



O USO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO NO SISTEMA CONSTRUTIVO WOOD FRAME

Gilmar TUMELERO¹ e Jorge Daniel De Melo MOURA¹

1 – Centro de Tecnologia de Urbanismo (CTU), Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná

RESUMO

A qualidade do projeto passa necessariamente pela compreensão do sistema construtivo adotado e da interação entre seus subsistemas com seus respectivos elementos. O presente trabalho trata da aplicação de esquadrias de alumínio no sistema construtivo *wood frame*. Assim, busca-se a compreensão do comportamento da interface dos elementos, esquadrias x painel, considerando as etapas: características do sistema construtivo, desenvolvimento de produto e colocação em serviço. A partir disto, o presente trabalho tem como objetivo a proposição de soluções para o problema de estanqueidade gerado nesta interface, compreendendo assim se o mesmo está associado às diferentes características dos elementos e dos materiais que os compõem. Assim, propõe-se o projeto e a inserção de um marco perimetral, que possibilite a junção dos dois elementos construtivos em um bloco único que apresente desempenho aceitável, de acordo com prescrições normativas, quanto à estanqueidade. O método adotado, constitui-se no projeto e na elaboração de protótipos dos três componentes distintos: painel de *wood frame*, marco perimetral e a esquadria de alumínio com posterior montagem. O estudo alinha-se com as normas vigentes e a literatura pertinente. Espera-se que com a metodologia aplicada o produto final apresente bom desempenho em relação à estanqueidade.

Palavras-chave: Sistema construtivo, Interface entre elementos construtivos, Estanqueidade, Esquadria de alumínio, Wood Frame

ABSTRACT

The quality of the project bases the on understanding of the construction system and the interaction between its subsystems with their respective elements. This paper deals with the application of aluminum windows to the wood frame building system. It focuses on the understanding of the interface behavior between the elements considering the steps: the construction system features, product development and application. Aims to propose solutions to the sealing problem generated on this interface, which is associated to the different characteristics of the elements and the component materials. Thus, the study proposes the project and the inclusion of a perimeter frame, which enables joining the two elements in a single block to present sealing performance in accordance with standard requirements. The method constitutes in the design and prototyping of three distinct elements: wood frame panel, perimeter frame and the aluminum window. The study aligns with the standards and the literature. It is expected that the final product presents good sealing performance of the interface

Keywords: *Building system, construction elements Interface, sealing, Wood Frame construction*



1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos o cenário da construção civil vem se transformando, atingindo patamares cada vez mais elevados de qualidade, isso faz com que as melhorias no uso de materiais e nas técnicas construtivas sejam essenciais para suprir demandas atuais.

O processo de evolução da tecnologia está cada vez mais intenso e rápido, preconiza de agilidade, flexibilidade, qualidade, desempenho e soluções acertadas, englobando todo o setor.

A indústria da construção civil, atenta às variações do mercado, necessidades, tendências e à evolução tecnológica, apresenta constantemente participação ativa em diversos segmentos do setor, em busca de novos produtos e técnicas de qualidade.

Toledo et al. (2000) relata que “a inovação tecnológica pode ser considerada como uma estratégia competitiva para as organizações” e que “o ambiente externo tem contribuído para frear os avanços tecnológicos”. As inovações são pouco difundidas na maior parte do setor. Apenas depois de consolidada é que uma tecnologia passa a ser adotada por um número razoável de empresas.

Atualmente, ao mencionar a evolução tecnológica, surgem inúmeras vertentes de informações, porém como Toledo et al. (2000) expõem, “trabalhadores, administradores e projetistas oferecem resistência às inovações”.

Um dos fatores que tem contribuído para a baixa qualidade, retrabalhos e rejeitos nas edificações é a falta de conhecimento por parte dos profissionais sobre os materiais e, como consequência, a falta de domínio das técnicas de aplicação.

Para Reis (2011), “é imprescindível que os produtos destinados a este segmento apresentem certificação de desempenho, visando garantir a qualidade da edificação como um todo, bem como ampliar a sua própria competitividade dentro do setor”.

Requisitos básicos de desempenho das edificações e soluções adequadas às obras e aos usuários, são colocados com maior ênfase, de modo a buscar continuamente melhorias ao produto final.

O melhoramento dos materiais utilizados na construção civil, ampliação de novos sistemas construtivos, maior controle de qualidade, aproximação dos projetistas com a indústria e a obra, tem, cada vez mais, como objetivo a racionalização e industrialização do sistema de produção da edificação.

O *wood frame*, (CMHC - Canada Mortgage and Housing Corporation, 2013), é um sistema construtivo formado por uma estrutura de peças de madeiras solidarizadas por chapas, formando o conjunto estrutural, os painéis podem ser simples, duplos, revestidos e com espessuras diferentes. As composições são inúmeras, com características individuais específicas, são compostos por madeira provenientes de florestas plantadas, comercialmente disseminada. Apesar de ser mundialmente conhecido e aplicado, no Brasil ainda é pouco difundido e tem um repertório comercial restrito de elementos e componentes para solução de interfaces e acabamentos entre os subsistemas que o compõe.

Os painéis de madeira, de modo geral, são caracterizados como sistemas construtivos leves e de fácil trabalhabilidade, cuja composição é essencialmente de madeira, tornando-os suscetíveis a deterioração biológica, uma vez que entrem em contato com a umidade. Desta forma, é necessário adotar soluções de isolamento do painel com relação as fontes de umidades.

Quanto às esquadrias de alumínio, estas são amplamente difundidas na construção civil e têm seu mercado consolidado. Suas propriedades de durabilidade prolongada, leveza,



versatilidade, baixa manutenção, diversidade de tipologias, resistência a corrosão e estética, são alguns dos fatores que favorecem seu uso, inclusive no sistema *wood frame*, recentemente introduzido no país.

A instalação de esquadrias em qualquer subsistema de vedação, coloca em questão a estanqueidade da junção entre os dois componentes. No que diz respeito ao sistema *wood frame*, pelas razões enunciadas acima, o problema é ainda mais grave, pois as patologias decorrentes de infiltrações de umidade podem se dar no interior do painel comprometendo a integridade estrutural do edifício.

2 JUSTIFICATIVA

A construção em madeira no Brasil, diferentemente do resto do mundo, ainda carece de soluções adequadas para a interface de seus subsistemas. O sistema *wood frame* tem sido introduzido no país de forma mais importante e, ainda, não existe um repertório de componentes nacionais que sejam desenhados para uso específico neste sistema. O uso de esquadrias comerciais por exemplo, traz um desafio quando aplicadas em painéis de *wood frame*. Sobretudo no que diz respeito à estanqueidade entre dois componentes com características diferentes, o estudo do comportamento da interface passa a ser um requisito primordial para o sucesso e a disseminação do sistema.

Existem no mercado, componentes para esta interface, entretanto ao se tratar de esquadrias de alumínio aplicadas em painéis de *wood frame*, especificamente, os componentes são adaptados e, para este caso, nem sempre apresentando bom desempenho. A realização de um estudo mais aprofundado da questão, pode contribuir para corrigir problemas e gerar diretrizes para novos projetos de componentes. Além disso, pode-se analisar falhas dos sistemas construtivos existentes, propor recomendações técnicas de modo a minimizar e/ou eliminar os problemas gerados na região de entorno das esquadrias. As infiltrações podem trazer manifestações patológicas, que vão comprometer a vida útil dos materiais que compõem o painel, causando: apodrecimento das peças estruturais ao longo dos anos, oxidação dos fixadores metálicos, afastamento entre as juntas de estanqueidade, inchamento das placas de superfície, retenção de umidade na face interna da manta de impermeabilização, comprometimento da qualidade dos acabamentos (gesso, pintura, textura), aparecimento de fungos com prejuízos materiais e à saúde dos usuários.

A inserção de um elemento de junção na interface esquadria/parede é uma forma de possibilitar o uso destes dois componentes, que pode resolver as manifestações patológicas e contribuir para a ampliação do uso deste sistema construtivo.

Portanto, é fundamental o desenvolvimento de estudo visando compreender o problema de estanqueidade na interface das esquadrias de alumínio com os painéis de *wood frame*. Desta forma, esta pesquisa traz reflexões acerca deste assunto, desenvolvendo uma metodologia de abordagem da questão.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O setor das esquadrias de alumínio, no Brasil teve sua efervescência a partir da década de 1990, quando ocorreu uma verdadeira invasão de inovações técnicas e tecnológicas



oriundas dos Estados Unidos e da Europa, alavancando o uso com mais intensidade das esquadrias de alumínio, com o surgimento de várias linhas de novos perfis.

É possível se identificar uma série de razões que contribuem para a escolha e uso das esquadrias de alumínio para as edificações.

Para Reis (2011, p. 99), “a versatilidade do alumínio permite sua utilização em diferentes segmentos do mercado, tais como: construção civil [...]”. Expõe, desta forma a versatilidade como uma característica importante para o uso deste material. Com o decorrer do tempo, as esquadrias de alumínio, foram consolidadas no mercado e a versatilidade deste material tem permitido ganho de qualidade nas obras. (REIS, 2011)

Ao considerar a instalação de esquadrias de alumínio em alvenarias, o grande cuidado a ser tomado é com a selagem perimetral. A infiltração pelo perímetro pode ocorrer tanto pela falha de preenchimento no chumbamento, pela má aderência da argamassa na esquadria ou pela falha de vedação, este é o resultado de aplicação ineficiente ou mesmo a incompatibilidade entre materiais. A má aderência e a falha na vedação, são visualmente notadas pelo surgimento de fissuras na interface com a alvenaria.

Lizuka (2001) considera que a ação simultânea da chuva e do vento, provoca a penetração da água para dentro do edifício, através de juntas ou frestas mal vedadas. A umidade constatada é proveniente da água da chuva, a qual penetra através de elementos de envoltório externo. Além disso, as manifestações patológicas podem ocorrer por falha de instalações. Para evitar tais problemas, é preciso desenvolver sistemas que contemplem os processos de instalação e interface. Propõe a criação de um perfil de esquadria apto para receber as folhas, a face do vão de alvenaria deve ser acabada para receber o perfil (Figura 1).

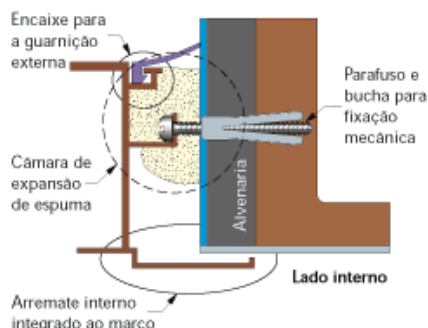


Figura 1 – Projeto de instalação de esquadria sem contramarco. Fonte: Lizuka (2001)

A instalação acontece dentro do vão acabado, o perfil é executado com folga de modo a criar uma câmara entre a parede de alvenaria e o perfil de alumínio. Na interface, na câmara, é aplicada a espuma expansiva que vai proporcionar a vedação (Figura 1). Como acabamento externo, é aplicada uma guarnição para proteção da espuma.

O sistema construtivo *wood frame construction* possui grande aceitação nos Estados Unidos, Canadá e Europa há mais de um século. Enquanto no Brasil está em fase incipiente com muitas lacunas de acessórios e soluções construtivas.

O Canadian Wood-Frame House Construction (CMHC, 2013) por exemplo, possui uma lista de níveis de desempenho das esquadrias, no que diz respeito à estanqueidade, impermeabilidade e resistência ao vento, entre outras características. Neste manual as esquadrias recebem uma atenção particular e, devem garantir bom desempenho segundo as condições do clima onde estão sendo utilizadas. O National Building Code canadense (NBC, 2010) sobre as edificações de *wood frame*, estabelece algumas características para garantir o perfeito funcionamento das esquadrias, além de elencar fatores de desempenho, tais como:



custos, garantia comercial, desempenho energético, coeficiente de ganho de calor solar adequado às cargas climáticas locais, entre outros. O NBC (2010) estabelece também, elevado nível de estanqueidade, impermeabilidade, resistência ao vento e resistência ao arrombamento.

Basicamente, dois cuidados são primordiais para que a aplicação de esquadrias de alumínio em painéis *wood frame* proporcionem perfeita estabilidade à esquadria e resistência à ação dos ventos: estanqueidade e fixação.

LSTIBUREK (2006) lembra que no sistema de gerenciamento de água para a instalação de janelas, a falha na maioria das zonas climáticas se dá através de penetração de umidade a partir de instalações de janelas. A água não apenas vaza através da janela, mas também na interface da abertura do vão e a moldura da esquadria. A experiência demonstra não haver um sistema perfeito de vedação desta interface. Os detalhes de instalação de esquadrias são concebidos para fazer a proteção da madeira e evitar o vazamento de água para dentro do ambiente

O uso de manta impermeável e o elemento em forma de barreira (Figura 2), evitam a entrada da água para dentro do ambiente, conduzindo-a para o exterior.

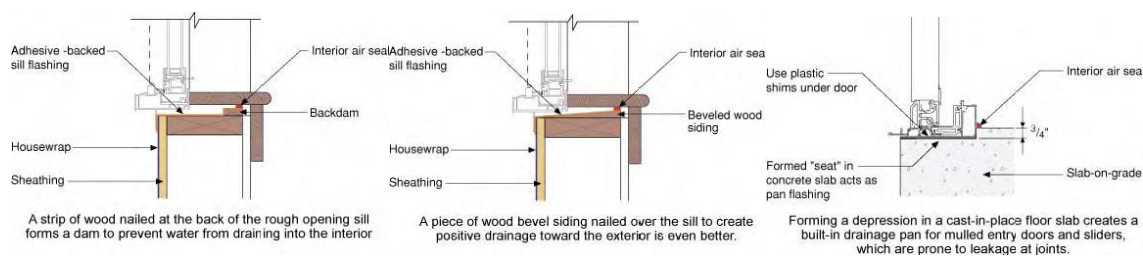


Figura 02. Detalhes de vedação da esquadria. Fonte: Istiburek (2006)

Sobre os aspectos apresentados, a problemática da estanqueidade de água nas interfaces das esquadrias, os autores apresentam de forma pontual possíveis soluções. Na literatura, observa-se que, embora haja inúmeras tentativas de eliminar infiltrações para corrigir patologias decorrentes do problema, na prática ainda são identificados vazamentos de água entre a esquadria e o painel.

Apesar das esquadrias de alumínio e o sistema *wood frame* serem produtos consagrados no mercado, tendo passado por inúmeros avanços tecnológicos, sua inserção ainda apresenta desempenho pouco satisfatório no que diz respeito à estanqueidade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

a. Projetos Dos Protótipos

A utilização de protótipos permite antecipar eventos que possam ocorrer na edificação. Protótipos, além de facilitar a pré-fabricação e serem rapidamente executáveis, permitem a avaliação do conjunto como um todo e possibilitam correções e ajustes antes da produção e colocação do elemento em serviço.

Assim, inicialmente, o projeto do painel foi desenvolvido como a Figura 3:

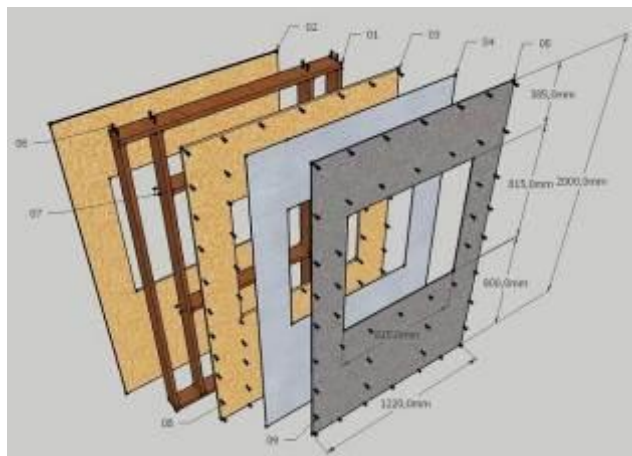


Figura 3. Projeto do Painel de Wood Frame. Fonte: O próprio autor

1 – Estrutura central em madeira. A madeira considerada é da espécie Pinus SPP adquirida no mercado. A estrutura central do painel é montada através de Parafusos de 4,8x50 mm, e a fixação das duas travessas que delimitam a altura do vão luz e formando a verga e a contra verga do painel foi realizada através de pregos de lisos 17 x 27.

2 – Chapas de OSB, cuja função é fazer o fechamento da estrutura. Foram utilizadas duas chapas de 9,5mm de espessura, uma para a pele interna e outra para a externa. As chapas com dimensões de 1,20m x 2,00m foram adquiridas no mercado local.

3 – A fixação das chapas de OSB sobre a estrutura do painel foi feita por parafusos de 4,2x25mm. Os dois planos de madeira fazem o contraventamento da estrutura de madeira e estabilizam o conjunto.

4 – Manta aluminizada impermeável à base de papel, cuja função principal é criar uma barreira com o meio externo a fim de proteger os elementos de madeira, de modo a evitar a deterioração dos mesmos. A manta foi colocada entre a chapa OSB e a placa cimentícia. Sua fixação nas bordas externas foi realizada por meio de grampos e interna, nas bordas do vão luz, foi colada com fita dupla face vhb, em toda a extensão que fica comprimida pelas chapas.

5 – Placa cimentícia de 6mm, tem por finalidade fazer a proteção externa contra a umidade, a proteção mecânica da manta e o arremate do painel. A chapa utilizada tem dimensões de 1,20m x 2,00m, também adquirida no mercado local. A fixação da chapa cimentícia sobre a pele externa de OSB, se fez através de parafusos.

6 – A instalação da esquadria demandou outros materiais como parafusos para a fixação e para garantir a vedação das juntas: silicone incolor de cura neutra e fita estrutural dupla face (vhb).

O painel foi executado na marcenaria da Universidade Estadual de Londrina com o auxílio de ferramentas de trabalho para execução do mesmo, (serra circular para madeira, serra abrasiva para materiais minerais, lixadeira, furadeira, parafusadeira, prensa, martelo, aplicador de silicone, estilete, além de bancadas e calços de madeira).

A definição deste protótipo de esquadrias alumínio teve a escolha de um modelo padrão, janela de correr duas folhas, linha inova, dos projetos Alcoa Brasil Segundo figura 04.

A seguir a figura das esquadrias de alumínio, e o marco perimetral.

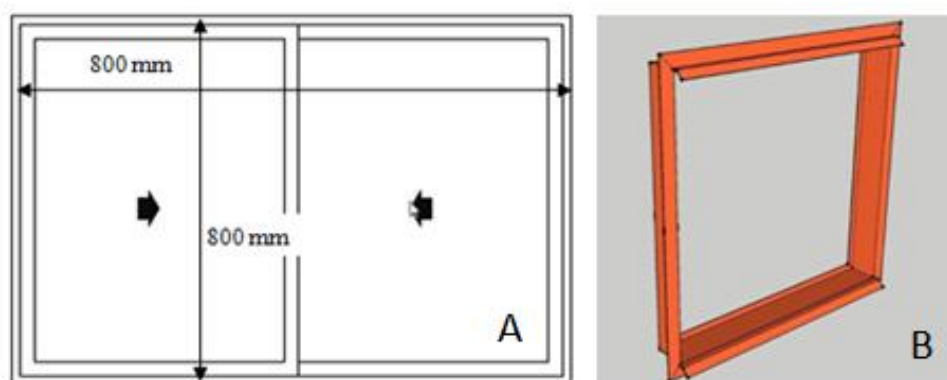


Figura 4. Vista da Esquadria De Alumínio (A) e Marco Perimetral (B). Fonte: O próprio autor

A fim de se flexibilizar as opções de escolha para projetistas e clientes, foi desenvolvido o projeto de um elemento construtivo de ligação entre a esquadria de alumínio e o painel de *wood frame*, que recebe a esquadria, (Figura 4B).

Foram previstas múltiplas dobras, corte a 45° nos cantos e solda na união das peças, abas superior e inferior, soldadas junto as pingadeiras e tratamento com pintura epóxi. Em todo o perímetro da esquadria, este marco recobre as áreas da madeira expostas pelo lado de fora, conformando todo o vão luz, com 100 mm de largura, de avanço para dentro da parede. Foi projetado para poder receber outras tipologias de esquadrias como, por exemplo: a de três planos, as fixas, as maxim-ar e outras, mediante estudos.

5 EXECUÇÃO DO PAINEL

Após a etapa de projeto, passou-se à etapa de execução do painel com o objetivo de submetê-lo a testes de estanqueidade na fase subsequente do estudo. A seguir, têm-se as imagens de confecção do protótipo.

As peças de madeira utilizadas na estrutura tinham dimensões de 25 x 110 mm (Figura 6A). Após aparelhamento de duas faces, as dimensões ficaram 22 x 110 para se ajustar à largura do marco perimetral. A estrutura foi solidarizada por parafusos (Figura 6B). A estrutura montada, pronta para receber as chapas OSB (Figura 6C).



Figura 6. Peças (A) – Montagem (B) e Estrutura Montada (C). Fonte: O próprio autor

A chapa OSB, foi cortada nas dimensões do painel 1,20m x 2,00m. O vão da esquadria (Figura 7A) foi recortado dentro da superfície da chapa a fim de se evitarem juntas que poderiam facilitar infiltrações fora da interface esquadria x painel. O vão foi executado com



uma tolerância de 15mm para justes de fixação, ficando com dimensões finais de 815mm x 815mm.

A superfície imediatamente abaixo da aba externa do marco, (Figura 7B), teve que ser rebaixada por meio de fresa, a fim de se encaixar a espessura da chapa de aço (2,5mm) na chapa de OSB e não criar ressaltos quando da colocação da manta e da placa cimentícia externa. O marco perimetral foi aplicado dentro do vão (Figura 7C) e fixado por parafusos.



Figura 7. Aplicação da Chapa (A) – Marco + Pannel com Rebaixo (B) e Marco + Pannel (C). Fonte: O próprio autor

Sobre a superfície externa em OSB foi aplicada manta impermeabilizantes para vedação da superfície contra a umidade (Figura 8B). Para se possibilitar a aderência da manta ao marco da esquadria, e evitar possíveis vazamentos, foi aplicada fita estrutural dupla face vhb em todo o perímetro da aba externa do marco (Figura 8A).

Após esta etapa passou-se à montagem da última camada externa do pannel (placa cimentícia) (Figura 8C). Ainda na Figura 8C, pode-se notar que, a exemplo da chapa de OSB, o vão da esquadria também foi recortado na placa cimentícia, de modo a se evitar emendas que poderiam abrir caminhos para infiltrações fora da interface estudada.

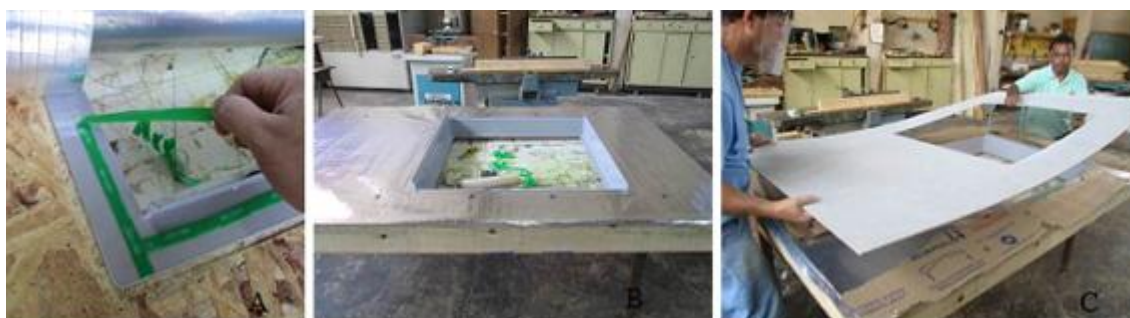


Figura 8. Fita vhb sobre o marco (A) – Manta Aluminizada (B) e Placa Cimentícia (C). Fonte: O próprio autor

Finalmente se procedeu à instalação da esquadria no pannel (Figura 9A). A esquadria foi calçada através da aplicação de espuma de polietileno de célula fechada (tarucel). Na sequência, a esquadria foi fixada por meio de parafusos auto brocantes de 4,2mm x 19mm conforme (Figura 9B), a junta entre o marco perimetral e a esquadria foi vedada através da aplicação de silicone em todo o perímetro da esquadria (Figura 9C).



Figura 9. Instalação da Esquadria (A) – Fixação da Esquadria (B) e Aplicação de Silicone (C). Fonte: O próprio autor

Nas Figuras 10A e 10B pode-se vislumbrar as faces interna e externa do painel acabado. Desta forma, o protótipo se encontra em condições para ser submetido ao teste de estanqueidade, próxima etapa do trabalho.



Figura 10. Fixação da Esquadria (A) e Aplicação de Silicone (B). Fonte: O próprio autor

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na abordagem sobre qualquer sistema construtivo, a inserção de aberturas em planos de vedação levanta necessariamente o problema de estanqueidade na interface entre os dois elementos, vedo e esquadria. No que diz respeito ao sistema construtivo *wood frame* no Brasil, o problema é pouco conhecido, e não existe repertório de componentes comerciais para tratar a questão.

Assim, quando se propõe a inserção de componentes de características diferentes, o problema fica ainda mais agudo, como é o caso das esquadrias de alumínio aplicadas em painéis *wood frame*.

Então, o presente trabalho propôs uma metodologia na qual é abordada a questão de maneira prática com o desenvolvimento de elemento de ajuste e estratégias de fixação na execução do elemento de vedação que se acredita, se não resolver completamente,



proporcionará certamente bom desempenho do painel, no que tange à estanqueidade da interface entre os dois elementos

Durante a etapa de projeto foi possível perceber a necessidade do desenvolvimento de soluções específicas para cada tipo de sistema de construção e os materiais envolvidos. Enquanto que, na etapa de execução mostrou-se a precisão de ajustes no projeto para se chegar a uma solução adequada do painel como um todo

A etapa seguinte, de submissão do elemento painel, mostrará o desempenho do painel e dará condições para se julgar a pertinência das soluções adotadas.

A validação final, ocorrerá quando da retroalimentação do projeto inicial e eventual reensaio do novo elemento, incorporando as soluções dos problemas apresentados na primeira bateria de ensaios.

REFERÊNCIAS

REIS, M. N. Esquadrias de Alumínio: Análise dos critérios de escolha destes componentes em edifícios de apartamentos, padrão médio-alto, na cidade de São Paulo. 2011. (Tese de Doutorado). FAUUSP, São Paulo.

TOLEDO, R.; ABREEU, A. F.; JUNGLES, A. E. (2000). A difusão de inovações tecnológicas na indústria da construção civil. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 8. Bahia. In: Anais... Bahia: ANTAC

CMHC - Canada mortgage and Housing Corporation. Canadian Wood Frame house construction, Revised 2013, Canadá.

ALCOA DO BRASIL. Catálogo Técnico Linha Inova GMPE 027 SET 07

LIZUKA, M. T. Instalação De Esquadrias De Alumínios: Prática E Inovação. 2001. 147p. (Dissertação de Mestrado Profissional) IPT, São Paulo.

LSTIBUREK. J. Water Management Guide. Building Science Press Inc, U.S. Departamento Of Energy, 2006.