

ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE ÁGUA DE CHUVA NA INTERFACE ALVENARIA / ESQUADRIA NA REGIÃO DE CRICIÚMA

Fábio Coutinho Siqueira¹
Anderson Augusto Müller²

Resumo

A região de Criciúma está localizada próxima à faixa litorânea e apresenta baixa altitude, permitindo a entrada de correntes marítimas, que são impedidas de avançar para o interior do estado, devido a serra geral, causando assim acúmulo de umidade na região, favorecendo a precipitação. Essa por sua vez quando direcionada pelo vento forma a chuva dirigida, sendo um dos fenômenos causadores de manifestações patológicas nos sistemas de vedação vertical externo e mais especificamente na interface esquadria/alvenaria. Com isso, o presente artigo visa identificar, analisar e relacionar as manifestações patológicas de infiltração do contorno do vão de esquadrias, em 03 edificações na região de Criciúma. Para isso foram realizados: revisão bibliográfica acerca do tema, vistorias in loco, identificando as patologias existentes, posteriormente foi realizada análise dos projetos arquitetônicos dos edifícios. Verificou-se que todos os edifícios em estudo, apresentavam manifestações patológicas de infiltração de água no contorno do vão de esquadrias e que elas apresentavam semelhanças entre si. Percebeu-se também que há semelhanças correlatas para as possíveis origens e causas destas patologias. Dessa forma foi possível concluir que a maior parte das manifestações patológicas estudadas estão relacionadas a 03 fatores: ausência de detalhamento arquitetônico do peitoril, normativas incompletas e ausência de manutenção.

Palavras-Chave: Peitoril. Pingadeira. Interface esquadrias/alvenaria. Infiltrações em janelas. Manifestações patológicas.

ANALYSIS OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS OF RAINWATER AT MASONRY/WINDOW INTERFACE IN CRICIUMA

Abstract:

The region of Criciúma is located near the coastal zone and also has a low sea-level altitude, facilitating the entry of maritime currents. These currents are prevented from advancing further inland due to the general mountain range, causing an accumulation of moisture in the region, thereby promoting precipitation. This precipitation, when directed by the wind, leads to directed rain, being one of the phenomena responsible for pathological issues in the contours of window openings. With this in mind, the present article aims to identify, analyze, and correlate the

¹Acadêmico do curso de Engenharia Civil do IFSC Campus Criciúma.
fabio.c05@aluno.ifsc.edu.br

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

pathological manifestations of infiltration around window openings in three buildings in the Criciúma region. To achieve this, a literature review on the subject was conducted, followed by on-site inspections to identify the existing pathologies. Subsequently, an analysis of the architectural designs of the buildings was carried out. It was found that all the buildings under study exhibited pathological manifestations of infiltration around window openings, and these manifestations showed similarities among them. It was also observed that there are correlated similarities in the possible origins and causes of these pathologies. Thus, it was possible to conclude that the majority of the studied pathological manifestations are related to three factors: absence of architectural detailing of the sill, incomplete regulations/standards and lack of maintenance.

Keywords: Pathological manifestations. Interface window and masonry. Window infiltration. Sill.

1 INTRODUÇÃO

O surgimento de manifestações patológicas nas edificações pode ocorrer em função de vários fatores, como a falha do sistema construtivo, sendo esta decorrente do projeto, escolha dos materiais, ausência de manutenção, erro executivo ou por falta de compatibilidade entre os sistemas. Podendo ter origem na fase de projeto, através da ausência de detalhamento, ou então na fase de execução, sendo realizada de forma incorreta ou divergente do projeto.

As manifestações patológicas no contorno de esquadrias são recorrentes na região de Criciúma, o relevo local e as características climáticas favorecem a ocorrência desses efeitos. Para esse trabalho entende-se Região de Criciúma, as cidades que estão num raio de até 30 Quilômetros.

A cidade encontra-se próximo a faixa litorânea, com isso há forte incidência de massas de ar oriundas do oceano, sob a cidade, além disso a região apresenta proximidade com a Serra Geral, que impede a passagem da massa de ar para o interior do estado, ficando aprisionada na encosta, dessa forma favorecendo a precipitação. Este fenômeno aliado ao vento, forma a chuva dirigida, que pode afetar diretamente ou indiretamente as esquadrias. “A chuva dirigida [...] é a maior fonte de umidade que afeta a durabilidade e o desempenho das fachadas”. (Heerdt, 2012, p.1)

Conforme a NBR 15575-4 (2021), a pressão do vento exercida sob um SVVE (Sistema de Vedação Vertical Externa) depende da localização da edificação e também do número de pavimentos que a compõem. Segundo a norma, a região de Criciúma é classificada na categoria IV, diante pressão de vento 40 Pa, sendo essa a segunda maior intensidade do Brasil, assim o surgimento de manifestações patológicas relacionadas à chuva dirigida tornam-se mais recorrentes.

Baseado na NBR 10821-1 (2017), este trabalho utiliza o termo “vão” para referir-se à abertura na parede, que tem por finalidade receber uma esquadria, já o termo “contorno de vão”, pode ser entendido como as partes do vão que estão ou podem estar em contato com a esquadria.

Dessa forma o trabalho propõe-se em identificar, analisar e relacionar as manifestações patológicas, relacionadas a infiltrações de água de chuva, geradas no

contorno do vão de esquadrias, devido a falta do detalhamento no projeto arquitetônico em 03 edificações, finalizadas no período entre 2018 e 2023, na região de Criciúma. Este trabalho não contempla o estudo de degradações relacionadas à infiltração de água em esquadrias, contramarcos e caixilhos.

No desenvolvimento deste estudo foi utilizado o método hipotético-dedutivo, já as técnicas de pesquisa foram, documentação indireta, por meio de pesquisa bibliográfica, documentação direta por meio de pesquisa de campo do tipo exploratório e a pesquisa de laboratório. Para isso foram selecionados 03 edifícios na região de Criciúma, com a finalidade de analisar e relacionar as manifestações patológicas, a fim de encontrar a relação entre elas, isso foi possível através da pesquisa in loco, verificando quais patologias estavam presentes. Posteriormente foi feita análise dos projetos arquitetônicos, com a finalidade de encontrar detalhes construtivos relacionados a envoltória das esquadrias, para localizar a possível origem da manifestação patológica.

Esse trabalho tem sua justificativa fundamentada devido a região de Criciúma apresentar recorrência no fenômeno da chuva dirigida, conforme demonstrado por Heerdt (2012), e pelo fato do Brasil historicamente apresentar nas edificações problemas de infiltrações, que segundo Thomaz (1990, *apud* Ludovico, 2016) representam 60% dos casos de umidade nas construções brasileiras. Com isso há alta probabilidade de ocorrência de manifestações patológicas de infiltração, no contorno do vão de esquadrias, quando não dimensionado ou executado incorretamente.

Dessa forma evidenciando a necessidade de estudos acerca do tema, possibilitando questionar métodos e técnicas utilizadas, assim podendo reduzir a incidência de manifestações patológicas no contorno do vão.

2 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo e subcapítulos, serão tratados assuntos que impulsionaram e direcionaram a pesquisa acerca do tema, com intuito de fundamentar o trabalho.

2.2 EDIFÍCIOS

Os edifícios em estudo foram selecionados diante 02 critérios de escolhas: 5 anos de uso e localizado na região de Criciúma. Inicialmente 07 edificações atendiam aos critérios, no entanto somente 03 edificações permitiram a visita in loco e coleta de dados. As coletas de dados foram realizadas em áreas internas, nas edificações de uso residencial, para as esquadrias de cozinha / lavanderia e quartos, já o edifício 02, foram coletados dados de área comum e área interna, podendo ser identificado pela tabela 01, que classifica os tipos de esquadrias e sua orientação solar

O edifício 01 é classificado como residencial multifamiliar, sendo composto de 12 pavimentos tipo, 02 torres, nas quais cada pavimento é composto por 06 apartamentos, sendo entregue no ano de 2022. Neste edifício foram analisadas 11 unidades residenciais, dispostas 05 na fachada leste, 04 na fachada oeste e 02 na fachada sul.

Já o edifício 02 trata-se de uma ampliação, classificado como comercial, com finalidade estudantil, composto de 02 pavimentos e 08 salas, sendo constituído por

torre única, e construída através de licitação pública e entregue no ano de 2022. Neste edifício foram analisadas 05 salas na fachada leste e 01 área comum na fachada oeste.

Por outro lado o edifício 03 é classificado como residencial, multifamiliar, é composto de 08 pavimentos tipo, sendo cada pavimento composto por 6 apartamentos, edificado em 04 torres, cuja entrega foi realizada no ano de 2021. Neste edifício foram analisadas 03 unidades residenciais, com 02 na fachada sul e 01 fachada norte.

Figura 01: Edifícios em estudo

a) Edifício 01



b) Edifício 02



c) Edifício 03



Fonte: Autor

Tabela 01: Caracterização das esquadrias

Edifício	Fachada Predominante	Revestimento (fachada)	Interface esquadria/alvenaria	Unidades Vistoriadas	J01	J02
01	Leste	Argamassa	Granito	11	1,40 x 1,10	1,20 x 0,90
02	Leste	Argamassa	Granito	06	0,75 x 1,115	1,30 x 1,15
03	Sul	Argamassa	Granito	03	1,40 x 1,00	1,00 x 0,80

J: janela (esquadria).

Fonte: Autor

2.3 RELEVO

O relevo tem funções primordiais na vida humana, sendo uma das principais, a influência no clima, assim como afirmam Torres *et al.*(2013, p.105) “Os padrões

morfográficos e morfométricos influenciam na formação dos solos em função de parâmetros como a forma das vertentes e dos topos, a posição topográfica, a declividade, o grau de dissecação, entre outros”.

Essa influência também ocorre na Serra do Rio do Rastro, cujos desníveis são acentuados, com até 1000 metros de altitude, já os vales fluviais apresentam variações superiores a 500 metros. Vill (2023, p.5) Em complemento a isso, para Varela (2007) o fenômeno da chuva orográfica ocorre nas regiões com presença de cordilheiras e serras que apresentam altitudes elevadas, com isso eles funcionam como barreira das massas de ar, resultando no aprisionamento da umidade, favorecendo a precipitação local, conforme figura 03.

2.4 DIREÇÃO DOS VENTOS

A orientação dos ventos depende de muitos fatores, podendo ser modificada em cada estação do ano, porém valores se repetem quando analisados em maiores períodos de tempo. Havendo uma constância de eventos num certo intervalo de tempo, pode-se estudar esse evento a fim de determinar sua próxima ocorrência ou então estudar seus efeitos. Os centros de alta pressão têm a capacidade de originar massas de ar, cujos ventos tendem a se dispersar em padrões anticiclônicos ou divergentes. Nas áreas de baixa pressão, os ventos provenientes das massas de ar de alta pressão convergem, tornando as descontinuidades numa circulação perturbada. (Popp, 2017)

Convergindo a isto, o autor Costa (2012, *apud* Heerdt, 2012, p.7) argumenta

“O vento pode ser conceituado como sendo o ar em movimento, devido às diferenças de pressão atmosférica entre duas regiões distintas e influenciada por efeitos locais, seja pela rugosidade da superfície ou pela ortografia do local”.

2.5 CHUVA

A cidade de Criciúma situa-se ao extremo sul do estado de Santa Catarina, e encontra-se cercada pela Serra Geral (figura 02) e 46 metros acima do nível do mar, favorecendo a entrada e o aprisionamento das massas de ar, que posteriormente precipitam. (Exército Brasileiro, 2023)

Nas regiões situadas nas proximidades das encostas das montanhas, no lado voltado para o vento predominante, observa-se uma maior quantidade de precipitação. Isso ocorre devido ao processo de elevação do ar úmido e quente, o qual propicia a formação de nuvens do tipo cumuliformes, culminando, assim, em um significativo acréscimo no volume de precipitação naquela localidade específica. (Monteiro, 2001, p.2)

Segundo Vill (2023), a região sul do Brasil é influenciada pela massa de Tropical Atlântica e pela massa Polar Atlântica, sendo a tropical mais influente na primavera e no verão já a segunda massa de ar, causa efeitos climáticos nos períodos de outono e inverno.

Em estudo desenvolvido por Heerdt (2012), no qual realizou análise dos dados de vento e de chuva, no período de 2004 a 2012, da Estação Experimental da Epagri de Urussanga. Constatou-se que a chuva dirigida, na região de Criciúma apresenta predominância para as direções sudeste e sul.

Diante a formação das chuvas, associadas às correntes de ventos, ocorre a formação das chuvas dirigidas (figura 04), segundo Heerdt (2012, p.2) esse fenômeno, pode ser descrito como a chuva com deslocamento horizontal, exercido pela ação dos ventos, as quais estão diretamente relacionadas à agressividade das chuvas.

No entanto, independente da ação da chuva dirigida, seus efeitos devem ser controlados pelo SVVE, e para isso a Norma de Desempenho define parâmetros de estanqueidade para os SVVE.

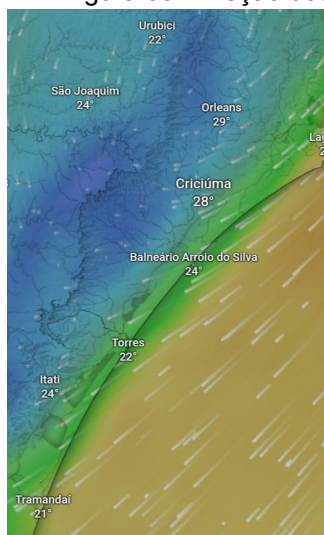
“os sistemas de vedação vertical externa da edificação habitacional, incluindo a junção entre janela e a parede, devem permanecer estanques e não apresentar infiltrações que proporcionem borrifamento, escoamento ou formação de gotas de água aderentes na face interna”. (NBR 15575-4, 2021, p. 22)

Figura 02: Relevo sul catarinense



Fonte: IMA

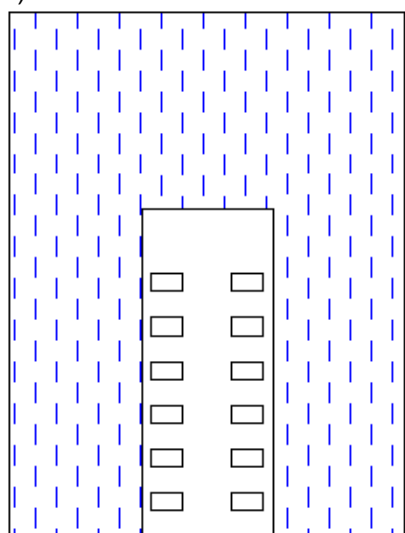
Figura 03: Direção dos ventos na região sul de SC



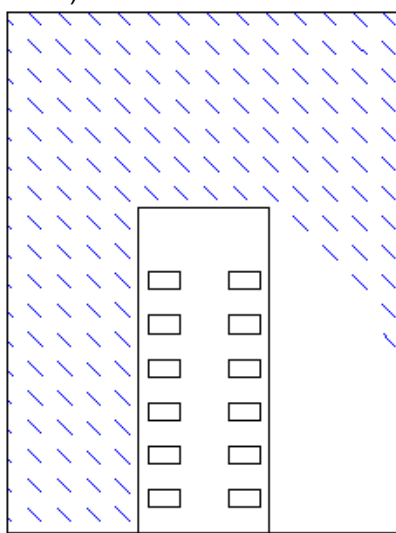
Fonte: Windy

Figura 04: Chuva

a) sem incidência de vento



b) com incidência de vento



Fonte: Autor (Poyastro, adaptado)

2.6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Segundo Vallejo (1990, *apud* Poyastro, 2011, p. 34) a manifestação patológica é uma alteração formal e frequente do material, que tem como consequência, em um curto espaço de tempo, a deterioração do material. Complementarmente Costa (2013) afirma que as manifestações patológicas podem apresentar 04 origens, de projeto, construtiva, adquiridas e acidentais, sendo que a última não será objeto de estudo deste artigo.

Com isso a patologia de projeto ocorre pela omissão do profissional ou não cumprimento das normas vigentes, causando a ausência de detalhamento e dimensionamento. Já as patologias de origem construtiva, apresentam-se devido a falta de controle tecnológico na fase de execução da obra, podendo ser empregada pelo uso de materiais e produtos não certificados e profissionais desqualificados para a função. Por outro lado, as patologias adquiridas, são aquelas relacionadas ao uso da edificação, que ao longo dos anos, por falta de manutenção, apresenta queda na vida útil do sistema construtivo.

Já as patologias acidentais se configuram pelo a ocorrência de fatos isolados que fogem do cotidiano, como afirma Costa (2013, p.45) “Caracterizadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum, como a ação da chuva com ventos de intensidade superior ao normal, recalques e, até mesmo incêndio”.

2.6.1 Sujidade

A fachada do prédio está exposta às intempéries do meio externo, mas também está vulnerável às partículas de sujeira que são carregadas pelo vento, com isso elas são depositadas nas fachadas e peitoris dos edifícios, diante a chuva essa sujeira é carregada e posteriormente depositada sob a fachada (figura 05). (Poyastro, 2011)

Em concordância a isto Beijer (1977, *apud* Poyastro, 2011, p. 61)

“Uma porção das partículas de sujidade existentes sobre a fachada ou aportadas pela chuva penetra na porosidade aberta com a água absorvida ou succionada, haja ou não se formado a lâmina de escorrimento, permanecendo o resto aderido ou sendo arrastado pelo escorrimento”.

Por outro lado, para Oliveira (2008, *apud* Ludovico, 2016) os materiais utilizados na fachada necessitam de uma análise sobre sua natureza higroscópica, pois quanto maior afinidade com a água, mais umidade o material irá reter, possibilitando o surgimento de manifestação patológica.

Mesmo diante esse problema, de acordo com Moch (2013) um peitoril bem executado tem como função suprir essa necessidade, evitando que ocorra a sujidade, pois essa manifestação patológica surge diante a ausência ou ineficiência do lacrimal, da inclinação mínima e da promulgação transversal do peitoril.

Figura 05: Sujidade na fachada do edifício 01



Fonte: Autor

2.6.2 Peitoril

O peitoril, tem como função principal permitir o escoamento de água, para isso é necessário que seja inclinado para o meio externo e seja composto de material com baixa permeabilidade.(Silva *et al*, 2007)

2.6.2.1 Prolongamento longitudinal

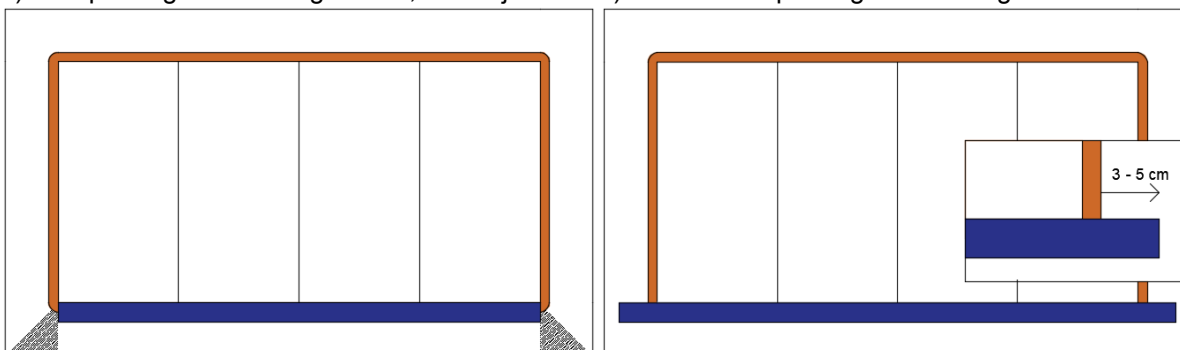
Diante do exposto no item 2.6.1, a sujidade sob as extremidades do peitoril (figura 05) possivelmente ocorrem devido a ausência de prolongamento longitudinal (figura 06), fazendo com que as partículas de sujeira sejam carregadas para os planos verticais, conforme verificado pelas vistorias in loco, convergindo aos resultados de Moch (2013).

Quando ocorre a precipitação com grande volume de água, a chuva dirigida atinge a fachada causando a lavagem, porém esta é de pequena proporção, parte da fachada é molhada e outra parte permanece seca. Com isso a área molhada tem sua sujeira carregada para os andares inferiores, causando a sujidade da fachada. (Poyastro, 2011)

Krieger e Librelotto (2021, p. 541) afirmam “entretanto não há consenso do comprimento de perpasso do vão lateral, assim como algumas dificuldades podem ser encontradas no que se refere ao sistema construtivo”, por outro lado para Langer em 1960 e Schmitt et al em 1974 (*apud* Moch 2013, p.105) nestes casos é indicado o prolongamento entre 3 e 5 cm em relação ao vão da janela (figura 06).

Figura 06: Peitoril

a) sem prolongamento longitudinal, com sujidade b) Peitoril com prolongamento longitudinal



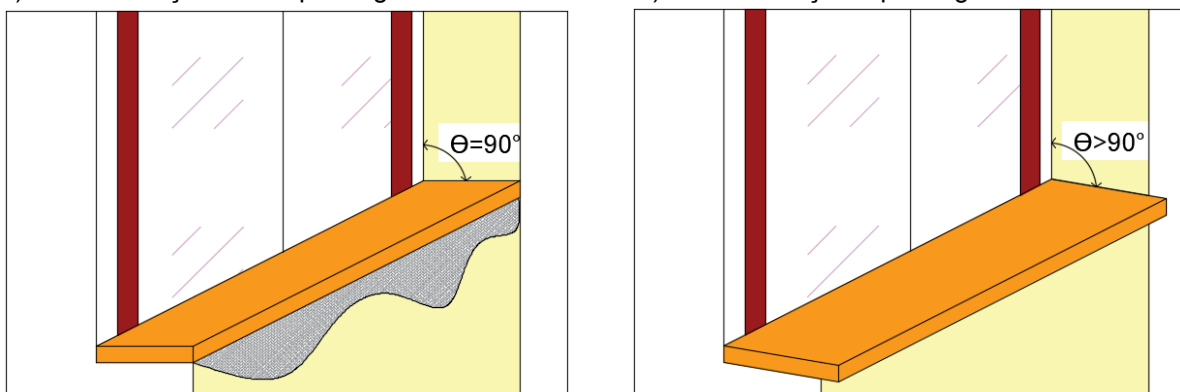
Fonte: Autor

2.6.2.2 Prolongamento transversal

Segundo Moch (2013) e Ludovico (2016) a sujidade pode ser diferenciada em 02 tipos, sendo localizada sob a face do peitoril (figura 07) ou sujidade nas extremidades do peitoril. Para o primeiro caso Moch (2013, p.105) afirma “Sua causa está associada ao prolongamento transversal insuficiente do peitoril, bem como inexistência ou ineficácia de lacrimal e ainda influenciado pela insuficiente declividade transversal do peitoril”. Dessa forma convergindo aos resultados do experimento realizado por Silva (2020), no qual a alteração dos elementos do peitoril resultaram no melhor escoamento de água, fazendo com que a região abaixo do peitoril fosse menos afetada pela água.

Figura 07: Peitoril

a) Sem inclinação e sem prolongamento transversal b) Com inclinação e prolongamento transversal



Fonte: Autor

2.6.2.3 Inclinação

No peitoril cada componente apresenta uma função, para que desempenhe um bom funcionamento é necessário a existência de seus detalhes construtivos (Silva, 2020). Diante um peitoril mal dimensionado ou mal executado, possivelmente ocorrerá a infiltração de água, devido ausência de lacrimal ou uso inadequado da inclinação mínima. Junto a isto, caso a interface entre esquadria e peitoril estiver

inadequadamente isolada ou apresentar camada espessa de argamassa, provavelmente ocorrerá a retração, causando o surgimento de fissuras facilitando a infiltração de água para o meio interno (Moch, 2013).

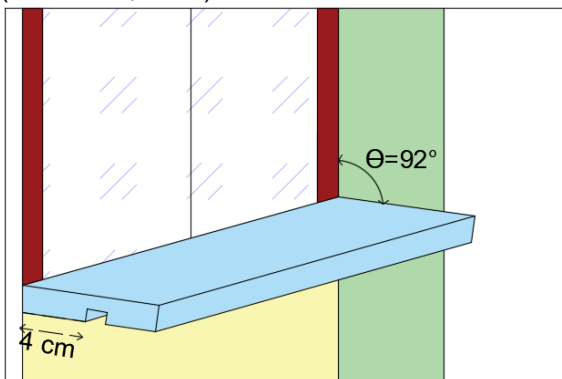
Complementando o conceito, Silva *et al.* (2007) afirmam que o peitoril necessita ser de material resistente à água, com poucos poros, e apresentar inclinação para o meio externo. Essa inclinação mínima é definida em 2% para Watanabe (2010) (figura 08), já para Krieger e Librelotto (2021) define que não há um valor exato, mas que o correto deveria ser num intervalo entre 1% a 3%. Em consonância dessa linha de pensamento Ludovico (2016), define como recomendação técnica inclinação mínima de 1%, por outro lado, para Langer em 1960 e Schmitt *et al.* em 1974 (*apud* Moch, 2013, p.110) a declividade mínima deveria ser de 12%.

2.6.2.4 Ausência do lacrimal

Segundo Silva *et al.* (2007, p.80) “ Para garantir a estanquidade é preciso quebrar pelo menos um elo da seguinte cadeia: (i) existência de água na superfície, (ii) caminhos de penetração e (iii) forças de encaminhamento.” Dessa forma, o lacrimal tem como função interromper o caminho da água, a fim de inibir o escoamento desta por meio da fachada da edificação, evitando o umedecimento e surgimento de manifestações patológicas (Moch, 2013).

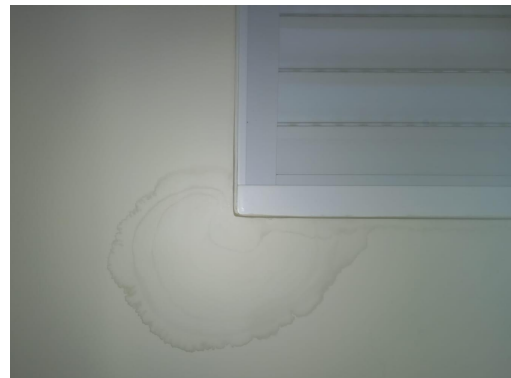
Para um bom funcionamento do lacrimal é necessário haver prolongamento transversal da peitoril, que segundo Watanabe (2010) a distância mínima entre parede e lacrimal deve ser de 4 cm, conforme figura 08.

Figura 08: inclinação e prolongamento do peitoril (Watanabe, 2010)



Fonte: Autor

Figura 09: Infiltração esquadria/vão, edifício 01



Fonte: Autor

2.6.2.5 Selantes

Segundo Silva (2014, p. 33) “Um sistema de juntas é caracterizado por ser um dos pontos mais críticos quando se trata da estanqueidade à água, sendo que a ocorrência de diversas manifestações patológicas é causada por falhas de vedação”. Para inibir a entrada da água para a edificação, a vedação ao entorno da esquadria pode ser realizada com o uso de selantes, com base de poliuretano, polissulfetos ou

silicone, mas deve ser analisado a durabilidade que se deseja para o sistema, a compatibilidade entre os materiais e o tempo de cura (Ludovico, 2016).

No entanto, nos estudos de Moch (2013) obteve-se que a utilização de silicone como barreira de vedação, não desempenhou o resultado esperado, visto que não apresenta eficiência adequada e atua com curto período de vida útil. Em complemento a isto, a normativa brasileira afirma, “O fabricante deve instruir, de forma clara e objetiva, a forma de realizar a vedação, o acabamento e, quando necessário, a pintura de acabamento na esquadria”. (NBR 10821-5, 2016, p. 12)

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste item e subitem será tratado sobre os resultados obtidos, através das vistorias e análises dos projetos arquitetônicos.

3.1 PEITORIL

O peitoril tem sua funcionalidade diretamente relacionada à vedação de água, sendo definida por peça com inclinação adequada para o meio externo com a finalidade de evitar a infiltração de água. (NBR 10821-1, 2017, p.12)

3.1.1 Prolongamento longitudinal

A visita in loco dos edifícios em estudo, permitiu identificar insuficiência em seus sistemas de vedação no entorno do vão da esquadria, sendo um dos problemas a ausência de prolongamento longitudinal (figura 10). Diante das visitas realizadas, notou-se que nenhum dos edifícios continham esse detalhe construtivo, demonstrando a imprudência com o entorno dos SVVE. A ausência do prolongamento, pode ser a possível causa do manchamento observado nas fachadas (figura 05).

Este problema possivelmente ocorreu quando em contato com a chuva, fazendo com que a sujeira presente no peitoril escorresse pelas extremidades do peitoril, atingindo a fachada. A ausência deste detalhe construtivo também gerou pelo acúmulo de umidade, nesta área problemas de infiltração na face interna da parede, conforme figura 09.

No entanto, as normas brasileiras não informam qual deve ser o prolongamento longitudinal correto, para o bom funcionamento do peitoril, assim permitindo que os detalhes arquitetônicos do entorno de janelas sejam projetados e executados conforme a experiência dos profissionais responsáveis.

3.1.2 Prolongamento transversal

O prolongamento transversal do peitoril, diferentemente do item 3.1.1, apresentou-se funcional nas 03 edificações em estudo, conforme figura 11 e 12. Nenhum edifício apresentou o afastamento de 4,0 cm sugerido por Watanabe (2010), porém para um mesmo edifício obteve-se valores diferentes de afastamentos, conforme as figuras 13 e 14, comprovando que a ausência do projeto

e do detalhamento do SVVE permite a ocorrência de erros na execução da obra.

Por outro lado, mesmo diante da ausência do prolongamento recomendado, os edifícios em estudo não apresentaram infiltração, sujidade ou escorrimento, na parte inferior do peitoril, sugerindo que o prolongamento talvez possa ser inferior a 4,0 cm, contrariando as recomendações de Watanabe (2010). Assim como o item 3.1.1, não há consenso sobre o correto prolongamento e não há normativas acerca do tema, causando dificuldade em encontrar dados técnicos para o dimensionamento do peitoril, possibilitando surgimento de manifestação patológica na parte inferior externa do peitoril, descrita no item anterior.

Figura 10: Ausência do prolongamento longitudinal do peitoril, edifício 01



Fonte: Autor

Figura 11: Prolongamento transversal do peitoril, inferior a 4cm, edifício 01



Fonte: Autor

Figura 12: Prolongamento transversal do peitoril, edifício 02



Fonte: Autor

Figura 13: Prolongamento transversal do peitoril, edifício 02



Fonte: Autor

3.1.3 Inclinação

Sendo um dos detalhes fundamentais, para o bom desempenho do contorno do vão, a inclinação do peitoril apresentou-se insuficiente para 03 dos edifícios em estudo, sendo que em alguns casos da edificação 01 e 02, o peitoril estava sem inclinação. No edifício 02 há casos em que o vão é composto por mais de 01 peitoril, foi verificado que esse apresenta variação na inclinação, ao longo do seu eixo

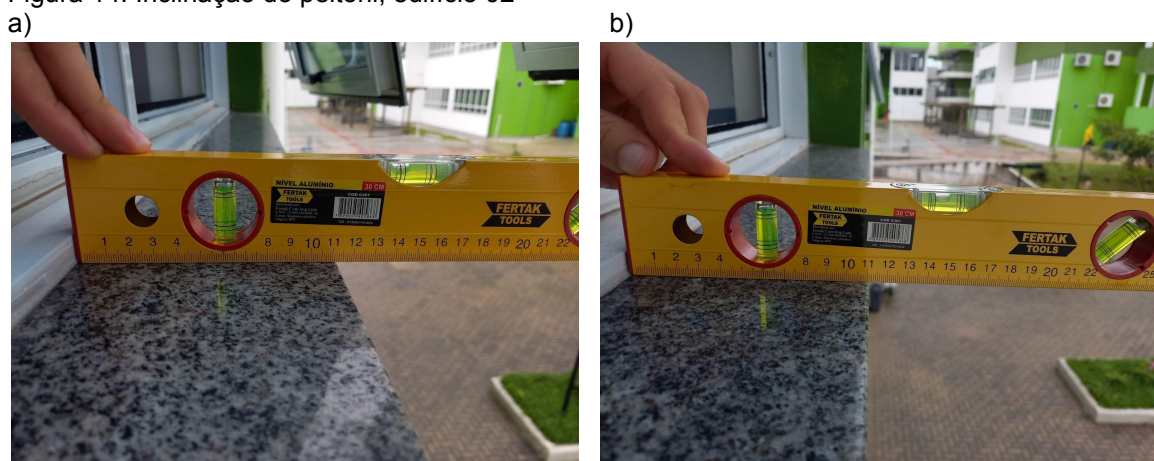
longitudinal, isso foi verificado por meio do uso do nível bolha, conforme figura 14, demonstrando que possivelmente não houve controle tecnológico na instalação.

No caso da inclinação mínima para o peitoril, não existe um consenso entre os pesquisadores, existindo assim uma variação entre os modelos adotados, percebe-se que Langer e Schmitt (*apud* Moch, 2013) indica inclinação mínima de 12%, enquanto Watanabe (2010) define o valor em 2%.

Para facilitar o escoamento da água é necessário a declividade para o meio externo, porém sem definição clara e objetiva sobre a inclinação, os projetistas e executores podem realizar o projeto ou a instalação de forma equivocada, favorecendo o surgimento de manifestações patológicas.

Por outro lado a NBR 10821-5 (2016, p.15) define “deve ser executado o peitoril com caimento de no máximo 3%, desde que garanta a vedação entre a esquadria e a estrutura/alvenaria”, essa definição não contempla toda a necessidade no dimensionamento do peitoril, sendo falha em informar somente a inclinação máxima.

Figura 14: Inclinação do peitoril, edifício 02



Fonte: Autor

3.1.4 Selantes

Segundo a NBR ISO 6927 (2021) os selantes têm como função impedir a penetração de água ou umidade para o interior das juntas, quando isso não se concretiza, pode ocorrer a infiltração para o interior dos imóveis, levando a problemas de mofo e deterioração do ambiente interno, afetando a qualidade do ar e a saúde dos ocupantes.

De acordo com a figura 15, percebe-se o uso de selantes nas juntas entre esquadrias e peitoris, nos edifícios 01 e 02 sob ação das intempéries que resultaram no craqueamento, sendo esse fenômeno um possível causador da manifestação patológica, convergindo aos resultados de Moch (2013). Dessa forma fica evidente a necessidade de analisar o tipo de selante e sua vida útil, na fase de projeto com a finalidade de que eles atendam as necessidades exigidas, em complemento a NBR 17170 (2022) recomenda que a garantia seja de 03 anos, para selantes do SVVE, desde sejam realizadas as orientações de uso e manutenção indicadas pelo manual de uso.

Ainda no edifício 02 interface dos peitoris em pedra, não apresenta vedação com selantes, conforme figura 16. A ausência de vedação possivelmente permitiu a

infiltração de água, fazendo com que o ambiente interno fosse afetado pela umidade, conforme figura 17, provocando falhas de aderência entre tinta e revestimento de argamassa e proliferação de fungos, assim como em alguns casos do edifício 01, conforme figura 09.

Deve ser ressaltado que a edificação 02 passou por manutenções de pintura interna no ano de 2022, na qual as manifestações patológicas foram encobertas, porém sem correção dos problemas de infiltração.

3.1.5 Lacrimal

Diante a coleta de dados, verificou-se que os lacrimais apresentaram-se suficientes para as edificações 01 e 03, já a edificação 02 pode ser caracterizada como parcialmente adequada, uma vez que houveram casos de ausência de lacrimal. Ainda nesta edificação foi observado a presença de tinta ou argamassa sobre o lacrimal, porém durante período em que a edificação foi vistoriada esse fato não afetou o desempenho do peitoril,

3.1.6 Detalhamento do contorno do vão

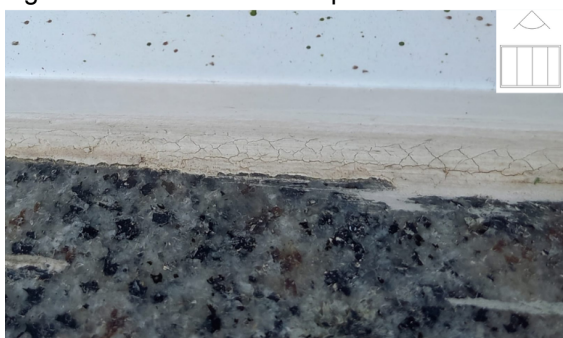
Durante a análise dos projetos arquitetônicos das 03 edificações, observou-se que apenas o edifício 02 apresentava em seu projeto referência à utilização do peitoril, informando a existência do peitoril e o tipo de material construtivo, porém não há instruções acerca da inclinação, dos prolongamentos transversais e longitudinais, do tipo de selante e do lacrimal, conforme figura 18.

Com isso, a falta de detalhamento no entorno do vão atrelada à ausência de normas acerca do tema pode ser um dos fatores que levam ao erro de execução, ocasionando posteriormente o surgimento de manifestações patológicas.

Dessa forma entende-se que não houve incompatibilidade entre projeto e execução, pois o projeto não demonstrava os detalhes construtivos acerca do contorno do vão, com isso ocorreram manifestações patológicas de projeto, diante ausência de detalhamento.

Portanto o detalhamento no entorno do vão é de extrema importância para o projeto, a fim de instruir a equipe de execução, eliminando possíveis dúvidas e carência de normativas que embasam o tema, assim possibilitando a execução correta do peitoril.

Figura 15: Selante com craqueamento



Fonte: Autor

Figura 16: Interface entre peitoris sem selante



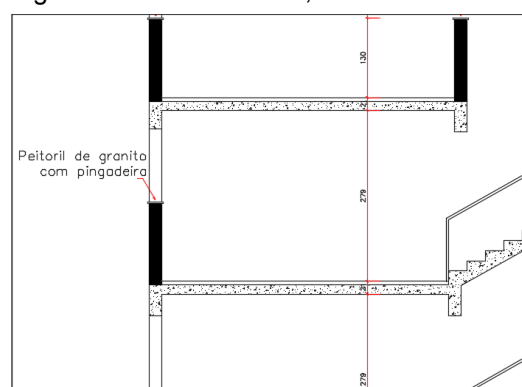
Fonte: Autor

Figura 17: Umidade por infiltração, edifício 02



Fonte: Autor

Figura 18: Detalhamento, edifício 02



Fonte: Edifício 02

Tabela 02: Detalhes construtivos do SVVE

Edifícios	Inclinação	Prolong. Longitudinal	Prolong. Transversal	Selantes	Lacrimal
01	NA	NA	A	NA	A
02	NA	NA	A	NA	AP
03	NA	NA	A	A	A

A: Atende; NA: Não atende; AP: Atende parcialmente;
 Fonte: Autor

4 CONCLUSÃO

Baseado nos resultados observados, conclui-se que as manifestações patológicas relacionadas à infiltração na interface entre esquadria e alvenaria estão associadas a 03 fatores: normas brasileiras incompletas, acerca do peitoril, ausência de projetos executivos de peitoril e ausência de manutenção. Estes 03 fatores permitem que ocorra o surgimento e a proliferação da manifestação patológicas

Em comprovação a isto, nenhum dos projetos dos edifícios em estudo apresentou os detalhes construtivos de inclinação, prolongamento (Tabela 02) e estudo da vida útil dos selantes, possibilitando a execução equivocada, que por sua vez apresentou-se insuficiente para os SVVE das 03 edificações.

Dessa forma os 03 edifícios em estudo podem ser configurados por ausência de projeto, mas o edifício 02, também pode ser caracterizado como erro construtivo e adquirido, porque houve instalações de peitoris sem o uso de selantes e também omissão de manutenções preventivas e corretivas relacionadas aos selantes do SVVE.

Com isso, um SVVE necessita de o projeto executivo de seus materiais, componentes e vida útil, para melhor compatibilização, com a finalidade de prolongar a vida útil do sistema e evitar manifestações patológicas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821-1**: Esquadrias para edificações parte 1 - Esquadrias internas e externas - Terminologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2017. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/pre_cadastro.asp. Acesso em: 06 nov. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821-5**: Esquadrias para edificações parte 5: Esquadrias Externas - Instalação e Manutenção. Rio de Janeiro: Abnt, 2016. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/pre_cadastro.asp. Acesso em: 06 nov. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575 - 4**: Edificações habitacionais — desempenho - parte 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2021. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/pre_cadastro.asp. Acesso em: 25 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17170**: Edificações - Garantias - Prazos recomendados e diretrizes. 01 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2022. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/pre_cadastro.asp. Acesso em: 25 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 6927**: Edifícios e obras de engenharia civil - Selantes - Vocabulário. 01 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2021. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/pre_cadastro.asp. Acesso em: 06 nov. 2023.

COSTA, Pedro Laranja D'Araujo. **Patologias do processo executivo de revestimento de fachada de edifício**. 2013. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Exército Brasileiro. **Conheça Criciúma**. Disponível em: <https://28gac.eb.mil.br/index.php/conheca-criciuma>. Acesso em: 27 set. 2023.

“Direção dos ventos na região sul de SC” [imagem]. Disponível em: [Windy.com](https://www.windy.com). Acesso em: 28 out. 2023.

HEERDT, Graziela. **Determinação da chuva dirigida para região Sul Catarinense**. 2012. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Unesc, Criciúma, 2012.

KRIEGER, Amanda Spillere; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. Manifestações patológicas da interface esquadria/vão: um estudo de caso exploratório à estanqueidade em janelas de alumínio. In: Encontro de sustentabilidade em projeto, 9., 2021, Florianópolis. Ufsc, 2021. p. 531-550.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://docente.ifrn.edu.br/olivi/aneta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india. Acesso em: 05 jul. 2023.

LUDOVICO, Thesse Souza. **Desempenho à estanqueidade à água: Interface Janela e Parede**. 2016. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

MOCH, Tiago. **Interface esquadria/alvenaria e seu entorno: Análise das manifestações patológicas típicas e propostas de soluções**. 2009. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MONTEIRO, Maurici Amantino. **Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano**. Florianópolis: Ufsc, 2001. Color. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/14052>. Acesso em: 25 set. 2023.

POPP, José Henrique. **Geologia Geral**. 7. ed. Rio de Janeiro: Grupo Editora Nacional, 2017. 324 p. Disponível em: [https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521634317/epubcfi/6/10\[%3Bvnd.vst.idref%3Dcopyright\]/4/18/6/3:20\[430%2C-0\]](https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521634317/epubcfi/6/10[%3Bvnd.vst.idref%3Dcopyright]/4/18/6/3:20[430%2C-0]). Acesso em: 27 set. 2023.

POYASTRO, Patricia Carone. **Influência da volumetria e das condições de contorno da edificação no manchamento e infiltração de água em fachadas em ação de chuva dirigida**. 2011. 216 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

“Relevo sul Catarinense” [imagem]. Disponível em: <https://www.ima.sc.gov.br/>. Acesso em 28 out. 2023.

SILVA, J. Mendes da; ABRANTES, Vitor. **PATOLOGIA EM PAREDES DE ALVENARIA: CAUSAS E SOLUÇÕES**. In: SEMINÁRIO SOBRE PAREDES DE ALVENARIA, 1., 2007, Porto. Universidade do Porto, 2007. p. 65-84.

SILVA, Juliana Pereira da. **Processo de instalação de esquadrias de PVC: Medidas para a prevenção dos casos de infiltração de água devido às falhas no processo de instalação**. 2014. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SILVA, Josiane Manini da. **Impacto da configuração do peitoril na exposição de fachadas frente à chuva dirigida**. 2020. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; MARQUES NETO, Roberto; MENEZES, Sebastião de Oliveira. **Introdução à geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

VARELA, Jairson Jorge Silva. **Chuvas intensas no Aquipélago de Cabo Verde**. 2007. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

VILL, Josiane. **Geografia de Santa Catarina Aspectos Físicos**. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.cfnp.com.br/documentos/aspectos_fisicos_de_santa_catarina_3serie_100315.pdf. Acesso em: 03 set. 2023.

WATANABE, Roberto Massaru. **Infiltrações de janelas**. 2010. Disponível em: <http://www.ebanataw.com.br/infiltracoes/caso20.htm>. Acesso em: 20 set. 2023.