tem levado o meio técnico a estudar a viabilidade técnica e econômica de processos construtivos que possibilitem adiantar a produção em fábrica concomitante aos serviços preliminares e fundações. Dentre esses processos destaca-se a produção de painéis e módulos tridimensionais produzidos a partir da tecnologia em *Light Steel Framing* (LSF). A sua especificação técnica vem sendo aprimorada, principalmente em painéis para fachada. Altos índices de produtividade (em comparação à alvenaria), reduções de custo indiretas por redução de cargas permanentes, e potencial de aprimoramento no desempenho têm sido divulgados no mercado pelos fornecedores dos componentes e materiais.

Uma das lacunas dessa tecnologia envolve a especificação e avaliação do sistema de revestimento aderido aplicado sobre placa cimentícia, sendo esse o mais utilizado no mercado nacional. Muitos fornecedores que atuam no Brasil indicam soluções similares às aplicadas nos sistemas ETICS (*External Thermal Insulation Composite System*) e EIFS (*Exterior Insulation Finishing System*), sendo grande parte delas composta por materiais de elevado teor polimérico. Na maioria das vezes não se declara o tipo e teor de polímero, se há ou não aditivos e adições. Além disso, faltam informações quanto às características físico-química e mecânicas desses produtos. A ausência de documentação técnica, incluindo caracterização do produto e do seu desempenho quando integrado com as demais camadas não é coerente com uma cadeia produtiva que busca conquistar o mercado.

O objetivo deste trabalho é identificar e analisar criticamente métodos de ensaio potencialmente aplicáveis para caracterizar argamassas próprias para placas cimentícias adotadas em LSF, com teores variáveis de cimento e polímeros. Para tanto, a partir de revisão da literatura pertinente, definiram-se os elementos que compõem o sistema de revestimento e suas respectivas funções de maneira a filtrar as principais características para serem avaliadas. E, para a seleção dos métodos de ensaio, foram consultadas normas e diretrizes nacionais e internacionais, incluindo documentos voltados para outros tipos de materiais.

Apesar de necessária, a discussão sobre os critérios de avaliação não será abordada neste trabalho.

2 SISTEMA DE REVESTIMENTO PARA LSF

No Brasil, o sistema construtivo em LSF é parametrizado pela Diretriz SINAT nº003. Nesse documento, os elementos do sistema de revestimento são classificados como “revestimento ou acabamento”, e mencionam-se as seguintes camadas: a) primeira camada, denominada “argamassa para revestimento (*basecoat*) com tela”; b) segunda camada composta por produtos variados como “argamassas, pastas, pinturas, *sidings*, cerâmicas” (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016).

Também foram consultadas normas internacionais, de maneira a se verificar como o revestimento aderido para LSF é especificado. Porém, notou-se que o revestimento bastante comum é o não aderido, como o *siding*. Devido a isso, recorreu-se às especificações de revestimentos aderidos aplicados nos sistemas ETICS/EIFS.

O *European Technical Approval Guidelines – ETAG* nº 004 (EUROPEAN ORGANISATION FOR TECHNICAL APPROVALS - EOTA, 2013) considera como sistema de revestimento do ETICS todas as camadas aplicadas sobre o elemento de isolamento térmico. Nomeado como “*rendering system*” ou “*render coating*”, o sistema pode ser composto por um número de camadas variável, dependendo da característica dos materiais envolvidos. São elas: a) camada de base (*base coat*) com reforço (*reinforcement*); b) camada opcional de ponte de aderência entre a camada de base e de acabamento (*key coat)*; c) camada de acabamento (*finishing coat)*; d) camada extra, para contribuir no acabamento estético (*decorative coat)*.

A ASTM International considera o sistema de revestimento do EIFS de maneira similar, porém com menor número de camadas. Na norma ASTM C1516-17, o sistema é conhecido como “*lamina*”, e é composto por: a) camada de base (*base coat*) reforçada com tela de fibra de vidro (*nonmetallic reinforcing mesh)*; b) camada de proteção e acabamento (*finish coat*). Para a ASTM, é permitida a não-especificação da tela de reforço (ASTM INTERNATIONAL, 2017).

Os fornecedores atuantes no mercado brasileiro seguem parcialmente as terminologias existentes no mercado internacional. No Quadro 1 reúnem-se alguns dos termos comerciais para tratamento de juntas e sistema de revestimento, divulgadas como soluções para LSF no Brasil.

Quadro 1 – Termos comerciais de produtos para tratamento de juntas e camadas de revestimento disponíveis no mercado brasileiro

Fornecedor	Tratamento de juntas	Camada 1	Camada 2
A	Fita Telada + Massa Pronta	Revestimento – Acabamento Liso (ou Texturizado)	Tinta Elastomérica
B	Massa + Fita para Tratamento de Juntas	Massa Superficial Basecoat + Malha Superficial	Não comercializa no Brasil
C	(Fita de fibra de vidro) + Tratamento de Juntas de Placas Cimentícias	Preparador de Bases + (Tela de fibra de vidro)	Informação não encontrada
D	(Tela de tratamento de junta) + Skim coat flexível	Base coat + (Tela de reforço)	Textura acrílica
E	Emulsão polimérica com adição de cimento + (Tela de fibra de vidro)	Emulsão polimérica com adição de cimento + (Tela de fibra de vidro álcali resistente)	Não produz
F	Massa Base Coat System + Fita de Junta	Massa Base Coat System + Tela Base Coat System	Não produz
G	Primer + Selante + Base protetora + Fita de fibra de vidro + Massa cimentícia + Fita de fibra de vidro	Massa niveladora flexível	Capstone Finish

Legenda: o que está entre "( )" é necessário, mas não é comercializado pelo fornecedor no Brasil.

Fonte: autores (2019)

Neste trabalho, propõe-se a seguinte nomenclatura para as camadas que compõem o sistema de revestimento para LSF: 1) preparação da base para acabamento decorativo e 2) acabamento decorativo.

3 FUNÇÕES DO SISTEMA DE REVESTIMENTO VINCULADAS AO DESEMPENHO DA VEDAÇÃO VERTICAL EM LSF

Maciel e Sabbatini (2000) e Becere (2007) mencionam as seguintes funções para um sistema de revestimento: a) proteção dos elementos de vedo da ação direta dos agentes agressivos; b) auxílio da vedação no cumprimento do isolamento termo acústico, estanqueidade à água e aos gases; c) regularização da superfície dos elementos de vedo, servindo de base regular e adequada ao recebimento de outros materiais de acabamento; d) contribuir para a estética da vedação.

Diferentemente dos revestimentos aplicados sobre os sistemas tradicionais (alvenaria de blocos e estrutura de concreto armado), o sistema de revestimento para o LSF assume papel ainda mais relevante. Todos os componentes que compõem o vedo vertical em LSF apresentam maior sensibilidade à água e se deterioram mais facilmente sob sua presença constante: desde a chapa de OSB (GRADECI et al., 2017), podendo colocar em risco a salubridade e até mesmo a segurança estrutural, até mesmo as placas cimentícias, que podem apresentar movimentação higroscópica cíclica e levar à deterioração precoce das juntas seladas, comprometendo a estanqueidade do sistema.

Diante disso, para a seleção dos ensaios de caracterização dos materiais constituintes do revestimento, destacam-se as funções exercidas quase que exclusivamente por esse sistema, ou seja, regularização de superfície, estética e estanqueidade à água, sendo esta última de importância crucial.

4 ENSAIOS LABORATORIAIS

4.1 Seleção dos ensaios aplicáveis

Para este trabalho, focou-se nos ensaios de caracterização de material próprio para aplicação na "camada de preparação da base", os quais têm potencial de correlação com a estanqueidade à água do sistema.

Os métodos correlacionados à estanqueidade, estipulados pela Diretriz SINAT nº003 para a caracterização da argamassa de revestimento, são descritos nas normas ABNT NBR13279:2005, ABNT NBR15259:2005, ABNT NBR15261:2005, ABNT NBR15630:2009. Essas referências, todavia, são aplicáveis a argamassas cimentícias,

predominantemente inorgânicas, aplicadas em camadas de grande espessura, sobre bases dimensionalmente estáveis e resistentes à água.

Como o objetivo do estudo envolve a caracterização de argamassas de pequena espessura, com importante fração de polímeros, que precisam ser estanques, é necessário procurar outros ensaios com potencial de adaptação[1]. Foram analisadas outras normas aplicáveis às argamassas inorgânicas (ABNT NBR13281:2005, ABNT NBR13749:2013), bem como o referencial normativo brasileiro relativo às argamassas colantes e argamassas para rejuntamento (ABNT NBR14081-1:2012, ABNT NBR14992:2003), argamassas inorgânicas decorativas (ABNT NBR16648:2018), tintas (ABNT NBR15303:2018, ABNT NBR15348:2006, ABNT NBR15380:2015, ABNT NBR15077:2004), e materiais para impermeabilização (ABNT NBR9952:2014). Além disso, foram consultadas outras normas internacionais (ASTM C474:2005[2], ASTM C1305:2016, ASTM C1397:2013, ASTM E2568:2017, ASTM E2178:2013, EN 998-1:2010, EN 12002:2003, EN ISO 12572: 2017, EN 15148:2016, DIN 18550:1985, DIN 18558:1985), e os métodos indicados nas normas e diretrizes internacionais relativas ao ETICS/EIFS (EN1015-18:2002, EN1015-21:2002, EN 1609:2013, EN ISO 15148:2016, EN ISO 12086:2013), já que é possível identificar uma semelhança com o revestimento adotado nesse método construtivo.

Foram identificados poucos ensaios com potencial de adaptação, para a caracterização relacionada à estanqueidade, corroborando as recomendações da Diretriz SINAT nº003. Os ensaios selecionados estão relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 – Ensaios selecionados para caracterização de componente

Método de ensaio	Normas de Método selecionadas	Indicação Diretriz SINAT nº003
Absorção de água por capilaridade	ABNT NBR15259	ABNT NBR15259
Aptidão para dissimular fissura	ASTM C1305	UEATc[2]
Craqueamento / Fissuração	ASTM C474	ASTM C474[2]
Módulo de elasticidade dinâmico	ABNT NBR15630	ABNT NBR15630
Resistência à tração na flexão	ABNT NBR13279	ABNT NBR13279
Variação dimensional – retração	ABNT NBR15261	ABNT NBR15261
Susceptibilidade à fissuração	ABNT NBR16648	Não há indicação
Ensaio de flexibilidade	ISO 13007	Não há indicação

Fonte: autores (2019)

4.2 Análise crítica dos métodos de ensaios selecionados para caracterização de componentes

Para a análise da aplicabilidade dos ensaios selecionados, foram moldados corpos de prova conforme a ABNT NBR13279:2005, NBR 15261:2005 e ISO 13007:2005, como um experimento piloto. Foram utilizados materiais indicados para a camada de "preparação da base para acabamento decorativo", de quatro fornecedores distintos (B, C, D, E), e algumas dificuldades foram encontradas:

- A moldagem se mostrou desafiadora, pois o material adere nas ferramentas e impossibilita a moldagem segundo prescrito pelas normas respectivas; a mesma dificuldade é encontrada no preparo do produto, inviável com o teor de água de 75% na primeira mistura (NBR 16541). Ademais, o tempo de uso (*pot life*) de alguns produtos se mostrou reduzido a ponto de inviabilizar a moldagem de 3 CPs 4x4x16 (compressão, NBR 13279) e 3 CPs 2,5x2,5x28,5 (retração, NBR 15261);
- Os métodos de cura (plásticos de proteção e armazenamento em câmara úmida – típicos de materiais cimentícios, mas não de emulsões poliméricas) e os tempos para endurecimento e desenforma dos CPs não se mostraram adequados a esses materiais. Quando desenformados, alguns produtos ainda não estavam endurecidos/rígidos o suficiente para evitar danos e deformações excessivas;
- Dentre os produtos onde a desenforma foi possível, houve casos de deformação do CP ao longo do tempo, como empenamento e fissuração.

[1] As normas consultadas não foram listadas nas referências pelo número limitado de páginas.

[2] Já indicado pela Diretriz SINAT nº 003, mas para avaliação da "massa para tratamento de juntas dissimuladas".

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista o levantamento normativo e a seleção de ensaios proposta para o experimento piloto e os seus respectivos resultados, a caracterização de materiais isolados, apesar de indispensável para o estabelecimento de uma correlação com o desempenho do conjunto, é de difícil realização seguindo rigidamente o protocolo das normas atualmente propostas. A normalização vigente para argamassas cimentícias, proposta pela diretriz SINAT, não se mostrou adequada para caracterizá-los.

Frente a essas dificuldades, ensaios que envolvam todas as camadas do sistema de revestimento, incluindo a chapa cimentícia e o tratamento de juntas para a caracterização do revestimento, são atualmente a alternativa mais viável para a caracterização do revestimento diante, principalmente, das exigências de estanqueidade à água.

Por outro lado, a alternativa de se avaliar o sistema de revestimento é dificultada porque muitos fornecedores do mercado brasileiro não comercializam as soluções completas (em muitos casos, a base + tratamento de juntas + camadas de revestimento são de fornecedores distintos). Isso pode acarretar na necessidade de um número grande de avaliações para contemplar as várias combinações possíveis de materiais. Outro problema desse cenário reside na determinação de quem assumirá a responsabilidade pelo investimento financeiro nos ensaios, além da responsabilidade pelo sistema final.

Devido à relevância da estanqueidade do sistema, defende-se a inclusão da avaliação do potencial de fissuração dos materiais aplicados aos substratos usuais e a capacidade das camadas por eles constituídas não fissurarem. E sugerem-se como próximos estudos a busca por melhores métodos de ensaio, que englobem desde a sequência de preparo dos produtos até moldagem dos diversos tipos de CPs para determinação de suas propriedades mecânicas. Acredita-se que os procedimentos devam considerar o tipo e tempo de cura, de maneira a respeitar os mecanismos de endurecimento das fases ligantes de cada material.

Não obstante a dificuldade de se estabelecerem ensaios específicos para os materiais isolados, é fundamental que o meio técnico estabeleça parâmetros que possam distinguir características específicas entre os produtos disponíveis. Destaca-se, ainda, a necessidade de identificação da correlação entre propriedades de materiais e desempenho do sistema, para possibilitar o estabelecimento de critérios para homologação de produtos e especificações técnicas.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR-13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005. 9 p.

_____. NBR-15261: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da variação dimensional (retração ou expansão linear). Rio de Janeiro, 2005. 6 p.

_____. NBR-15303: Tintas para construção civil – Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais – Determinação da absorção de água de massa niveladora. Rio de Janeiro, 2018. 5 p.

_____. NBR-15259: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro, 2005. 3 p.

_____. NBR-15630: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultra-sônica. Rio de Janeiro, 2009. 4 p.

_____. NBR-16648: Argamassas inorgânicas decorativas para revestimentos de edificações – Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2018. 28 p.

ASTM International. C1305-16: Test Method for Crack Bridging Ability of Liquid-Applied Waterproofing Membrane. West Conshohocken, 2016. 3 p.

_____. C1516-17: Practice for Application of Direct-Applied Exterior Finish Systems. West Conshohocken, 2017. 7 p.

_____. C474-15: Joint Treatment Materials for Gypsum Board Construction. West Conshohocken, 2015. 15p.

BECERE, O. H. Revestimentos de ligantes sintéticos: proposta de métodos de ensaios para avaliação de desempenho. Dissertação de Mestrado – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007, p. 202. São Paulo: 2007.

EUROPEAN ORGANISATION FOR TECHNICAL APPROVALS – EOTA. ETAG 004 Guidelines for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) with Rendering. Brussels: 2013. 143 p.

GRADECI K. et al. Mould growth criteria and design avoidance approaches in wood-based materials – A systematic review. Construction and Building Materials, nº 150, p. 77-88, 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 13007-2: Ceramic Tiles – Grouts and adhesives. Part 2: Test methods for adhesives. Geneva, 2005. 44p.

MACIEL, L.L.B.; SABBATINI, F.H. Projeto e Execução de Revestimentos de Argamassa. Editora: Nome da Rosa. São Paulo: 2000. 89p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Diretriz SINAT nº 003 - Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço zincado conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Steel Framing”). Brasília, 2016. 71 p.

_____. Diretriz SINAT nº 006 - Revestimento decorativo monocamada em argamassa inorgânica. Brasília, 2016. 19 p.