

# ANÁLISE DOS PONTOS CRÍTICOS NO ENTORNO DE ESQUADRIAS VISANDO A ESTANQUEIDADE EM CONSTRUÇÕES A SECO: ESTUDO DE CASO EM STEEL FRAME

Beatris De Lorensi Cancellier<sup>1</sup>  
Anderson Augusto Muller<sup>2</sup>

## Resumo

Com o crescimento da demanda por habitações e a pressão sobre a indústria da construção civil para aumentar a produtividade e reduzir custos, esta pesquisa explora as adaptações necessárias para garantir o desempenho quanto à estanqueidade na instalação de esquadrias em sistemas de construção a seco, os quais vêm se consolidando no Brasil. O estudo tem como objetivo identificar os pontos críticos que impactam a estanqueidade na interface entre esquadria e parede, propondo soluções para mitigar problemas de infiltração e manifestações patológicas, de modo a colaborar para que as empresas fornecedoras de esquadrias tenham essas informações em seus manuais de instalação. Foi realizado um estudo de caso em uma edificação de Steel Frame em Florianópolis/SC, analisando a instalação de janelas de alumínio e o contorno do vão. Após a análise do sistema, constatou-se a necessidade de maior detalhamento ou da utilização de esquadrias desenvolvidas especificamente para o sistema à seco, a fim de garantir a estanqueidade do conjunto. Embora o desenvolvimento de esquadrias específicas para o sistema seja a solução ideal, considerando a dificuldade de obtê-las no mercado nacional, é viável adaptar esquadrias convencionais por meio de ajustes técnicos no vão de instalação. Destacam-se como ajustes necessários a aplicação de manta asfáltica aluminizada de forma adequada, utilização de contramarco específico e instalação correta de pingadeiras. A pesquisa contribui para a padronização do processo e o controle de qualidade na construção, propondo a realização de futuros estudos experimentais para validar as soluções apresentadas e aprimorar as diretrizes técnicas para os sistemas de construção a seco.

**Palavras-Chave:** Steel Frame. Esquadria. Estanqueidade.

## ANALYSIS OF CRITICAL POINTS AROUND WINDOW FRAMES AIMING FOR SEALING IN DRY CONSTRUCTIONS: A CASE STUDY IN STEEL FRAME

**Abstract:** With the growing demand for housing and the pressure on the construction industry to increase productivity and reduce costs, this research explores the necessary adaptations to ensure waterproofing performance in the installation of window and door frames in dry construction systems, which have been gaining ground in Brazil. The study aims to identify the critical points that impact waterproofing at the interface between the frame and the wall, proposing solutions to mitigate infiltration problems and pathological manifestations, so that frame suppliers can incorporate this information into their installation manuals. A case study was conducted on a Steel

---

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina Campus Criciúma.  
beatris.c@aluno.ifsc.edu.br

<sup>2</sup> Doutor Engenheiro Civil, docente do Núcleo de Construção Civil do IFSC Campus Criciúma.  
anderson.muller@ifsc.edu.br

Frame building in Florianópolis/SC, analyzing the installation of aluminum windows and the perimeter of the opening. After analyzing the system, it was found that greater detailing or the use of frames specifically designed for dry construction systems is necessary to ensure the waterproofing of the assembly. Although the development of specific frames for the system is the ideal solution, considering the difficulty of obtaining them in the national market, it is feasible to adapt conventional frames through technical adjustments in the installation opening. Key necessary adjustments include the proper application of aluminum-faced asphalt membrane, the use of a specific subframe, and the correct installation of drip edges. This research contributes to the standardization of the process and quality control in construction, proposing future experimental studies to validate the presented solutions and improve technical guidelines for dry construction systems.

**Keywords:** Steel Frame. Window. Sealing.

## 1 INTRODUÇÃO

Os problemas de infiltração de água nas fachadas dos edifícios, causados pela ação da chuva dirigida, são cada vez mais comuns nos grandes centros urbanos brasileiros. Essas falhas não só afetam a estética das construções, mas também comprometem aspectos técnicos. A arquitetura moderna, ao abandonar muitos detalhes arquitetônicos que preveniam o escoamento da chuva e a deposição de poluentes atmosféricos nas fachadas, contribuiu significativamente para o surgimento desses problemas. Além disso, a introdução de novos materiais e sistemas construtivos nas últimas décadas aumentou os desafios relacionados à umidade e infiltração de água (Poyastro, 2011).

Com o crescimento populacional, a demanda por habitações aumenta, pressionando a indústria da construção civil a elevar a produtividade, acelerar os prazos de execução e otimizar os custos. Neste contexto, é essencial que o setor desenvolva essas capacidades sem comprometer o desempenho das edificações. Para atender a essas demandas, novas técnicas e sistemas construtivos inovadores estão sendo incorporados, juntamente com estratégias avançadas e soluções de projeto. Além disso, o aumento da eficiência nos processos é impulsionado pelas tendências emergentes no mercado, como o aumento da competitividade e as crescentes expectativas dos consumidores (Centro Brasileiro da construção em aço - CBCA, 2012; Zechmeister, 2005).

No Brasil, de acordo com o CBCA (2012), o sistema de construção artesanal ainda é predominante, acarretando baixa produtividade e altos índices de desperdício. A fim de alterar esse cenário, a indústria da construção civil tem buscado implementar novas tecnologias que promovam maior eficiência e sustentabilidade no setor.

Os sistemas construtivos a seco, como o Wood Frame e o Steel Frame, vêm se consolidando no Brasil nos últimos anos. Conforme publicação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI (2015), até o ano de 2015 foram entregues mais de 40.000m<sup>2</sup> em edificações no sistema Wood Frame no Brasil. Essa tendência de crescimento é confirmada por Resende et al. (2021), que apontam o aumento da utilização do Wood Frame no país. Paralelamente, o Steel Frame também vem ocupando sua posição no cenário da construção civil brasileira. De acordo com dados da Associação Brasileira da Construção Metálica - ABCEM e CBCA (2017, 2023), a produção de aço destinada à construção em Steel Frame no Brasil apresentou um crescimento significativo. A produção saltou de 12,7 mil toneladas em 2016 para 26,7

mil toneladas em 2022. Esse aumento corresponde a um crescimento de aproximadamente 110,2% no período, refletindo o avanço da adoção desse sistema construtivo no país.

Conforme a NBR 10821-2 (ABNT, 2023), a escolha da esquadria leva em consideração diversos fatores, como localização da edificação, número de pavimentos e a região do país. De acordo com Pomaro et al (2012, apud Lima, 2013), a maior dificuldade enfrentada pelos projetistas na escolha de esquadrias para construções a seco é encontrar um fornecedor cujo produto seja compatível com o sistema. Um dos desafios é garantir a estanqueidade na interface esquadria e parede, uma vez que não seguem os mesmos procedimentos utilizados na alvenaria convencional, amplamente empregada nas construções no Brasil.

Diante do processo de consolidação desses métodos construtivos no país e da escassez de pesquisas sobre a instalação de esquadrias nesses sistemas, destaca-se a necessidade de novos estudos para desenvolver melhores práticas e assegurar o desempenho das edificações.

O desenvolvimento de projetos de esquadrias concebidos especificamente para o sistema Steel Frame é visto como a solução técnica mais apropriada, uma vez que permitiria atender plenamente às características e requisitos exclusivos desse método construtivo. No entanto, essa abordagem enfrenta barreiras significativas, principalmente devido ao elevado custo associado a ferramentaria necessária para a extrusão de perfis específicos, bem como às particularidades de desenvolvimento, fabricação e comercialização vinculadas ao sistema.

Diante dessas limitações, o desenvolvimento de uma linha exclusiva de esquadrias para Steel Frame ou Wood Frame torna-se economicamente inviável em muitos contextos. Assim, esta pesquisa foca em propor adaptações técnicas que possibilitem a instalação eficiente de esquadrias desenvolvidas originalmente para métodos construtivos convencionais, buscando identificar os fatores que comprometem o desempenho da estanqueidade. Por meio dessa abordagem, busca-se alinhar o desempenho funcional das esquadrias às demandas do sistema de construção a seco, sem comprometer a qualidade, a durabilidade e a estanqueidade do conjunto esquadria e parede.

Neste contexto, justifica-se desenvolver uma lista de pontos críticos que impactam a estanqueidade na interface entre esquadria e parede nos processos construtivos a seco. Portanto, o objetivo desta pesquisa é identificar e compreender esses pontos críticos que influenciam a estanqueidade do sistema e, com base nos resultados obtidos, propor soluções teóricas para mitigar os problemas observados, de modo a colaborar para que as empresas fornecedoras de esquadrias tenham essas informações em seus manuais de instalação. A conferência desses pontos ainda em fase de construção pode prevenir infiltrações e, por consequência, o surgimento de manifestações patológicas. Além disso, a padronização do processo minimiza erros e retrabalhos, contribuindo para o controle de qualidade da edificação.

Este estudo será limitado ao sistema construtivo Steel Frame, com foco na instalação de janelas de alumínio e na análise do entorno (vão), considerando aspectos relacionados à fixação mecânica com contramarco, sem abranger o projeto da esquadria propriamente dito.

## 1.1 TERMOS E DEFINIÇÕES

O Quadro 1 tem como objetivo apresentar as principais terminologias relacionadas ao sistema esquadria-parede em construções a seco. A definição dos

termos técnicos utilizados é essencial para o entendimento dos resultados e conceitos abordados.

**Quadro 1 - Termos e definições de acordo com a NBR 10821-1**

<b>Termo</b>	<b>Definição</b>
Vão	Abertura na parede cuja finalidade é receber a instalação de uma esquadria.
Contorno do vão	Partes do vão que estão em contato com a esquadria, formando a interface esquadria-parede. No caso de janelas, todo o perímetro do vão.
Peitoril	Face horizontal localizada na parte inferior do vão.
Contramarco	Estrutura composta por perfis horizontais e verticais fixos, instalada ao redor do contorno do vão. Sua função é preparar o vão para a instalação do marco da esquadria, sendo sua utilização opcional conforme o projeto.
Selante	Material utilizado para vedar juntas, caracterizando-se, geralmente, por possuir propriedades elásticas ou plásticas que garantem a impermeabilidade e a flexibilidade necessárias.
Chumbamento	Processo de fixação de esquadrias na estrutura da edificação, através de chumbadores mecânicos (grapas) e argamassa.

Fonte: ABNT (2017)

## 1.2 SISTEMA DE CONSTRUÇÃO A SECO

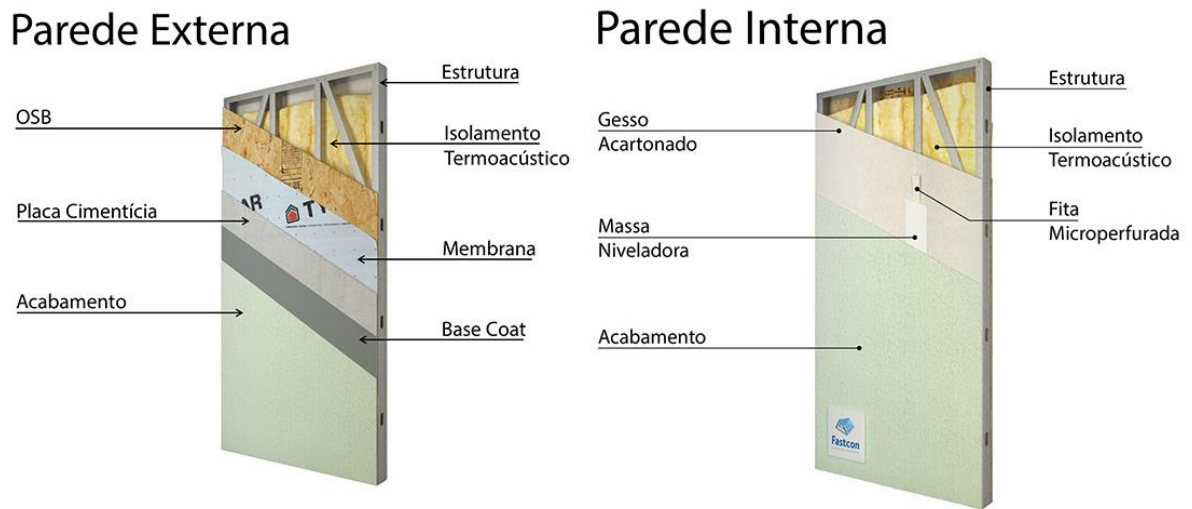
De acordo com Krieger e Cardoso (2018), o sistema de construção a seco baseia-se na utilização de materiais previamente preparados para instalação e uso, destacando-se pela ausência da necessidade de utilizar água durante o processo de construção. Além disso, ABDI (2015), cita que a utilização desses sistemas reduz em até 90% os resíduos sólidos gerados.

Conforme Manriquez e Senciani (2019), entre as técnicas do método de construção a seco, destacam-se o Steel Frame, Wood Frame, Drywall, além de placas cimentícias, de EPS e OSB. Dentre as citadas, o Steel Frame e Wood Frame são as mais utilizadas.

### 1.2.1 Sistema Steel Frame

Segundo ABDI (2015), o Steel Frame é um sistema construtivo em que as paredes possuem estrutura em perfis de aço galvanizado formados a frio e placas para fechamento. De acordo com CBCA (2012), os perfis utilizados nesse sistema são obtidos através do método de perfilagem. Ainda conforme ABDI (2015), esse sistema permite a utilização de diversos materiais para as vedações externas e internas, sendo em sua maioria, para o lado externo, placa cimentícia, OSB ou painéis de aço do tipo sanduíche e, para o lado interno, chapas de gesso acartonado. A Figura 1 ilustra as camadas de fechamento neste sistema.

**Figura 1 - Paredes em Steel Frame**



Fonte: Adaptado de Fastcon (2024)

Há três métodos principais para a construção nesse sistema: o método stick, que envolve o corte dos perfis e a instalação dos painéis diretamente no local da obra; o método modular, que utiliza unidades modulares pré-fabricadas e entregues prontas no canteiro de obras; e o método de painéis, que pode envolver a fabricação dos painéis fora do canteiro ou totalmente no local da construção. Dentre esses métodos, o de painéis é o mais comum no Brasil (ABDI, 2015).

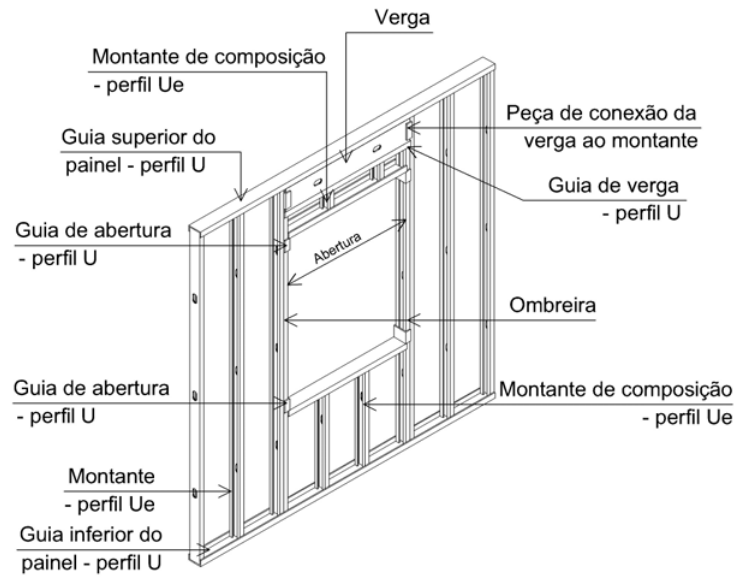
De acordo com CBCA (2012), para aberturas de janelas, é necessário a implementação de vergas e ombreiras, de modo a redistribuir o carregamento dos montantes. A Figura 2 ilustra a estrutura, enquanto a Figura 3 demonstra o esquema estrutural da placa com abertura para janela.

**Figura 2 - Painel em Steel Frame com abertura de janela**



Fonte: CBCA (2012)

**Figura 3 - Esquema de painel em Steel Frame com abertura**



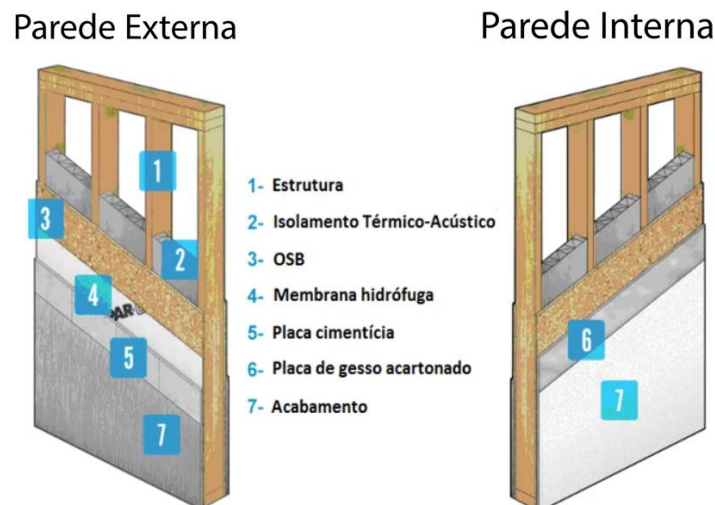
Fonte: CBCA (2012)

A utilização desse sistema construtivo demanda profissionais preparados e projetos detalhados. A presença do arquiteto e engenheiro durante as execuções são primordiais (CBCA, 2012).

### 1.2.2 Sistema Wood Frame

A Diretriz SINAT Nº 005 - Revisão 03 (2020) define o Wood Frame como um sistema construtivo em que as paredes possuem estrutura em madeira maciça e placas de fechamento. De acordo com ABDI (2015), esse sistema permite a utilização de OSB, chapas de madeira compensada ou chapas cimentícias para o lado externo e, para o lado interno, chapas de gesso acartonado. A Figura 4 representa as camadas que compõem o fechamento neste sistema.

**Figura 4 - Paredes em Wood Frame**

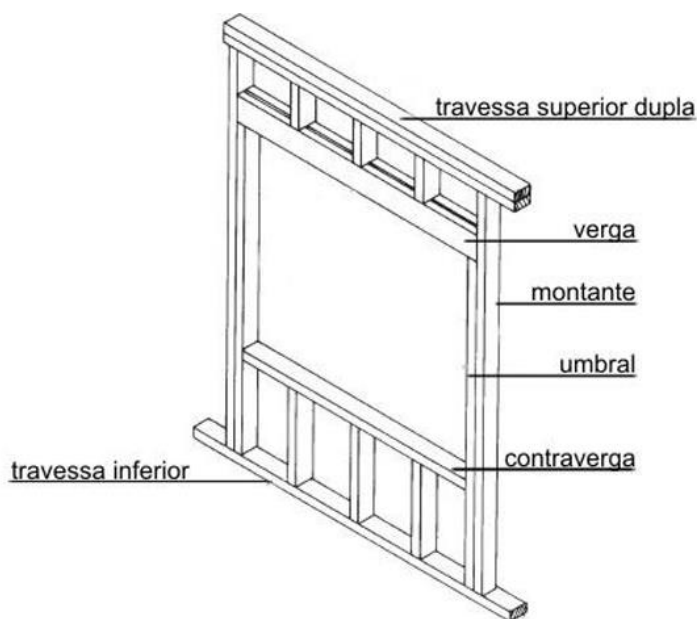


Fonte: Adaptado de Atosarquitetura (2017, apud Moura 2019)

Há quatro métodos principais para a construção nesse sistema: o método kits pré-cortados, em que toda a estrutura é montada no canteiro de obras; o método casas panelizadas, que é o mais utilizado nas edificações norte-americanas, em que são utilizados componentes industrializados; o método casas modulares, em que são fabricados os módulos com esquadrias e instalações; e o método casas industrializadas, em que a edificação é transportada completa para o canteiro de obras e é instalada sobre um chassi metálico (Velloso, 2010).

Ainda de acordo com Velloso (2010) em aberturas para janelas, é necessário que haja vergas apoiadas sobre os umbrais, conforme ilustrado na Figura 5.

**Figura 5 - Esquema de painel em Wood Frame com abertura**



Fonte: AF&PA (2001, apud Velloso 2010)

### 1.3 ESTANQUEIDADE A ÁGUA EM FACHADAS

A estanqueidade à água é a “característica da janela em proteger o ambiente interior da edificação das infiltrações de água provenientes de chuva, acompanhada ou não de vento” (Yazigi, 2021).

Conforme a NBR 15575-4 (ABNT, 2021), as vedações verticais externas devem ser estanques a água das chuvas ou outras fontes. A NBR 15575-1 (ABNT, 2024) destaca que a umidade oriunda das águas das chuvas deve ser considerada em projeto e execução, pois acarreta a deterioração e compromete a higiene na edificação construída.

De acordo com a NBR 16936 (ABNT, 2023), para atender aos requisitos de estanqueidade da NBR 15575-4 em projetos de construções em Wood Frame, é necessário incluir detalhes construtivos como pingadeiras, ressaltos, detalhes no encontro com a calçada externa, beirais de telhado, avanços de estruturas para varandas e barras impermeáveis na base das paredes. A NBR 16970-1 (ABNT, 2022) estabelece que, para construções em Steel Frame, os requisitos de estanqueidade da NBR 15575-4 também devem ser atendidos, com ênfase na consideração da ação dos ventos, embora não forneça detalhes específicos sobre os procedimentos.

### 1.3.1 Estanqueidade no sistema de esquadrias

A vedação na interface entre janela e parede deve garantir a estanqueidade, não apresentando borrifamentos, escorrimentos ou formação de água na face da parede pelo lado interno, de acordo com a região de vento. Para edificações térreas, limita-se o percentual máximo da soma das áreas das manchas de umidade na parte interna da parede da edificação em 10%, após 7 horas de ensaio e, para edificações com mais de um pavimento, em 5%, após 7 horas de ensaio. As paredes e esquadrias externas, quando forem ensaiadas em conjunto, devem atender fielmente ao método de instalação e premissas definidas em projeto (ABNT, 2021).

De acordo com Krieger e Librelotto (2021), um dos fatores que definem o desempenho técnico de uma esquadria é a qualidade do vão onde será colocada e sua fixação, pois cada método de instalação possui suas particularidades e detalhes a serem observados. Em concordância ao citado, Perez (1998, apud Ludovico 2016) cita que cerca de 60% dos problemas de umidade possuem origem na interface esquadria/ vão.

Krieger e Librelotto (2021) identificam os principais motivos para infiltração na interface entre esquadria e vão. Primeiro, o requadro do vão com espala aberta pode resultar em folgas excessivas entre a esquadria e o vão gerando pontos de entrada de água. Além disso, a ausência de vedação externa é outro fator crítico, já que é essencial para garantir a estanqueidade da esquadria. A aplicação incorreta dos parafusos de instalação também é um problema, especialmente quando instalados em áreas expostas à chuva, o que pode levar a infiltrações. Por fim, a falta de vedação interna ou a ausência de espaço adequado para ancoragem da vedação interna pode causar o desprendimento do material vedante ao longo do tempo, comprometendo a calafetação.

A NBR 16936 (ABNT, 2023) cita que, para as construções em Wood Frame, deve ser previsto em projeto detalhamento específico que impeça a entrada de água nas interseções com esquadrias. Para construções em Steel Frame, a NBR 16970-3 (ABNT, 2022) recomenda o envelopamento do vão com materiais que garantam a vedação do sistema.

## 1.4 ESQUADRIAS

De acordo com Cunha et al. (2017), as esquadrias desempenham um papel fundamental nas edificações, atuando como elementos de vedação responsáveis pelo controle de abertura ou fechamento de vãos. Além disso, elas servem como barreiras eficazes contra a entrada de agentes externos, como umidade, poeira, vento, insetos, calor, ruído e, até mesmo, visão e chuva. Conforme cita Krieger e Librelotto (2021), as esquadrias são um dos elementos do sistema de vedação vertical e podem ser confeccionadas em vários materiais. Dentre os principais materiais utilizados, Salgado (2018) cita: madeira, ferro, alumínio, PVC e vidro.

### 1.4.1 Instalação

A escolha do método de instalação a ser adotado está diretamente ligada ao tipo de vão definido em projeto: vão osso ou vão acabado. Para os vãos classificados como osso, a fixação é realizada através do chumbamento com grapas. Já em vãos acabados, pode-se utilizar a fixação mecânica, através de bucha e parafuso ou a fixação mista, combinando elementos mecânicos e químicos (ABNT, 2016).

A fixação através do chumbamento com grapas, consiste na utilização de grapas e argamassa para a fixação da esquadria no vão. A instalação pode ser realizada de duas formas: com ou sem contramarco. Quando há o uso do contramarco, é realizado o chumbamento dele no vão osso e a esquadria é fixada a ele através de parafusos. Na ausência de uso do contramarco, a esquadria é fixada com o uso de argamassa e grapas diretamente no vão osso. A necessidade do contramarco varia conforme a tipologia da esquadria escolhida e as especificações técnicas do fabricante (ABNT, 2016; Krieger; Librelotto, 2021).

A fixação mecânica consiste em parafusar a esquadria diretamente no vão acabado, utilizando buchas e parafusos. Já a fixação mista combina a fixação mecânica, utilizando parafusos e buchas, com a utilização de elementos químicos adesivos (ABNT, 2016; Krieger; Librelotto, 2021).

Para todos os métodos de instalação, deve-se seguir as recomendações do fabricante sobre todo o processo, incluindo pré-instalação, preparação de vão, fixação, vedação e acabamentos (ABNT, 2016).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Em razão da dificuldade de se encontrar materiais bibliográficos detalhados e construir um modelo completo em escala de laboratório, optou-se por realizar um estudo de caso com uma posterior análise e proposição teórica. O estudo de caso foi realizado em uma edificação unifamiliar de dois pavimentos em Steel Frame, localizada em Florianópolis/SC. Foram analisados os vãos de toda a edificação e, devido a padronização no processo, a análise para este estudo focou em uma única esquadria. Foi avaliado o contorno do vão de uma janela em parede externa, sendo que a parte externa da parede estava finalizada e a parte interna ainda não executada. As Figuras 6 e 7 ilustram a amostra analisada.

**Figura 6 - Vista externa**



Fonte: A autora (2025)

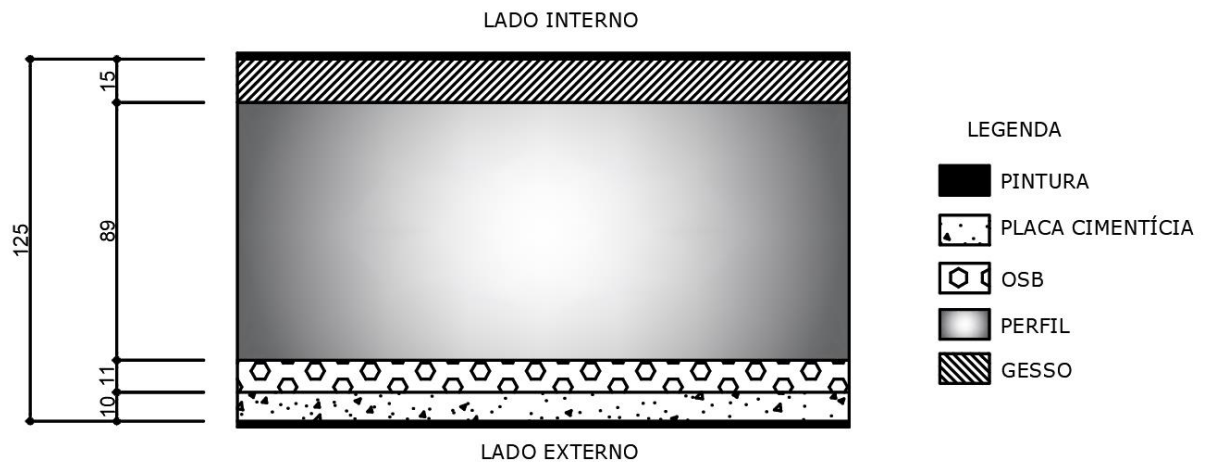
**Figura 7 - Vista interna**



Fonte: A autora (2025)

De acordo com as informações técnicas obtidas, quando finalizada, a parede terá espessura total de 125mm, de acordo com a composição da figura 8.

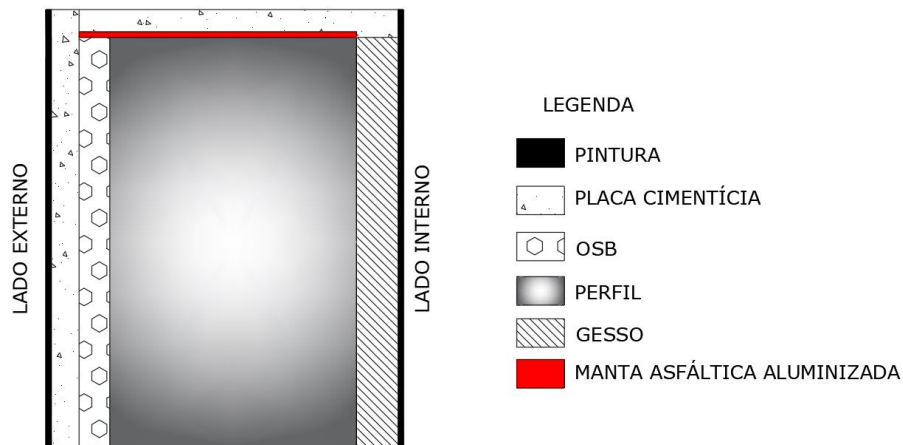
**Figura 8 - Composição da parede analisada (medidas em mm)**



Fonte: A autora (2025)

A Figura 9 ilustra a composição do peitoril após finalização da parede. Ele é composto pela manta asfáltica aluminizada e placa cimentícia.

**Figura 9 - Composição do peitoril**



Fonte: A autora (2025)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico são apresentados os resultados, análises e detalhamentos propostos. Serão destacados os pontos observados in-loco e as sugestões teóricas para a solução dos problemas encontrados.

#### 3.1 PONTOS CRÍTICOS VERIFICADOS IN-LOCO E SOLUÇÕES PROPOSTAS

Durante a análise in-loco, foram identificados alguns pontos que podem comprometer a estanqueidade do sistema esquadria-parede na edificação, os quais serão apresentados neste tópico, juntamente com as soluções propostas. Sugerem-se algumas soluções para mitigar os impactos observados e colaborar para garantir a estanqueidade. Devido à limitação de tempo para a execução de testes práticos, as soluções apresentadas neste trabalho são de caráter teórico. Embora baseadas em referências técnicas e práticas recomendadas, elas não foram submetidas a experimentação direta, o que limita a validação de sua aplicabilidade em campo. Essa abordagem teórica visa oferecer uma direção para possíveis melhorias, reconhecendo, contudo, a necessidade de estudos adicionais para confirmação e ajustes em condições reais.

##### 3.1.1 Inclinação no peitoril

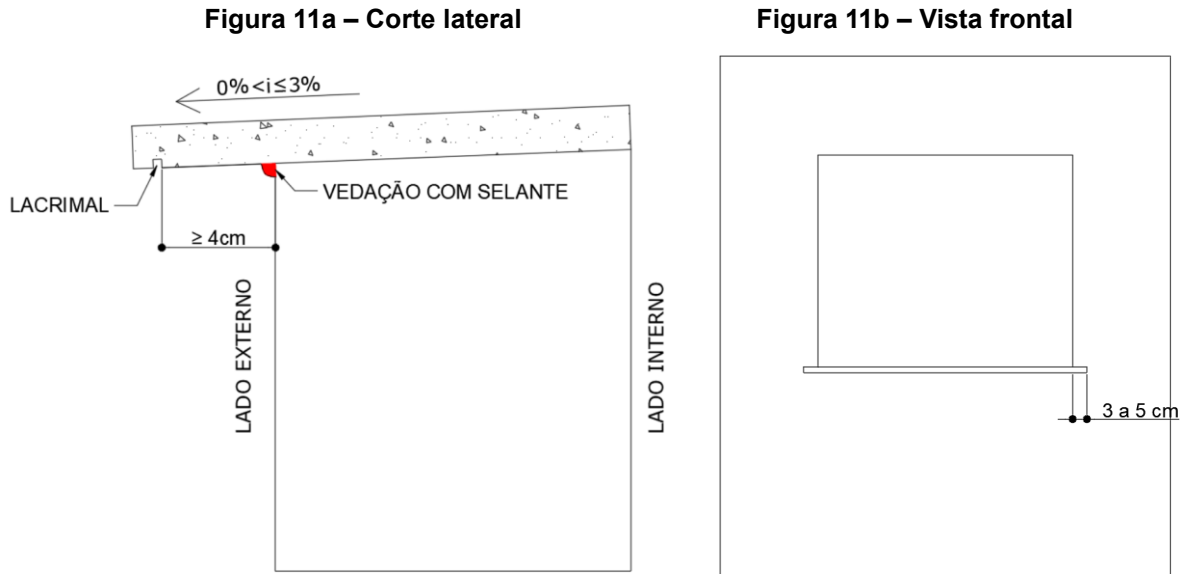
De acordo com a NBR 10821-5 (ABNT, 2016), o peitoril deve possuir inclinação de até 3%, com caimento para o lado externo, para garantir que não haja empoçamento de água. Conforme Figura 10, na inspeção in-loco, constatou-se que o peitoril da esquadria apresenta ausência de inclinação apropriada para o lado externo, uma característica fundamental para o escoamento adequado da água da chuva. A deficiência dessa inclinação pode permitir o acúmulo de água sobre a superfície do peitoril, aumentando o risco de infiltrações para a parte interna da edificação.

**Figura 10 – Inclinação do peitoril**

Fonte: A autora (2025)

Conforme orientações do engenheiro responsável pela obra, a inclinação não pode ser realizada diretamente no perfil do peitoril, visto que compromete os cálculos estruturais do sistema. É importante que essa inclinação esteja descrita no projeto da edificação, para que seja considerada no projeto estrutural da edificação. Por padrão, acima deste perfil e da manta asfáltica aluminizada, é aplicada uma placa cimentícia sem inclinação. Além disso, o engenheiro responsável informou que, comumente, não se utiliza pingadeira.

Não sendo possível realizar esta inclinação no perfil, sugere-se a execução da inclinação diretamente na placa cimentícia, de acordo com a inclinação indicada por Norma, fazendo com que a placa também funcione como pingadeira. De acordo com Watanabe (2010), para um bom desempenho, a pingadeira deve possuir lacrimal e prolongamentos transversais e longitudinais. Ainda conforme Watanabe (2010), recomenda-se uma distância mínima da parede até o lacrimal de 4cm. Deve-se realizar a vedação com selante na pingadeira instalada, para que não propicie um ponto de infiltração. O prolongamento longitudinal, conforme Schmitt et al (1974, apud Moch, 2009), deve ter entre 3 e 5cm em relação ao vão da janela. Para a solução proposta, deve-se analisar a espessura necessária da placa cimentícia para que atenda ao proposto. Como alternativa, pode-se utilizar uma pingadeira de alumínio com inclinação, disponível no mercado. A Figura 11 ilustra como deve ser executada a pingadeira e seu prolongamento transversal e longitudinal.

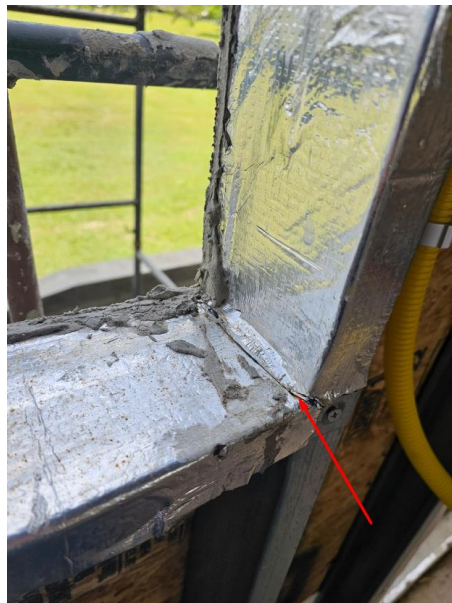


Fonte: A autora (2025)

### 3.1.2 Aplicação da manta asfáltica no encontro XY

Para cumprir com a função de impermeabilização do vão, utiliza-se uma manta asfáltica aluminizada, a qual é aplicada em todo o contorno do vão, a fim de propiciar a estanqueidade do sistema. No entanto, de acordo com a Figura 12, verificou-se que no encontro XY da manta aplicada, há a ausência de transpasse da manta, o que compromete a vedação, visto que cria um ponto potencial de infiltração. Essa descontinuidade pode permitir a entrada de água, prejudicando a estanqueidade do sistema.

**Figura 12 - Encontro XY da Manta asfáltica aluminizada**



Fonte: A autora (2025)

A Figura 13, constando um vão que ainda não recebeu a manta asfáltica aluminizada, exemplifica um possível ponto de infiltração, visto que há um caminho

propício para a água percorrer para a estrutura.

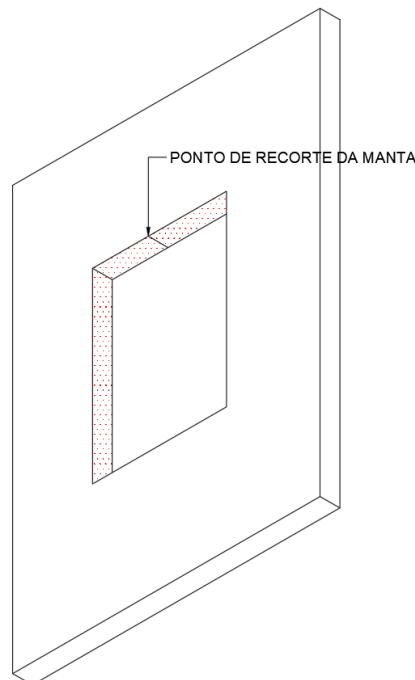
**Figura 13 - Vão com a estrutura do Steel Frame aparente**



Fonte: A autora (2025)

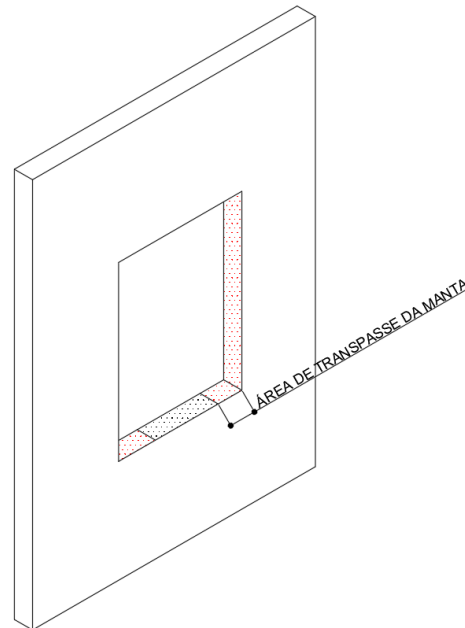
Para evitar a entrada de água pelo encontro XY da manta, recomenda-se posicionar a manta de forma a realizar um único ponto de recorte, preferencialmente no centro do marco superior, para evitar a entrada de água, conforme Figura 14. Alternativamente, pode-se executar, em cada encontro, um transpasse da manta de aproximadamente 30cm, de acordo com a Figura 15.

**Figura 14 - Representação da manta com recorte na parte superior**



Fonte: A autora (2025)

**Figura 15 - Representação da manta com transpasse**



Fonte: A autora (2025)

### 3.1.3 Manta não envolve a placa cimentícia

Conforme ilustrado na Figura 16, verifica-se que a manta asfáltica aluminizada não foi aplicada sobre a superfície da placa cimentícia externa, o que pode gerar um ponto vulnerável para a infiltração de água na estrutura. Recomenda-se que a aplicação da manta seja estendida de forma a envolver também a placa cimentícia externa e o gesso interno, de forma que a água não penetre nesses revestimentos. Adicionalmente, sugere-se a execução de uma borda externa utilizando a mesma manta aluminizada, inserida em rasgo na placa cimentícia, com posterior preenchimento do espaço com argamassa de acabamento, conforme Figura 17.

**Figura 16 – Possível ponto de infiltração entre estrutura e placa cimentícia**



Fonte: A autora (2025)

**Figura 17 - Sugestão de aplicação da manta aluminizada**

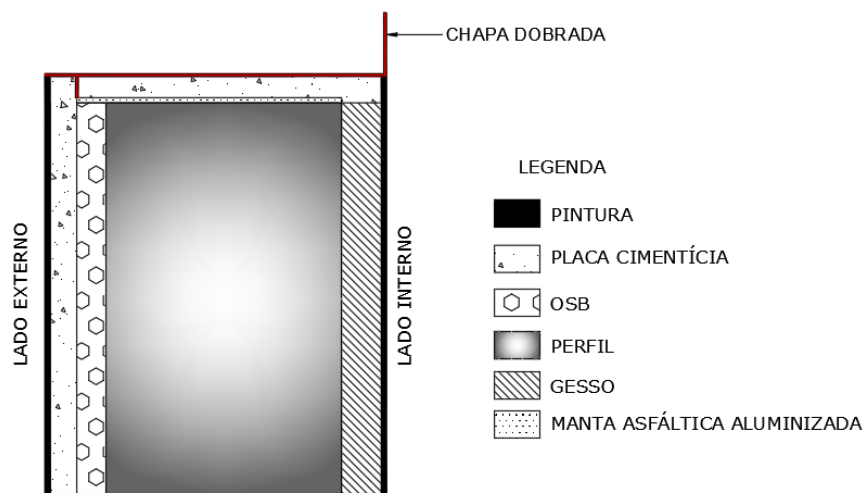


Fonte: A autora (2025)

### 3.1.4 Uso de chapa dobrada com a função de impermeabilização

Atualmente, junto a manta asfáltica aluminizada, utiliza-se uma chapa dobrada com a função de impermeabilização para as esquadrias instaladas, aplicada conforme Figura 18. Ela é fixada com parafusos em todo o vão, exceto na parte inferior.

**Figura 18 - Aplicação da chapa dobrada**



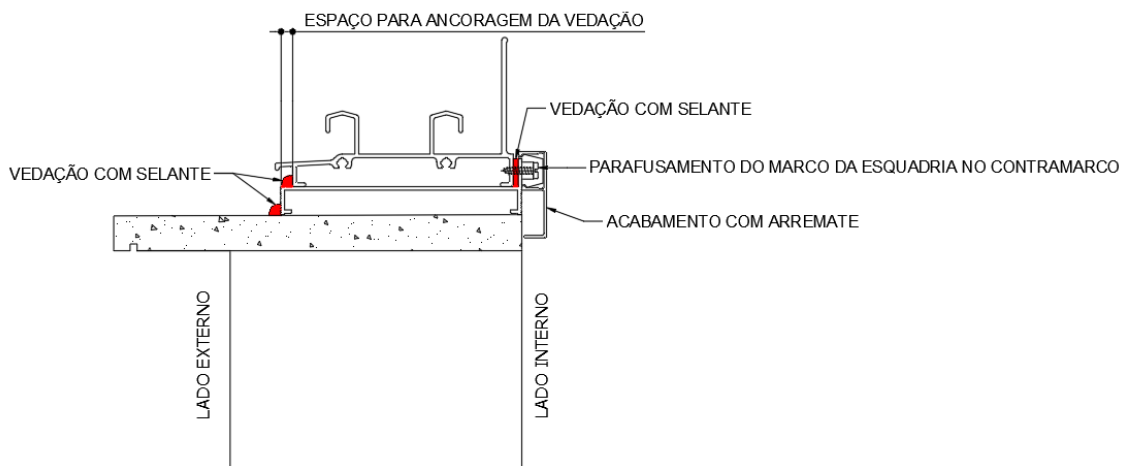
Fonte: A autora (2025)

A utilização de parafusos para sua fixação propicia a infiltração de água na região dos parafusos devido a incidência de chuva direta. A esquadria, quando instalada, é parafusada em todo o perímetro do vão, exceto peitoril, gerando novos pontos de infiltração.

Visto isso, sugere-se a alteração da chapa dobrada por um contramarco de alumínio, do tipo cadeirinha, para utilização sobre a pingadeira. Ele deve ser projetado com espessura suficiente para o assentamento completo do marco da esquadria,

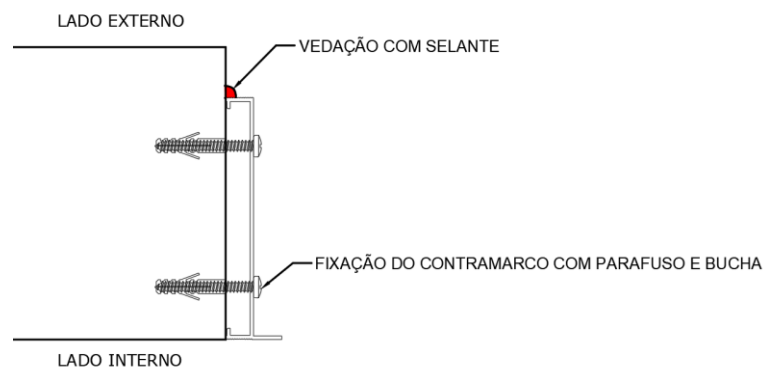
incluindo espaço adequado para a vedação interna e externa. A esquadria deve ser fixada por parafusamento diretamente na aba do contramarco, e pode-se utilizar arremates internos para ocultar os parafusos e melhorar o acabamento. Deve-se realizar a vedação externa em todo o perímetro do contramarco e da esquadria para evitar a entrada de água, além de garantir uma vedação interna entre o contramarco e a esquadria. De acordo com Ibrap (2020, apud Krieger; Librelotto, 2021), para esquadrias faceadas internamente, é necessário um recuo de 5mm para o lado interno para a ancoragem da vedação com selante. Seguindo esta analogia, sugere-se a utilização desse espaço para ancoragem da vedação entre o contramarco e esquadria. O contramarco deve ser cortado em 45° e montado com conexões e cunhas, assegurando um bom acabamento, com os vértices vedados com selante. Diferentemente do método convencional, onde os contramarcos são chumbados, neste caso, utiliza-se o parafusamento com parafuso e bucha, de modo que os parafusos fiquem protegidos pelo marco da esquadria. Para maior eficiência, recomenda-se posicionar os parafusos com inclinação ascendente, dificultando a entrada de água e melhorando o desempenho do sistema. As Figuras 19, 20 e 21 ilustram a solução proposta.

**Figura 19 - Aplicação do contramarco (no peitoril)**



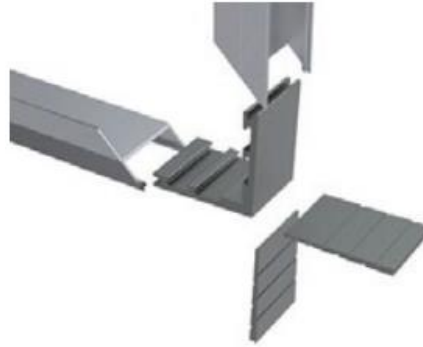
Fonte: A autora (2025)

**Figura 20 - Aplicação do contramarco (na trave do vão)**



Fonte: A autora (2025)

**Figura 21 - Conexão e cunha e área de vedação com selante**



Fonte: Hydro (2024)

Considerando a diversidade de linhas de esquadrias disponíveis no mercado, pode-se optar por padronizar o contramarco com uma medida maior, que atenda à maioria das esquadrias, ou personalizá-lo conforme o marco utilizado na obra.

Para contramarcos utilizados em marcos de esquadrias de maior bitola, em que a inclinação da pingadeira pode causar torção, recomenda-se, no peitoril do vão, a utilização de um contramarco com o apoio externo ligeiramente mais longo, a fim de suprir a diferença causada pela inclinação da pingadeira.

### 3.1.5 Resumo da solução proposta

De forma geral, para melhorar a estanqueidade no sistema esquadria e parede em construções a seco, é necessário cuidados específicos em relação aos itens, conforme Quadro 2:

**Quadro 2 - Resumo dos cuidados necessários**

Item	Descrição da atividade	Orientação
1	Realizar inclinação do peitoril, conforme normativa.	$0\% < \text{inclinação} \leq 3\%$
2	Executar a correta instalação da pingadeira, com vedação, inclinação, lacrimal e prolongamento longitudinal e transversal.	$3\text{cm} \leq \text{Prolongamento longitudinal} \leq 5\text{cm}$  $\text{Prolongamento transversal} \geq 4\text{cm}$
3	Garantir a correta aplicação, inclusive emenda, da manta asfáltica aluminizada.	Sem emendas na parte inferior ou cantos
4	Não realizar a perfuração da manta em local exposto à água das chuvas.	Parafusar o contramarco na estrutura de modo a ocultar os parafusos no marco da esquadria
5	Garantir ancoragem nas vedações com selante.	Espaço para ancoragem = 5mm
6	Realizar a fixação da esquadria em contramarco.	Parafusamento de fixação na aba do contramarco.

Fonte: A autora (2025)

Para melhor visualização, a Figura 22 apresenta um conjunto das soluções propostas nos tópicos 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 e 3.1.4.



considerando o sistema à seco.

Como sugestão para estudos futuros, recomenda-se a realização de testes experimentais das soluções propostas, observando e quantificando se as inclinações, sobreposições e transpasses propostos são suficientes para garantir a estanqueidade, avaliando seu desempenho em protótipos. Isso permitirá verificar a eficácia das adaptações, identificar possíveis melhorias e desenvolver diretrizes técnicas mais detalhadas para a implementação prática das soluções no contexto do sistema Steel Frame.

Além disso, sugere-se que, após testes que comprovem a eficácia das soluções propostas, as empresas fornecedoras de esquadrias adicionem essas informações aos seus manuais de instalação de esquadrias, citando detalhes específicos para a instalação em sistemas de construção a seco, para que essas particularidades sejam previstas na etapa de projeto da edificação, garantindo a possibilidade de cumprimento das especificações e, assim, obtendo o desempenho desejado do sistema de vedação.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI. **Manual da Construção Industrializada: conceitos e etapas**. 1. ed. Brasília: ABDI, 2015. v. 1 Disponível em: [https://api.abdi.com.br/file-manager/upload/files/Manual\\_construcao\\_industrializada\\_versao\\_digital.pdf](https://api.abdi.com.br/file-manager/upload/files/Manual_construcao_industrializada_versao_digital.pdf). Acesso em: 25 jun. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA; CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Cenário dos fabricantes de perfis galvanizados para Light Steel Frame e Drywall**. 2017. Disponível em: Cenário dos fabricantes de perfis galvanizados para Light Steel Frame e Drywall. Acesso em: 29 ago. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA; CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Cenário dos fabricantes de perfis galvanizados para Light Steel Frame e Drywall**. 2023. Disponível em: <https://www.abcem.org.br/site/estatisticas-cenarios-dos-fabricantes.php?&et=0&emsg=E0641&ecmp=&bsc=&frm=1&new=1&ope=ver&open=y&cod=50765>. Acesso em: 29 ago. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821-1: Esquadrias para edificações Parte 1: Esquadrias externas e internas - Terminologia**. Rio de Janeiro: 2017. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/home/ifsc>. Acesso em: 2 dez. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821-2: Esquadrias para edificações - parte 2 - esquadrias externas - requisitos e classificação**, 2023a. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/home/ifsc>. Acesso em: 24 out. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821-5: Esquadrias para edificações - Parte 5: Esquadrias externas - Instalação e manutenção**. Rio de Janeiro: 2016. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/home/ifsc>. Acesso em: 18 ago. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: 2024. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/home/ifsc>. Acesso em: 29 jul. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4: Edificações habitacionais - Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE**. Rio de Janeiro: 2021. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/home/ifsc>. Acesso em: 29 jul. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16936: Edificações em light wood frame**. Rio de Janeiro: 2023b. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/home/ifsc>. Acesso em: 22 ago. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16970-1: Light Steel**

**Framing - Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço formados a frio, com fechamentos em chapas delgadas Parte 1: desempenho.** Rio de Janeiro: 2022a. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/home/ifsc>. Acesso em: 22 ago. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16970-3: Light Steel Framing - Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço formados a frio, com fechamentos em chapas delgadas Parte 3: Interfaces entre sistemas.** Rio de Janeiro: 2022b. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/home/ifsc>. Acesso em: 22 ago. 2024.

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO - CBCA. **Steel Framing: Arquitetura.** 2. ed. Rio De Janeiro: CBCA, 2012.

CUNHA, Alessandra Martins *et al.* **Construção Civil.** 1. ed. Porto Alegre: Sagah Educação S.A., 2017. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595020498/pageid/0>. Acesso em: 19 ago. 2024.

FASTCON. **Saiba o que é Steel Frame e porque usá-lo na sua próxima obra.** 2024. Disponível em: <http://fastcon.com.br/o-que-e-steel-frame/>. Acesso em: 1 set. 2024.

HYDRO. **Manual de Orientação Construtiva: Contramarco.** Disponível em: <https://www.hydro.com/contentassets/b426f63368584835bd83974d342e46ea/manua-l-instalacao-contramarco.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2024.

KRIEGER, Amanda Spillere; CARDOSO, Victória Bittencourt. **Investigação da utilização do método construtivo light steel frame como viabilidade econômica para ampliação do bloco Cettal da Unisul/Tubarão.** 2018. Trabalho de conclusão de curso - Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2018. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/746c80b6-fdef-4a73-8d58-edf8f5e57dec>. Acesso em: 24 ago. 2024.

KRIEGER, Amanda Spillere; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Manifestações patológicas da interface esquadria/vão: um estudo de caso exploratório à estanqueidade em janelas de alumínio.** Florianópolis: IX ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/228818/531-550.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 ago. 2024.

LUDOVICO, Thesse Souza. **Desempenho a estanqueidade à água: Interface janela e parede.** 2016. 176 f. Dissertação - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7928>. Acesso em: 28 jul. 2024.

MANRIQUEZ, Isabela Taffuri; SENCIANI, Luiz Henrique. **Análise da viabilidade da prática da construção a seco no Brasil comparando o uso da água em obras de Steel Frame e construções convencionais.** 2019. Disponível em: <https://lyceumononline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/3154.pdf>. Acesso em: 24 ago.

2024.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diretriz SINAT N° 005 - Revisão 03: Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas (Sistemas leves “Light Wood Frame”)**. Brasília: 2020. Disponível em: [http://pbqp-h.cidades.gov.br/download\\_doc.php](http://pbqp-h.cidades.gov.br/download_doc.php). Acesso em: 31 jul. 2024.

MOURA, Tiago Rodrigues Coelho de. Construção sustentável de casas populares: steel frame e wood frame. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 06, n. 03, p. 15–29, 2019. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/steel-frame>. Acesso em: 1 set. 2024.

POYASTRO, Patricia Carone. **Influência da volumetria e das condições de entorno da edificação no manchamento e infiltração de água em fachadas por ação de chuva dirigida**. 2011. 216 f. Dissertação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/56570/000859473.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 2 jul. 2024.

RESENDE, Evelyn Bastos *et al.* Uso de wood frame na construção civil no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. 11, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15818>. Acesso em: 30 jun. 2024.

ROBERTO MASSARU WATANABE. **Infiltrações de janelas**. 2010. Disponível em: <https://www.ebanataw.com.br/infiltracoes/caso20.htm>. Acesso em: 18 dez. 2024.

RONDINELY FRANCISCO DE LIMA. **Técnicas, métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo light steel frame**. Belo Horizonte: 2013. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ISMS-9JXL52/1/disserta\\_\\_o\\_rondinely\\_.pdf?form=MG0AV3](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ISMS-9JXL52/1/disserta__o_rondinely_.pdf?form=MG0AV3). Acesso em: 29 jan. 2025.

SALGADO, Julio Cesar Pereira. **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. 4. ed. São Paulo: Érica, 2018. Disponível em: [https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536528502/epubcfi/6/2\[%3Bvnd.vst.idref%3Dcover.xhtml\]!/4/2\[cover-image\]/2%4051:2](https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536528502/epubcfi/6/2[%3Bvnd.vst.idref%3Dcover.xhtml]!/4/2[cover-image]/2%4051:2). Acesso em: 22 ago. 2024.

TIAGO MOCH. **Interface esquadria/alvenaria e seu entorno: análise das manifestações patológicas típicas e propostas de soluções**. Porto Alegre: 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21254/000735067.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 21 dez. 2024.

VELLOSO, Joana Geraldi. **Diretrizes para construções em madeira no sistema plataforma**. 2010. 104 f. Dissertação - Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/94066/280706.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 jun. 2024.