



REVESTIMENTO NÃO-ADERIDO: PROPOSTA DE CRITÉRIOS DE DESEMPENHO E MÉTODOS DE ENSAIO¹

SILVA, Luiz Fernando Batista (1); OLIVEIRA, Luciana Alves (2)

(1) IPT, e-mail: lfernando@ipt.br; (2) IPT, e-mail: luciana@ipt.br

RESUMO

Os sistemas de Revestimento Não-Aderido (RNA) são importantes tecnologias do ponto de vista da industrialização da construção e podem ser aplicados na execução de novas fachadas e em *retrofit* de edificações. Entretanto, a ausência de normalização brasileira específica prejudica uma avaliação adequada do desempenho do produto. Em vista da NBR 15575-4 (Edificações habitacionais: Desempenho – Parte 4) não se aplicar diretamente ao sistema RNA, este artigo propõe a definição de critérios de desempenho e de métodos de ensaio baseados nas normas NBR 10821 (Esquadrias externas para edificações) e no *European Technical Approval Guideline* (ETAG 034 – Part 1), considerando os requisitos relativos à resistência a cargas de vento e à drenabilidade desse sistema. O RNA consiste em revestimento não aderido composto por placas apoiadas em peças metálicas, fixadas aos perfis metálicos da estrutura do sistema, os quais são fixados à estrutura principal do prédio e às paredes de fachada, através de insertos metálicos. Conclui-se que os resultados obtidos nos ensaios demonstram que a compatibilização entre as normas NBR 10821 e o ETAG 034 – Parte 1 - subsidiou critérios e métodos de ensaio para avaliação do comportamento do sistema RNA e, portanto, demonstram que os métodos de ensaio propostos são consistentes e podem integrar uma futura regulamentação técnica.

Palavras-chave: Revestimento Não-Aderido. Desempenho de fachadas. Critérios. Métodos de Ensaio

ABSTRACT

The Ventilated Cladding Kits systems are important technologies for the industrialization of construction and may be applied on new building façades and retrofits. However, the absence of specific brazilian standard to this system hinders a proper assessment of the product performance. In face of NBR 15575-4 (Residential buildings – Performance Part 4) does not apply directly to ventilated cladding kit system, this paper purposes the definition of performance criteria and test methods, based on NBR 10821(Windows frame for buildings) and on European Technical Approval Guideline (ETAG 034 – Part 1), considering the system wind load resistance and drainability. The product consists on external cladding, mechanically fastened to a framework, which is fixed to the external wall by metallic inserts. The paper concludes that the obtained results demonstrates that the compatibility between standards NBR 10821 and ETAG 034 – Part 1 subsidized data for evaluation of system behavior and thus demonstrate that the proposed testing methods are confident and may integrate a technical regulation.

Keywords: Ventilated Cladding Kits. Performance. Criteria. Test Methods

¹ SILVA, Luiz Fernando Batista; OLIVEIRA, Luciana Alves. Revestimento não-aderido: proposta de critérios de desempenho e métodos de ensaio. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

O Revestimento Não-Aderido (RNA) por ser um sistema com controle tecnológico de produção favorece a industrialização do setor da construção e pode ser aplicado, tanto na execução de novas fachadas, quanto em *retrofit* de edificações.

A ausência de normalização brasileira específica para o sistema de RNA dificulta a padronização da avaliação do seu desempenho (comportamento em uso). Em vista da recentemente publicada norma de desempenho NBR 15575-4 (Edificações habitacionais: Desempenho – Parte 4) se dedicar diretamente ao sistema de vedação vertical como um todo e não particularizar nenhum critério de avaliação ao sistema de revestimento, particularmente ao RNA, este artigo propõe, com base na NBR 10821 (Esquadrias externas para edificações) e no European Technical Approval Guideline (ETAG 034 – *Part 1*), a definição de critérios de desempenho e seus respectivos métodos de ensaio relacionados aos requisitos de resistência a cargas de vento e à drenabilidade desse sistema de revestimento, executado com juntas entre as placas de revestimento abertas (sem vedação).

O sistema de RNA, com juntas abertas, não tem como premissa ser estanque à água de chuva, entretanto, cria um paramento (*rainscreen*) que reduz a incidência de água no substrato (vedo) (Rousseau et. al., 1998). Esse comportamento de reduzir a água que incide sobre o vedo, é avaliado pelo requisito de drenabilidade discutido neste artigo.

A avaliação referente à drenabilidade tem o objetivo, portanto, de analisar a relação entre o volume de água de chuva incidente sobre a fachada, juntamente com pressão de vento, e o volume de água que penetra para o interior da câmara de ar (espaço entre revestimento e parede) e atinge a parede (substrato suporte do revestimento não aderido), além de possibilitar a verificação de eventual empoçamento da água nos perfis da estrutura suporte do revestimento.

Geralmente essa avaliação pode ser feita por análise de projeto, verificando-se a largura da câmara de ar (ITeC, 2014), entretanto, em fachadas não regulares, com diversas configurações geométricas, ou com formas diferentes das contempladas pela NBR 6123:1988, faz-se necessária uma análise mais detalhada, para verificar a quantidade de água que passa pelo revestimento e atinge o substrato (vedo).

Este artigo é parte da dissertação de mestrado do autor, que foi desenvolvida baseada em estudos bibliográficos, visita a obras, análise de projetos, estudo e desenvolvimento de métodos de ensaio e dos respectivos corpos de prova, e na análise dos resultados de ensaios realizados.

A validação da proposta foi possibilitada com base na idealização de um esquema de montagem dos corpos de prova e da realização de ensaios em laboratório. Para a realização dos ensaios selecionou-se um edifício “exemplo” com uso de sistema RNA, com placas cerâmicas extrudadas.

Assim, analisaram-se projetos e as particularidades das instalações do sistema nesta obra específica. Os corpos de prova foram montados nos pórticos de ensaios do laboratório, visando simular a condição real de uso (considerando este edifício exemplo), inclusive a câmara de ar e vãos gerados pelas juntas entre placas de revestimento. Também foi possível utilizar a infraestrutura de equipamentos já existentes no laboratório, com as devidas adaptações para avaliação dos resultados, principalmente dos ensaios de drenabilidade, que não seguem nenhuma normalização específica.

2 REVESTIMENTO NÃO-ADERIDO (RNA)

A tecnologia RNA é comumente confundida com fachada ventilada, fachada cortina, fachada dupla e outras tecnologias eventualmente semelhantes em aparência com o RNA, embora tecnicamente diferentes (Siqueira Júnior, 2003).

O termo Revestimento Não-Aderido (RNA), apresenta-se como uma alternativa para unificar e consolidar a terminologia do produto fixado ao substrato ou base por meio de componentes mecânicos (estrutura secundária, inserts metálicos, parafusos ou qualquer outro tipo de dispositivo) que o mantém afastado do substrato e ainda assim permite que este seja contemplado como parte do sistema de vedação vertical externa. O RNA pode ser utilizado como o sistema que, em conjunto com o substrato, forma a fachada ventilada, por exemplo (Vedovello, 2012).

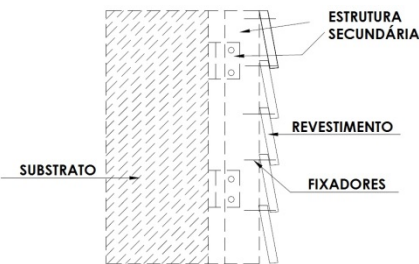
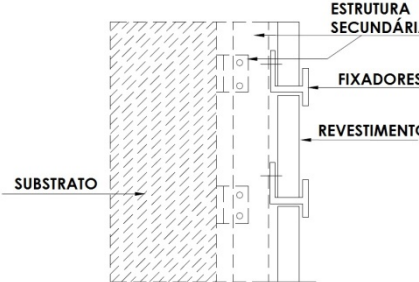
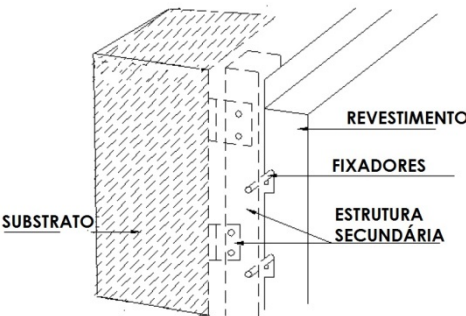
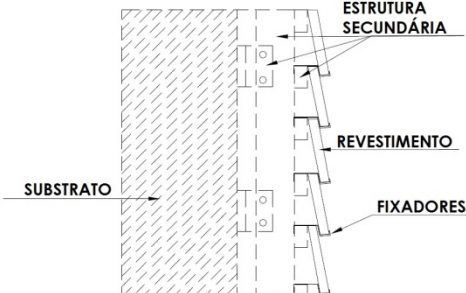
Portanto, propõe-se deixar claro que RNA é o produto que será instalado no substrato e irá compor o aspecto final da fachada. Diferentemente das outras duas terminologias apresentadas anteriormente, onde o termo referencia a fachada como um todo, o revestimento não-aderido é uma das partes da fachada e nunca poderá ser utilizado sem um substrato. Desta maneira, propõe-se a seguinte definição para o sistema RNA e esta será utilizada no decorrer deste trabalho:

"Sistema constituído de placas de revestimento fixadas ao substrato por meio de componentes mecânicos, que possibilitem a existência de uma câmara de ar (ou de material isolante térmico), entre o substrato e as placas de revestimento."

Os RNAs podem ser agrupados em famílias, considerando a combinação entre os elementos de revestimento e o sistema de fixação. O quadro 1 representa esquematicamente as alternativas de configuração do sistema que ocorrem em função da configuração geométrica da placa de revestimento adotada.

Quadro 1 – Esquemas de montagens do RNA

Descrição do sistema	Desenho esquemático	Alternativas da composição da placa de revestimento
placas de revestimento fixadas mecanicamente à estrutura secundária por meio de pregos, parafusos, rebites, etc., compostos de aço com proteção contra corrosão, aço inoxidável ou em liga de alumínio		Madeira, metal, placa de rocha ou chapa cimentícia
placas de revestimento fixadas mecanicamente à estrutura secundária por ancoragem específica posicionada em um rebaixo e ancorado por intertravamento mecânico (mínimo de 4 ancoragens em aço inoxidável)		Argamassa polimérica, placa de rocha, cerâmica ou placa cimentícia
placas de revestimento instaladas em estrutura horizontal composta de trilhos de alumínio ou pinos de aço inoxidável, parafusado à estrutura secundária vertical		Placa cimentícia reforçada, argamassa polimérica, placa de rocha, cerâmica ou placa cimentícia
placas de revestimento integrados à elementos adjacentes por intertravamento no topo e na base do elemento, por meio de sobreposição, com fixações mecânicas posicionadas na borda superior e dissimulada pela borda do elemento superior. As fixações podem ser de aço com proteção contra corrosão, aço inoxidável ou parafusos em liga de alumínio		Placa cimentícia reforçada ou plásticos

placas de revestimento fixados à estrutura secundária por meio de fixações mecânicas posicionadas na borda superior do revestimento e dissimulado pelo topo do revestimento superior. As fixações podem ser de aço com proteção contra corrosão, aço inoxidável ou parafusos em liga de alumínio		Madeira, placa cimentícia ou plástico
placas de revestimento fixados mecanicamente à estrutura secundária por, pelo menos, 4 grampos metálicos ou trilhos em aço inoxidável		Placa cimentícia reforçada, placa cimentícia, <i>terracotta</i> ou placas cerâmicas
revestimento suspenso na estrutura secundária em aço inoxidável e substrato em liga de alumínio		Placas metálicas
<i>tile-hung</i> (dispositivo para fixação do <i>siding</i>) em aço com proteção contra corrosão, aço inoxidável, parafusos, pregos ou consolo em liga de alumínio ou de cobre		Painel de madeira, concreto, placa cimentícia, ardósia, ou <i>terracota</i>

Fonte: Os autores

Assim, o sistema RNA, independente da sua configuração, precisa atender a requisitos de desempenho particulares para sistemas de revestimento, conforme discutido no item 3.

3 PROPOSTA DE CRITÉRIOS DE DESEMPENHO E MÉTODOS DE ENSAIO

3.1 ETAG 034 Parte 1e proposta do autor

O European Technical Approval Guideline – ETAG é um documento publicado pela European Organisation for Technical Approvals – EOTA que define requisitos de desempenho para sistemas de revestimento não-aderido utilizados em vedações externas (dados qualitativos), os critérios de avaliação (dados quantitativos) e os respectivos métodos para verificação (análises de projetos, ensaios, entre outros).

O documento considera todos os requisitos, critérios e métodos de ensaio relacionados ao RNA, tais como resistência mecânica, estabilidade, segurança em caso de incêndio (reação e resistência ao fogo), higiene, saúde e ambiente (ambiente interno e externo) segurança no uso e aspectos de durabilidade e manutenção.

Para esse trabalho, o autor analisa os critérios e métodos de ensaio apresentados no ETAG relacionados à carga de vento e drenabilidade e apresenta uma adaptação às condições brasileiras, considerando as condições de classificação apresentada no item 6 da norma NBR 10821-2:2011 e os coeficientes de forma apresentados na NBR 6123:1988.

O quadro 2 apresenta o critério proposto pelo ETAG, o critério proposto pelo autor e os principais pontos de divergência entre eles.

Quadro 2 – Relação entre propostas do ETAG e do autor

Critério	ETAG	Proposta do autor	Principais diferenças
Resistência às cargas de vento	<p>Os ensaios estabelecidos pelo ETAG são feitos até a carga na qual ocorre a ruptura de uma, ou mais, partes do corpo de prova, visando utilizar os resultados de ensaios para dimensionamentos do sistema, assim o critério considerado é a ausência de falha.</p> <p>A falha, neste caso, é definida pela ocorrência de uma das seguintes situações: Ocorrência de ruptura de pelo menos um dos componentes de revestimento. Ocorrência de deformação</p>	<p>A proposta é baseada na NBR 10821-2. Para a pressão de serviço (pressão de ensaio) o sistema de revestimento não pode:</p> <p>Apresentar ruptura, ou colapso total ou parcial de qualquer de seus componentes, incluindo a placa de revestimento; Apresentar deflexão máxima instantânea superior a $L/175$ do perfil, sendo L o comprimento livre do componente em análise; limitando-se a 30 mm; Apresentar</p>	<p>Os critérios propostos pelo ETAG não subsidiam dados para dimensionamento da estrutura secundária do sistema RNA. Além disso, não existem no Brasil equipamentos laboratoriais que viabilizem a realização desse ensaio baseado nesses critérios.</p>

	<p>permanente acentuada em pelo menos um dos componentes de revestimento. Ocorrência de falha nas fixações. Ocorrência de falha ou destacamento da estrutura secundária</p>	<p>deformação residual superior a 0,4% do comprimento livre do perfil em análise, medida após 3 min do desligamento da pressão de ensaio. Ocorrência de falha nas fixações Para a pressão de segurança o sistema de revestimento não pode: Apresentar ruptura, ou colapso total ou colapso parcial de qualquer de seus componentes, incluindo a placa cerâmica</p>	
Drenabilidade	<p>O Sistema RNA deve ser projetado e instalado de modo que a água que penetrar ou condensar na câmara de ar deve ser drenada para fora do sistema sem ocorrência de acúmulo de água, dano por umidade ou passagem de água através do substrato ou do sistema RNA.</p> <p>A verificação do atendimento ao critério é feita por análise de projeto considerando as características do material utilizado e a geometria das placas de revestimento e as dimensões das juntas entre elas</p>	<p>A proposta é criar um indicador que meça a relação entre água aspergida e água capturada que atingiu o substrato do corpo de prova. Esse indicador vai permitir analisar se, o sistema de impermeabilização do substrato, juntamente com a câmara de ar especificada em projeto, são adequados para promover a estanqueidade do sistema de vedação vertical externo (substrato + revestimento não aderido).</p>	<p>Ausência de dados históricos impossibilita considerar apenas a apreciação dos projetos. Deve-se considerar que a incidência de vento e chuva no Brasil é diferente em relação à Europa.</p>

Fonte: Os autores

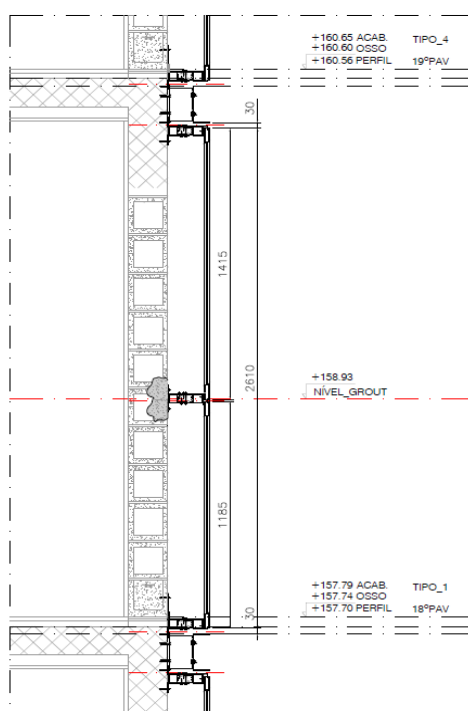
3.2 Métodos de ensaio

Para validação das propostas explicitadas no quadro 2 foram realizados ensaios laboratoriais, cujos métodos foram propostos e descritos nos itens a seguir.

3.2.1 Descrição do Revestimento Não-Aderido Ensaiado

O revestimento não aderido ensaiado é composto por placas cerâmicas extrudadas, apoiadas em peças metálicas, fixadas aos perfis metálicos da estrutura do revestimento, os quais são fixados à estrutura principal do prédio e às paredes de fachada, através de inserts metálicos (esquema em corte na Figura 3).

Figura 3 – Dispositivo para captação de água



Fonte: Os autores

O corpo de prova foi instalado seguindo os detalhes de projeto sendo respeitadas as larguras da câmara de ar entre o substrato e as placas cerâmicas, característica típica de sistemas de revestimento não aderido. As placas cerâmicas utilizadas no corpo de prova têm larguras variáveis, entre 150 mm e 300 mm, e comprimento de 1185 mm e 1415 mm.

Os perfis metálicos que compõem a estrutura secundária são em alumínio e tem dimensões de 50 mm x 73 mm x 73 mm x 4,76 mm (largura, comprimento, largura e espessura). Os inserts são em alumínio e tem dimensões e posicionamentos variados, conforme projeto. Todas as fixações são feitas por parafusos. Foram previstos perfis de EPDM entre as peças metálicas e as placas cerâmicas para absorver potenciais diferenças de movimentações/vibrações entre elas (Foto 2).

O corpo de prova ensaiado compreendeu:

- Um substrato não estanque ao ar que permitiu vazão do ar do interior do corpo de prova para o exterior e vice-versa, visando reproduzir o fluxo de ar que pode ocorrer no sistema de revestimento. Para tanto, o substrato foi formado por placa de policarbonato de 10 mm de espessura, estruturado com perfis metálicos;

- Estrutura metálica montada com dispositivos de fixação especificados no projeto da fachada;
- As placas cerâmicas instaladas conforme projeto.

3.2.2 Método de ensaio - Cargas de vento

O ensaio da carga de vento foi realizado conforme NBR 10821-3:2011, utilizando a pressão de segurança de 2210 Pa e de serviço de 1480 Pa, para pressão e sucção, considerando que o edifício “exemplo” tem em torno de 90m de altura e foi construído na cidade de São Paulo (Classe IV).

O corpo de prova foi posicionado na câmara de ensaio, com a face externa voltada para o interior da câmara, portanto, as cargas de ventos uniformemente distribuídas, sejam de pressão ou sucção, foram exercidas na face frontal do corpo de prova.

O ETAG sugere a preparação de um substrato não estanque ao ar composto de madeira, estrutura de aço, alvenaria ou concreto com furos de 15 mm de diâmetro por metro quadrado de corpo de prova.

A preparação desse corpo de prova para o ensaio de validação foi realizada com o sistema de RNA mais uma estrutura de aço e uma placa de polycarbonato transparente, que correspondiam ao substrato (parede de alvenaria, por exemplo). Para atendimento à solicitação da necessidade da existência de troca de ar (corpo de prova não estanque) feita pelo ETAG, foram calculados o vão entre o polycarbonato e a estrutura metálica do corpo de prova, além dos furos executados no polycarbonato para captação da água que atingiu o substrato. As áreas desses vãos garantiram a não estanqueidade do sistema.

A Figura 1 ilustra o corpo de prova montado na câmara de ensaio.

Figura 1 – Corpo de prova montado na câmara de ensaio



Fonte: Os autores

3.2.3 Método de ensaio - Drenabilidade

O ensaio de drenabilidade foi realizado conforme o ensaio de estanqueidade à água da NBR 10821-3:2011, considerando a pressão de estanqueidade a água de 250Pa, compatível com a classe IV e altura de 90 m.

A água captada foi mensurada em dois instantes, sendo o primeiro logo após o término do ensaio e o segundo após 24 horas do término do ensaio, permitindo captar a água residual que estava sobre o substrato.

Foi montado em laboratório um dispositivo que permitiu a captura da água que atingiu o polycarbonato, considerado como o substrato do corpo de prova. O dispositivo é composto por calhas posicionadas na estrutura metálica do corpo de prova, mangueiras, um cano coletor e um recipiente para medição da quantidade total de água.

A Figura 2 ilustra o dispositivo elaborado para a captação da água incidente no corpo de prova.

Figura 2 – Dispositivo para captação de água



Fonte: Os autores

4 RESULTADOS DOS ENSAIOS

A Tabela 1 apresenta a síntese dos resultados obtidos nos ensaios de carga de vento de pressão e a Tabela 2, cargas de vento de sucção.

Tabela 1 – Resultados dos ensaios de carga de vento - pressão

Percentual positivo da pressão de ensaio	Valor da pressão (Pa)	Deslocamento (mm)	Observações
0	0	0,00	Nada a relatar
30%	444	0,32	Nada a relatar
0	0	0,00	Nada a relatar
60%	888	0,65	Nada a relatar
0	0	0,00	Nada a relatar
100%	1480	1,20	Nada a relatar
0	0	0,07	Nada a relatar
Pressão de segurança positiva 1	2210	Nada a relatar	
Pressão de segurança positiva 2	2210	Nada a relatar	

Fonte: Os autores

Tabela 2 – Resultados dos ensaios de carga de vento - sucção

Percentual positivo da pressão de ensaio	Valor da pressão (Pa)	Deslocamento (mm)	Observações
0	0	0,00	Nada a relatar
30%	444	0,33	Nada a relatar
0	0	0,00	Nada a relatar
60%	888	0,70	Nada a relatar
0	0	0,00	Nada a relatar
100%	1480	1,24	Nada a relatar
0	0	0,07	Nada a relatar
Pressão de segurança negativa 1	2210	Nada a relatar	
Pressão de segurança negativa 2	2210	Nada a relatar	

Fonte: Os autores

Não foram observadas deformações, destacamentos, deslocamentos, desprendimentos, fissuras ou quebras no corpo de prova quando submetido às pressões de serviço e de segurança determinadas na NBR 10821.

A Tabela 3 apresenta a síntese dos resultados obtidos no ensaio de drenabilidade.

Tabela 3 – Resultados do ensaio de drenabilidade

Aspersão de água por bico (L/min)	Bicos utilizados no ensaio	Tempo de ensaio (min)	Total de água aspergida (L)	Água capturada durante o ensaio + água não capturada ¹ (L)	Relação água aspergida/água capturada (%)
2	4	15	120	0,5	0,4

¹ Água não capturada: refere-se à estimativa do volume de água que ficou retido no substrato do corpo de prova e não escoou até o recipiente

Pode-se observar que o índice de água que atingiu o substrato do corpo de prova é baixo relacionado ao total de água aspergida, sugerindo que as considerações do ETAG sobre a possibilidade de realizar a análise baseado no projeto pode ser adotado no Brasil, entretanto, consideram-se necessários dados de ensaios em outros sistemas RNA que corroborem essa afirmação.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que são viáveis os critérios e métodos de ensaio propostos pelo autor, considerando a exequibilidade dos ensaios e os resultados obtidos na validação das propostas. Todavia, deve-se analisar a capacidade de reprodução do substrato e do sistema RNA com fidelidade ao projeto original, dirimindo dessa maneira a possibilidade de falsos resultados.

A proposta do autor contribui para a análise de projetos de fachadas com sistemas RNA já considerando as adaptações para as normas e a disponibilidade de equipamentos em laboratórios brasileiros.

Ressalta-se que o sistema RNA tem potencial de contribuir com a estanqueidade da fachada, entretanto tal critério deve ser atendido pelo sistema de vedação vertical externa e suas partes.

Outros aspectos como segurança a impactos, segurança ao fogo e durabilidade devem ser considerados em estudos futuros. Parte desses aspectos é considerada na dissertação elaborada pelo autor desse artigo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Caixilho para edificação – janela** – NBR 10821. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **Forças devidas ao vento em edificações**. NBR 6123. Rio de Janeiro. 1988.

_____. **Edificações habitacionais — Desempenho**. NBR 15575. Rio de Janeiro. 2013.

ETAG 034 - Guideline for european technical approval of kits for external wall claddings. **Ventilated Cladding Kits Comprising Cladding Components and Associated Fixings**, 2012.

ITEC, **European Technical Assessment ETA 14/0413**. The Catalonia Institute of Construction Technology, Barcelona, 2014.

Rousseau M.Z., Poirier G.F., Brown W.C., **Pressure Equalization in Rainscreen Wall Systems**. Construction Technology Updates no. 17, Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, 1998.

Siqueira JR, A.A de; Tecnologia de fachada-cortina com placas grês porcelanato. 2003. 199p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

Vedovello, C. A. S., **Gestão de projetos de fachadas**. 2012. 406p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.