A IMPORTÂNCIA DA ESTANQUEIDADE EM ESQUADRIAS: ESTUDO DE CASO EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS DE SANTA CATARINA

Márcia Maria Machado Steil[1], **Juliana Yuriko Chagas Cruz Alves**[2], **Ágatha Soares Rosa**[3], **Ellen Roussenq**[4], **Marta Alice Siminhuk**[5]

[1]*Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil (marciassteil@ifsc.edu.br)*
[2]*Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil*
[3]*Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil*
[4]*Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil*
[5]*Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil*

Resumo: O desempenho à estanqueidade de esquadrias de alumínio, com ênfase na interface entre esquadria e soleira de pedra, caracteriza-se como um ponto crítico para a ocorrência de infiltrações. Foram realizados ensaios in loco, utilizando protótipo experimental para simulação de chuva dirigida sob pressão. Os resultados evidenciaram que a ausência de elementos como pingadeiras, selantes e impermeabilização sob a soleira compromete significativamente o desempenho, mesmo em esquadrias de boa qualidade.

Palavras-chave: Estanqueidade; Esquadria; Vedação; Desempenho

INTRODUÇÃO

Por definição, uma esquadria trata-se de uma armação de madeira, metal, ou outros materiais, na qual se fixam porta, janela, veneziana, entre outros. É a designação genérica de porta, caixilho etc. (DICIONÁRIO AURÉLIO, 2010). Podem ser padronizadas ou sob medida, variando conforme o tipo de abertura e o material utilizado (KRIEGER; LIBRELOTTO, 2002).

As esquadrias, tradicionalmente fabricadas em madeira sob medida, tinham funções básicas de acesso, ventilação e iluminação. Atualmente, também influenciam o conforto térmico e acústico e o aspecto estético das edificações, representando de 5% a 14% do custo total da obra (GUELLA; SATTLER, 2004).

Os sistemas de vedação vertical externa das edificações devem assegurar estanqueidade adequada. De acordo com a ABNT NBR 15575-4:2021, as junções entre janelas e paredes devem permanecer estanques, sem infiltrações que causem escorrimentos ou gotas de água na face interna, admitindo apenas pequenas manchas de umidade. A norma define critérios rigorosos para evitar infiltrações e garantir o desempenho das fachadas.

As esquadrias analisadas neste estudo são classificadas, de acordo com a ABNT NBR 10821-1:2017, como de correr e de correr integradas.

A compreensão do desempenho das esquadrias requer o conhecimento detalhado de seus componentes e da interação entre eles. Cada elemento estrutural, como contramarcos, travessas, montantes, folhas e venezianas, desempenha funções específicas relacionadas à vedação, à resistência mecânica e à estanqueidade ao ar e à água.

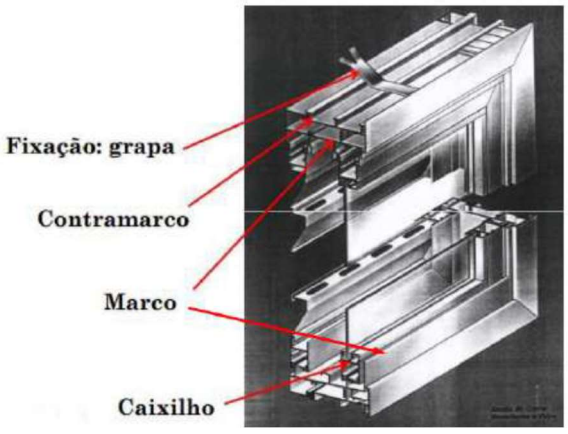


Figura 1. Corte dos componentes de uma Esquadria.

Segundo Campos (2018), outro componente que é comum em esquadrias de vedação externa é a existência de arremates (ou molduras), utilizados para cobrir e dar acabamento na junção entre a esquadria e a vedação. Além dos seus diferentes componentes, as

esquadrias podem ser instaladas de diferentes formas. Podem ser fixadas por meio de grapas, chumbadores e parafusos, denominada como fixação tradicional. Também é possível instalar com contramarco, no qual é um componente fixado à vedação, responsável pela definição do vão e posteriormente para a colocação do objeto (CAMPOS, 2018).

O desempenho técnico das esquadrias depende da qualidade do vão de vedação e do próprio componente, materiais, ferragens e fabricação. A especificação em projeto deve considerar ventilação, iluminação, segurança, estanqueidade, isolamento térmico e acústico, além das normas urbanísticas e funcionais. Devem-se ainda definir posição e dimensões conforme os regulamentos locais (Plano Diretor e Código de Obras), além do sentido de abertura de portas e janelas, de modo a não interferir na setorização dos espaços e facilitar o layout do mobiliário (KRIEGER; LIBRELOTTO, 2002). O desempenho depende também do material, do sistema de fixação e da interface com a alvenaria, sendo essenciais pingadeiras, contramarcos e selantes (THOMAZ, 2001; HELENE, 2013).

É importante também destacar que a manutenção preventiva com reaplicação de selantes, por exemplo, é indispensável para manter a estanqueidade ao longo da vida útil da edificação. (PINTO; SILVA, 2019).

A estanqueidade das esquadrias é essencial para a durabilidade e o desempenho das edificações, sobretudo em regiões úmidas como o litoral catarinense. A infiltração causada por chuvas com vento é um dos principais problemas de estanqueidade, podendo gerar manchas na pintura interna, eflorescências, bolor/mofo na alvenaria, possíveis danos a mobiliário e perda de conforto ambiental (SILVEIRA; BIGOLIN, 2022). Segundo Souza e Ripper (1998), infiltrações respondem por mais de 50% das patologias em fachadas.

O desempenho de estanqueidade é medido pela resistência à penetração de água sob pressão de ar simulando vento e chuva, por ensaios laboratoriais (ABNT NBR 10821-3:2017) ou ensaios adaptados de campo (*in-situ*). As normas estabelecem as condições de ensaio, como intensidade e duração da chuva simulada e pressões aplicadas, e os critérios de aceitação, possibilitando verificar se a esquadria atende ao nível de desempenho exigido para cada tipologia de edificação. Além disso, definem premissas de projeto que orientam a elaboração dos detalhes construtivos das interfaces e juntas entre componentes, de modo a favorecer o escoamento da água e impedir sua penetração no interior da edificação. O projeto deve ainda prever elementos de proteção no entorno da construção, como beirais e platibandas, que contribuem para reduzir o acúmulo de água nas fachadas (ABNT NBR 15575-4:2021).

Embora normas como a ABNT NBR 10821-1:2017 e a ABNT NBR 15575-1:2024 definam critérios de desempenho, ainda há discrepância entre teoria e prática, com falhas na impermeabilização das soleiras e na instalação de pingadeiras e contramarcos. Assim, o estudo justifica-se pela necessidade de avaliar, de forma comparativa, o comportamento de esquadrias com diferentes técnicas construtivas, identificando fatores que afetam a estanqueidade e propondo melhorias executivas.

MATERIAL E MÉTODOS

A verificação da estanqueidade de esquadrias pode ser realizada por ensaios laboratoriais ou *in situ*, conforme a finalidade da avaliação e as normas aplicáveis. De acordo com a ABNT NBR 15575-4:2021, o sistema de vedação vertical externa deve ser ensaiado em laboratório segundo a ABNT NBR 10821-3:2017, avaliando o desempenho à água e o projeto da esquadria. Os ensaios laboratoriais são conduzidos em ambiente controlado, com amostras instaladas em câmaras específicas, submetidas à aspersão contínua de água e à aplicação de pressões crescentes, conforme parâmetros da ABNT NBR 10821-2:2023. O sistema deve manter a pressão estática especificada e permitir a medição de infiltrações.

O ensaio é realizado por um sistema de aspersão de água, no qual é possível aplicar uma lâmina de água contínua e regularmente aspergida por meio de bicos cônicos e circulares com ângulo de pulverização de 120º, pressão de trabalho de 2,04 kg/cm² a 3,06 kg/cm² e vazão de bico de (2 0,2) L/min por bico. Como critério, a NBR 15575-4:2021 estabelece que a penetração de água não pode ultrapassar 3 cm³ em 24 horas para área exposta de 34 cm × 16 cm. O nível mínimo de aceitação (M) é atingido quando não há umidade perceptível nos ambientes contíguos, desde que respeitadas as condições de ocupação e manutenção previstas em projeto e descritas no manual de uso e operação.

Os ensaios laboratoriais permitem classificar o desempenho intrínseco das esquadrias e comparar diferentes tipologias, fabricantes e sistemas construtivos (VAN DEN BOSSCHE et al., 2016). No entanto, como destacam Carretero-Ayuso e García-Sanz-Calcedo (2020), os resultados obtidos em laboratório nem sempre refletem as condições reais de uso, pois desconsideram variações de instalação, envelhecimento de selantes e imperfeições de montagem. Por isso, diversos autores recomendam os ensaios *in-situ*, que avaliam o sistema instalado na edificação (SILVEIRA, 2022; LIMA; SOUZA, 2019).

Conforme a ABNT NBR 10821-3:2017, os ensaios *in-situ* utilizam o mesmo princípio de pulverização de água e pressão de ar, porém com um pórtico estanque

acoplado à esquadria existente, simulando chuva dirigida. Esse método representa melhor o desempenho real, pois considera a interface entre esquadria e vedação vertical, como contramarcos, rejuntes, selantes e revestimentos, pontos críticos de ocorrência de infiltrações (VAN DEN BOSSCHE et al., 2016; CARRETERO-AYUSO, 2020).

Segundo Carretero-Ayuso e García-Sanz-Calcedo (2020), as falhas mais comuns em janelas e portas de alumínio decorrem da ausência ou deterioração de selantes, obstrução de drenos, instalação incorreta de gaxetas e fixação inadequada dos perfis. Tais defeitos comprometem o escoamento da água, provocando acúmulo, infiltrações e manchas de umidade nos revestimentos.

Em ensaios in-situ realizados por Silveira (2022), mais de 70% das falhas ocorreram nas juntas entre esquadrias e alvenaria, principalmente em regiões com selantes mal aplicados ou degradados. O autor também observou que muitas instalações não seguiram as recomendações dos fabricantes nem as exigências da ABNT NBR 10821-3:2017, reduzindo a estanqueidade sob pressões moderadas de vento.

Esses resultados evidenciam a importância de combinar ensaios laboratoriais e in-situ: o primeiro avalia o desempenho do produto, enquanto o segundo verifica a eficiência da instalação e da vedação na obra (FERNANDES et al., 2021).

Realizou-se, então, ensaios de desempenho de estanqueidade das esquadrias visando avaliar a capacidade do sistema em impedir a passagem de água e ar sob condições simuladas de chuva e vento.

O método foi adaptado da ABNT NBR 10821-2:2023, aplicando-se água sob pressão simulada com protótipo experimental. As pressões de ensaio variaram entre 113 Pa e 220 Pa, conforme “Gráfico das Isopletas” e Tabela de “Valores de pressão de vento conforme a região do país”, disponibilizadas na ABNT NBR 10821-2:2023.

O ensaio *in loco* utilizou um protótipo experimental semelhante ao modelo laboratorial normativo, composto por uma barra de aspersão conectada à mangueira de alimentação, permitindo fluxo contínuo de água (Figuras 1). Devido às limitações práticas, o protótipo foi ajustado para acoplamento direto na mangueira, com 10 furos de saída (5 em cada lado) e largura total de 15 cm, garantindo a distribuição uniforme da água.



Figura 2. Protótipo proposto.

Os ensaios foram realizados em três edificações representativas:
● Centro de saúde Municipal (Florianópolis/SC) – edificação de 1990, sem soleira, impermeabilização e contramarco.
● Residência Unifamiliar (Antônio Carlos/SC) – edificação de 2002, sem pingadeira e sem impermeabilização sob a soleira;

● Edifício Residencial Multifamiliar (São José/SC) – em fase de instalação, com contramarco, impermeabilização e pingadeira.

O procedimento de ensaio adaptado seguiu as seguintes etapas:

1. Identificação do objeto a ser ensaiado (esquadria);
2. Montagem do protótipo;
3. Medição da altura do protótipo, sendo 60 cm de distância da esquadria e 20 cm de altura do final do objeto;
4. Conexão da mangueira de saída à barra de aspersão;
5. Ajuste a vazão de entrada;
6. Direcionamento da aspersão para o canto inferior da esquadria a ser ensaiada.
7. Ângulo de lançamento do jato a aproximadamente 90º;
8. Início do ensaio com aplicação contínua de água por 5 minutos em cada canto, mantendo a pressão estável (Figura 2);
9. Inspeção visual interna da edificação, para detecção de infiltrações ou gotejamentos;
10. Repetição do procedimento para o outro canto crítico da esquadria.



Figura 3. Protótipo proposto em teste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios de estanqueidade realizados nas três edificações estudadas, permitiram observar o comportamento do sistema de esquadrias frente à ação simulada de chuva com vento, identificando diferenças significativas quanto à qualidade da execução e à eficiência dos elementos de vedação.

Centro de Saúde: edificação de uso público, construída em 1990, onde testou-se uma esquadria denominada de número 1.



Figura 4. Características Esquadria 1 vista externa.

A Esquadria 1 corresponde a uma janela de correr com duas folhas, fabricada em perfis de alumínio pintados na cor azul e equipada com vidros mini boreal incolores de 4 mm de espessura. O vão é retangular, com 1,50 m de largura e 1,00 m de altura. A instalação não conta com soleira, pingadeira, contramarco e silicone.

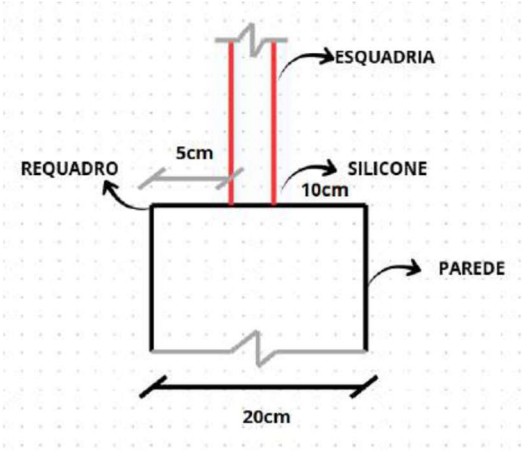


Figura 5. Croqui Instalação da Esquadria 1.

Após o ensaio, na Esquadria 1, identificou-se infiltração na porção inferior interna, em ambos os lados, caracterizando Permeabilidade Inicial (PI). A água transpôs a interface esquadria–peitoril, escoando para o interior da parede e provocando o umedecimento do reboco interno.



Figura 6. Infiltração do canto inferior direito Esquadria 1.

A falha foi atribuída à ausência de vedação na interface esquadria–peitoril, ao assentamento da esquadria em vão fora de esquadro, deixando folga de aproximadamente 1,5 cm e à inexistência de pingadeira e contramarco, elementos que contribuem para a estanqueidade do sistema.



Figura 7. Assentamento da esquadria em vão fora de esquadro.



Figura 8. Ausência de vedação Esquadria 1.

Residência Unifamiliar: edificação unifamiliar construída em 2002, onde testou-se uma esquadria denominada de número 2.



Figura 9. Esquadria 2.

A Esquadria 2 corresponde a uma janela de correr com duas folhas, confeccionada em alumínio pintado na cor preta. Apresenta dimensões de 1,40 m de largura por 1,10 m de altura em seu recorte retangular. Na parte superior, observa-se um arco de vidro com altura máxima de 25 cm, complementando o vão. A soleira é de granito com 2% de inclinação, instalada rente ao recorte da esquadria com largura aproximada de 8,5 cm, sem presença de pingadeira.

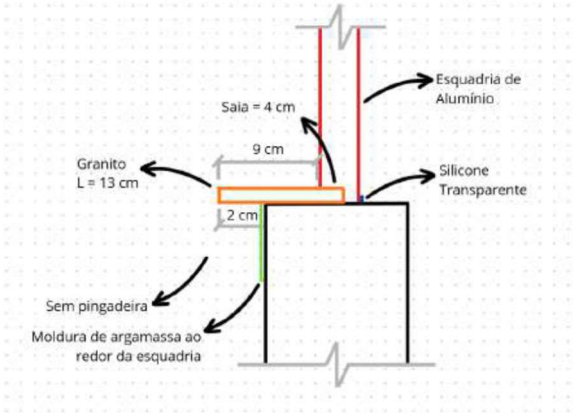


Figura 10. Croqui Instalação da Esquadria 2.

Na Esquadria 2, observou-se o acúmulo de água nos trilhos e caixilhos logo nos primeiros minutos do teste, constatado então a presença de PI (permeabilidade inicial). Passados 1 minuto e 22 segundos, a água começou a ultrapassar as junções do caixilho, escoando para o interior da parede ocasionando umedecimento do reboco interno.



Figura 11. Vazamento de água pelo caixilho.

Essa falha foi atribuída à ausência de borrachas de vedação entre as folhas de correr, que permitiu um maior volume de água dentro dos caixilhos. Também foi possível verificar, uma falha de instalação no marco da esquadria, o qual permitiu a passagem de água que estava acumulada nos trilhos dos caixilhos.



Figura 12. Falha de instalação no caixilho (junção com recorte).

Edifício Residencial Multifamiliar: empreendimento multifamiliar de grande porte, em fase de construção, no momento desta pesquisa, incluindo a instalação e teste das esquadrias. A esquadria testada foi denominada de Esquadria 3, uma janela de correr 2 folhas de alumínio pintado na cor preta e vidro temperado 4mm incolor, instaladas com contramarco, impermeabilização sob a soleira e pingadeira de granito. A esquadria apresenta dimensões de 1,50 m de largura por 1,40 m de altura em seu recorte retangular e a soleira é de granito com inclinação de aproximadamente 2% e dimensão de 1,48m de comprimento e 0,17m de largura.

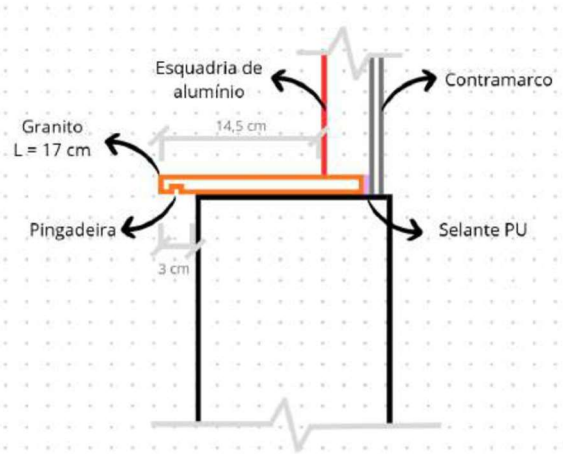


Figura 13. Croqui Instalação da Esquadria 3.

O teste foi iniciado no canto inferior direito, o qual apresentava um menor afastamento entre o vidro e a esquadria. Ao fim dos 5 minutos de ensaio, foi observada uma pequena infiltração na parte inferior interna da esquadria e um enchimento no caixilho.



Figura 14. Teste no canto inferior direito da Esquadria 3

De mesma maneira, foi realizado o ensaio no canto esquerdo da Esquadria 3 e, por possuir um maior afastamento entre o vidro e a esquadria, apresentou uma maior infiltração na parte interna, um enchimento do caixilho e uma presença de gotas de água na porção interna esquerda da esquadria.



Figura 15. Teste no canto inferior esquerdo da Esquadria 3.

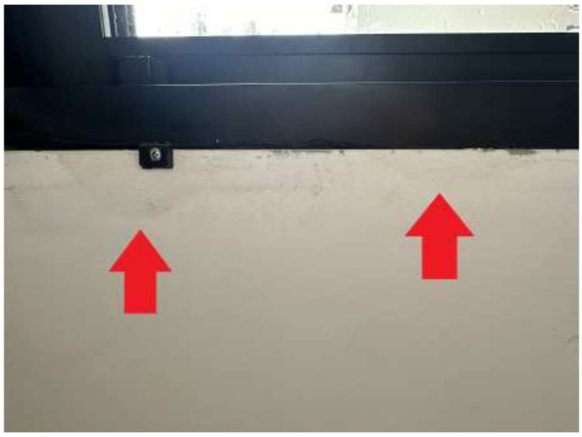


Figura 16. Infiltração no canto inferior direito Esquadria 3.



Figura 17. Infiltração do teste do canto inferior esquerdo Esquadria 3.

A falha do sistema foi atribuída a um ponto de fragilidade na interface entre o vidro e a esquadria. Observou-se que, embora tenha sido realizada a instalação da borracha de vedação, existe um espaço na junção entre as vedações inferior e lateral. Este ponto requer a aplicação de selante à base de silicone, a fim de garantir a estanqueidade adequada do conjunto.

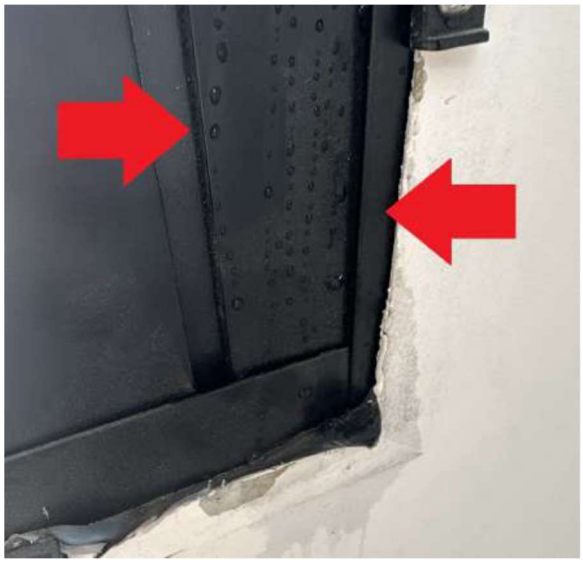


Figura 18. Gotas de água na parte inferior esquerda interna Esquadria 3.

Para possibilitar uma análise mais organizada dos resultados obtidos nas análises das três esquadrias, elaborou-se uma tabela comparativa contendo os principais aspectos observados em cada situação. Assim, pode-se visualizar melhor as particularidades de cada caso, contribuindo para uma melhor compreensão dos resultados apresentados.

Com base nas Tabelas 1 e 2, abaixo, pode-se constatar o impacto direto dos detalhes de execução no desempenho das esquadrias.

Tabela 1. Comparação dos sistemas de esquadrias.

Obra	Ano	Soleira	Pingadeira	Impermea bilização	Contramarco	Resultado
Centro de Saúde Cachoeira	1990	Não	Não	Não	Não	Infiltração intensa
Residencial Roussenq	2002	Sim	Não	Não	Não	Infiltração pontual
Cyano Smart Residence	2025	Sim	Sim	Sim	Sim	Infiltração intensa

Tabela 2. Comparação dos resultados.

Obra	Resultado	Motivo da infiltração	Solução proposta
Centro de Saúde	Insatisfatório	Ausência de vedação adequada entre a esquadria e o requadro; o vão da esquadria fora do esquadro	Aplicar selante para correção das falhas
Residência Unifamiliar	Insatisfatório	Falhas de vedação, com vazamentos nos caixilhos e a ausência de elementos de vedação adequados entre as folhas	Aplicação de vedação com selantes, correção das falhas de instalação e a execução de pingadeiras
Edifício Residencial Multifamiliar	Insatisfatório	Vedação entre o vidro e a esquadria com espaçamento	Revisão e o ajuste da borracha de vedação e a aplicação de silicone no ponto de encontro

CONCLUSÃO

A realização dos ensaios de estanqueidade permitiu compreender, de forma prática e comparativa, o comportamento das esquadrias frente à ação da água sob pressão, evidenciando a influência dos detalhes construtivos na eficiência do sistema de vedação. A comparação entre os três casos estudados permitiu observar que a presença ou ausência de elementos construtivos complementares, como contramarcos, pingadeiras, selantes e impermeabilização sob a soleira, influencia diretamente a capacidade de vedação do sistema.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, os resultados obtidos mostraram que, não foi possível enquadrar nenhuma das esquadrias no desempenho mínimo (M), conforme a ABNT NBR 15575-4:2021.

Constatou-se a ocorrência de permeabilidade inicial, infiltração e escoamento controlado da água nas três esquadrias analisadas.

Entretanto, destaca-se que a esquadria mais antiga, Esquadria 1, que não apresenta aplicação de impermeabilização, ausência de soleira e de contramarco, demonstrou falhas significativas de vedação e desalinhamento visível em relação ao prumo e esquadro do recorte da alvenaria. Portanto, os elementos construtivos como a presença de contramarco e soleira influenciam significativamente o desempenho do sistema de vedação.

A Esquadria 2, apresentou infiltrações pontuais decorrentes da falta de borrachas de vedação entre as folhas de correr e da ausência de pingadeira. Embora a soleira estivesse presente, o acúmulo de água nos trilhos e caixilhos e a falha na junção entre o marco e o recorte da parede comprometeram o desempenho. Esse caso ilustra como pequenas deficiências executivas e a escolha inadequada de componentes podem anular a eficiência de materiais de boa qualidade, reforçando a importância da correta instalação e manutenção.

No entanto, conforme observado na Esquadria 3, o exemplo mais atual, que segue as instruções da norma e contém os elementos citados acima, mesmo estando dentro do padrão estabelecido, ela não atingiu o desempenho esperado. Tal fato decorre devido à falta de fixação e aplicação do selante de maneira correta na junção do vidro com a esquadriada, resultante do foco em produção da mão de obra.

Essas observações reforçam que a estanqueidade não depende apenas do tipo de esquadria, mas, principalmente, da execução correta das interfaces entre esquadria e alvenaria, do uso de materiais adequados de selagem e da manutenção periódica dos sistemas. Pequenos detalhes, como a presença de uma pingadeira ou a aplicação correta do silicone, podem determinar o sucesso ou o fracasso do desempenho da fachada.

Do ponto de vista técnico, o estudo evidencia a importância dos ensaios experimentais em campo como ferramenta de diagnóstico e verificação do desempenho real das edificações.

A metodologia adaptada utilizada neste trabalho mostrou-se eficaz, acessível e aplicável em inspeções prediais, permitindo identificar pontos críticos e propor soluções corretivas.

Conclui-se, portanto, que a execução correta dos elementos de vedação é fundamental para a durabilidade e o conforto interno das edificações. A manutenção preventiva deve ser incorporada ao plano de gestão predial, com reaplicação periódica de selantes. A adoção das boas práticas construtivas e o cumprimento das normas de desempenho devem ser exigidos em todas as etapas da obra, desde o projeto até a execução.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a disponibilidade e colaboração durante a realização dos ensaios nas três edificações mencionadas.

Agradecem ainda a todos os profissionais que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse estudo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10821-1:2017 — Esquadrias para edificações — Parte 1: Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-4:2021 — Edificações habitacionais — Desempenho — Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE).** Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-1:2024 — Edificações habitacionais — Desempenho.** Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

CAMPOS, G. R. **Aula 40 – Construção: Esquadrias.** [Apresentação em slides]. Goiânia: PUC Goiás, 2018. Disponível em: <https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17803/material/AULA-40-CONSTRU%C3%87%C3%83O-ESQUADRIAS-2018-1.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2025.

CARRETERO-AYUSO, M. J.; GARCÍA-SANZ-CALCEDO, J. **Cataloguing of the defects existing in aluminium window and door frames**. Sustainability, v. 12, n. 4, 2020

DICIONÁRIO AURÉLIO**. Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa.** Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2010.

FERNANDES, P.; LIMA, C.; SOUZA, D. **Desempenho e estanqueidade de esquadrias instaladas em campo: comparação entre métodos laboratoriais e in-situ**. Revista Matéria, v. 26, n. 4, 2021.

GUELLA, A.; SATTLER, M. A. **Esquadrias residenciais em madeira: contextualização de variáveis para otimização de projetos. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável; X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, São Paulo, jul. 2004.

HELENE, P. R. L. **Manual de reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto.** São Paulo: PINI, 2013.

KRIEGER, A. S.; LIBRELOTTO, L. I. **Manifestações patológicas da interface esquadria/vão: um estudo de caso exploratório à estanqueidade em janelas de alumínio**.

In: IX Encontro de Sustentabilidade em Projeto – ENSUS 2021, Florianópolis: UFSC, 2021. p. 531–550. Disponível em: repositório UFSC. Acesso em: 9 nov. 2025.

PINTO, F. A.; SILVA, D. C. **Manutenção predial e desempenho das fachadas.** Revista Engenharia e Construção, v. 12, n. 3, 2019.

SILVEIRA, R. C. S. **Estanqueidade à água em esquadrias de alumínio: análise de ensaios in-situ**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2022.

SILVEIRA, R. C. S.; BIGOLIN, M. **Estanqueidade à água em esquadrias de alumínio: uma proposta de verificação**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC), 19., 2022, Canela. Anais… Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–16.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: PINI, 1998.

THOMAZ, E. **Edificações: desempenho e durabilidade.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2001.

VAN DEN BOSSCHE, N. et al. **Airtightness and Watertightness of Window Frames**. Energy Procedia, v. 78, p. 1811–1816, 2016