

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

Thesse Souza Luduvico

**DESEMPENHO A ESTANQUEIDADE À ÁGUA: INTERFACE JANELA
E PAREDE**

Santa Maria, RS
2016

Thesse Souza Luduvico

DESEMPENHO A ESTANQUEIDADE À ÁGUA: INTERFACE JANELA E PAREDE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil e Preservação Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Civil**.

Orientador: Prof. Dr. Gihad Mohamad

Santa Maria, RS
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Luduvico, Thesse
DESEMPENHO A ESTANQUEIDADE À ÁGUA: INTERFACE JANELA E
PAREDE / Thesse Luduvico.-2016.
182 p.; 30cm

Orientador: Gihad Moḥamad
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil, RS, 2016

1. Desempenho 2. Interface janela/parede 3.
Estanqueidade à água 4. Instalação de janelas I. Moḥamad,
Gihad II. Título.

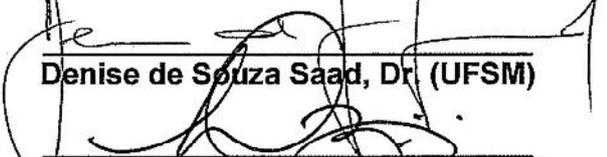
Thesse Souza Luduvico

DESEMPENHO A ESTANQUEIDADE À ÁGUA: INTERFACE JANELA E PAREDE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil e Preservação Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Civil**.

Aprovado em 08 de junho de 2016:


Gihad Mohamad, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)


Denise de Souza Saad, Dr. (UFSM)


Luciani Somensi Lorenzi, Dr. (UFRGS)

Santa Maria, RS
2016

DEDICATÓRIA

À minha mãe, que me faz falta todos os dias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Dr. Gihad Mohamad, pelo suporte permanente, pela confiança em mim depositada e pelas orientações técnicas e psicológicas ao decorrer da pesquisa.

À minha família, especialmente ao meu pai, Raul Renato Luduvico, por acreditar e investir em mim.

Ao meu namorado Matheus Oliva de Oliveira, por ter me aguentado pacientemente durante esta etapa da minha vida, por todo o amor e compreensão e por todas as palavras de incentivo.

Ao Engenheiro Civil Luiz Carlos Oliveira, meu amigo, sogro e professor, por todo o carinho, apoio e incansável dedicação que tornaram esta pesquisa possível.

A todas as pessoas que me incentivaram, ajudaram e ouviram meus desabafos ao longo deste estudo.

RESUMO

DESEMPENHO A ESTANQUEIDADE À ÁGUA: INTERFACE JANELA E PAREDE

AUTORA: Thesse Souza Luduvico

ORIENTADOR: Gihad Mohamad

O presente estudo tem como objetivo a avaliação do processo de projeto e execução de janelas com foco no desempenho quanto à estanqueidade à água da conexão janela/parede de vedação. A metodologia utilizada nesta pesquisa foi o método qualitativo por meio de pesquisa bibliográfica e levantamento. Como técnica de coleta de dados foi utilizada a observação direta e formulário. Os resultados relataram uma ampla incidência de falhas na fase de projeto e execução, para as quais, foram desenvolvidas recomendações técnicas visando à redução ou eliminação de manifestações patológicas que afetam o entorno às esquadrias. Conclui-se que os processos consolidados na construção civil brasileira precisam passar por mudanças em toda a cadeia produtiva para que exista uma compatibilização entre os componentes de uma obra, incluindo o projeto e instalação de esquadrias. Assim, falhas resultantes de detalhamentos deficientes e improvisos no canteiro de obras são reduzidas e, por conseguinte, geram uma melhoria na qualidade, desempenho adequado e vida útil projetada das edificações.

Palavras-chave: Instalação de janelas. Manifestações patológicas. Conexão janela/parede de vedação.

ABSTRACT

WATER RESISTANCE PERFORMANCE: WINDOW AND WALL INTERFACE

AUTHOR: Thesse Souza Luduvico

ADVISOR: Gihad Mohamad

This present study aims to evaluate the design and execution process of windows focused on performance for leaks in the window to wall interface. The methodology used for this qualitative study was the comparative method through literature and survey research. The data collection instrument used was direct observation and application form. The results reported a wide incidence of failures in the design phase and execution, for which have been developed technical recommendations aimed at reducing or eliminating pathological manifestations affecting the surrounding frames. It concludes that the processes consolidated in the Brazilian construction industry need to undergo changes throughout the production chain so that there is compatibility between the components of a construction work, including the design and installation frames. As a result, failures resulting from poor detailing and improvisations on the construction site are reduced and therefore generate an improvement in quality, performance and service life of buildings.

Keywords: Window installation. Pathological manifestations. Window and wall interface.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 01 – Esquema de uma janela e seus componentes..... | 31 |
| Figura 02 – Corte esquemático de esquadrias com vidro duplo: junta do tipo cheia e do tipo aberta | 34 |
| Figura 03 – Configuração do mercado brasileiro de esquadrias em 2005 | 38 |
| Figura 04 – Referências para o posicionamento da esquadria | 45 |
| Figura 05 – Acabamento externo de acordo com o contramarco (a) contramarco tipo “cadeirinha”; (b) contramarco tipo “Y” | 46 |
| Figura 06 – Calço na parte inferior da esquadria na presença de peitoril | 47 |
| Figura 07 – Espaçamento dos chumbadores na esquadria e no contramarco..... | 48 |
| Figura 08 – Cortes esquemáticos demonstrativos da área para vedação da conexão entre marco ou contramarco e parede de fechamento com material selante..... | 49 |
| Figura 09 – Corte esquemático demonstrativo da fixação da esquadria de fora para dentro, pressionando o material vedante | 52 |
| Figura 10 – Cortes laterais demonstrando formatos de rebaixos e tipos de gaxetas para instalação do vidro na esquadria | 53 |
| Figura 11 – Aplicação da espuma de poliuretano | 54 |
| Figura 12 – Gráfico das isopletas da velocidade básica do vento..... | 62 |
| Figura 13 – Influência do vento na direção da chuva e na exposição das paredes (a) sem vento; (b) com vento | 70 |
| Figura 14 – Diagramas dos fluxos de água em ressaltos com diferentes geometrias..... | 71 |
| Figura 15 – Manchamento do revestimento na região próxima às extremidades do peitoril | 83 |
| Figura 16 – Configurações típicas de manchamento do revestimento na região próxima às extremidades do peitoril | 84 |
| Figura 17 – (a) o fluxo é defletido para fora da fachada; (b) a água concentra-se nas laterais do peitoril, provocando manchas de umidade e sujidade na fachada | 85 |
| Figura 18 – Configurações típicas de manchamento de revestimento na região abaixo do peitoril (a) revestimento cerâmico; (b) revestimento em argamassa | 86 |
| Figura 19 – Manchamento de revestimento devido ao insuficiente prolongamento transversal do peitoril..... | 87 |
| Figura 20 – Esquema ilustrativo de peitoris (a) com lacrimal (b) sem lacrimal | 87 |
| Figura 21 – Configurações típicas de fissuras em janelas | 89 |
| Figura 22 – Configuração típica de fissura horizontal sob o peitoril | 89 |
| Figura 23 – Fissura causada pela absorção de umidade causada pela ineficácia do peitoril | 90 |
| Figura 24 – (a) quebra de blocos para a instalação de peitoril; (b) fissura por retração da camada de argamassa..... | 91 |
| Figura 25 – Casos de fissura por movimentação térmica diferencial | 92 |
| Figura 26 – Configurações típicas de infiltração por umidade em janelas | 93 |
| Figura 27 – Infiltração nas interfaces do peitoril (a) lado interno; (b) lado externo | 94 |

| | |
|---|-----|
| Figura 28 – Corte esquemático demonstrando o mecanismo de infiltração pela conexão janela/peitoril..... | 95 |
| Figura 29 – Falha de chumbamento do contramarco (a) contramarco tipo “cadeirinha”; contramarco tipo “Y” | 96 |
| Figura 30 – (a) falha ou falta de impermeabilização no peitoril da janela; (b) falha de instalação da pingadeira | 97 |
| Figura 31 – Fresta entre a placa de impermeabilização e a janela | 97 |
| Figura 32 – (a) Infiltração na fissura da interface janela/verga; (b) falta de vedação na interface esquadria/alvenaria | 98 |
| Figura 33 – Corte esquemático mostrando o sistema de infiltração pela interface esquadria/verga | 99 |
| Figura 34 – Corte esquemático que mostra a causa do escoamento da água para o interior da edificação | 100 |
| Figura 35 – Configuração típica de janelas ausentes de estanqueidade | 101 |
| Figura 36 – Caso de vibração de janela | 101 |
| Figura 37 – Delineamento da pesquisa | 105 |
| Figura 38 – Primeira seção da ferramenta de coleta de dados | 110 |
| Figura 39 – Segunda seção da ferramenta de coleta de dados | 111 |
| Figura 40 – Terceira seção da ferramenta de coleta de dados | 112 |
| Figura 41 – Visão global do capítulo | 114 |
| Figura 42 – Perfis dos profissionais | 115 |
| Figura 43 – Etapa do empreendimento | 115 |
| Figura 44 – Número de pavimentos | 116 |
| Figura 45 – Sistema construtivo | 116 |
| Figura 46 – Número de pavimentos versus sistema – Alvenaria Estrutural | 117 |
| Figura 47 – Número de pavimentos versus sistema – Concreto Armado | 117 |
| Figura 48 – Tratamento arquitetônico na fachada..... | 117 |
| Figura 49 – Friso na fachada..... | 117 |
| Figura 50 – Planta de projeto arquitetônico | 118 |
| Figura 51 – Projeto de detalhamento de janela..... | 118 |
| Figura 52 – Certificação das janelas | 119 |
| Figura 53 – Janela certificada versus número de pavimentos..... | 119 |
| Figura 54 – Informações do fabricante NBR 10821 | 120 |
| Figura 55 – Catálogo fornecido | 120 |
| Figura 56 – Informações do Fabricante – Especificações técnicas..... | 121 |
| Figura 57 – Material das janelas | 121 |
| Figura 58 – Esquadria de alumínio..... | 121 |
| Figura 59 – Tipo de instalação das janelas | 122 |
| Figura 60 – Instalação de vidros | 122 |
| Figura 61 – Esquadrias no canteiro de obras..... | 123 |
| Figura 62 – Esquadria em obra | 123 |
| Figura 63 – (a),(b),(c) Contramarcos observados nos empreendimentos | 123 |
| Figura 64 – Preparação do vão | 124 |
| Figura 65 – Preparação do vão com chapisco rolado | 124 |
| Figura 66 – Travamento do contramarco | 125 |
| Figura 67 – Contramarco observado..... | 125 |
| Figura 68 – Ângulo de corte do contramarco | 126 |
| Figura 69 – Passagem de luz por meio da conexão da esquadria..... | 126 |
| Figura 70 – Contramarco corte 45° | 127 |
| Figura 71 – Contramarco corte 90° | 127 |

| | |
|--|-----|
| Figura 72 – Tipo de contramarco | 127 |
| Figura 73 – Material de chumbamento | 127 |
| Figura 74 – Folga para chumbamento | 129 |
| Figura 75 – Folga de chumbamento 1 | 129 |
| Figura 76 – Folga de chumbamento 2 | 129 |
| Figura 77 – Folga de chumbamento 3 | 129 |
| Figura 78 – Folga de chumbamento 5 | 129 |
| Figura 79 – Folga de chumbamento 6 | 129 |
| Figura 80 – Material de preenchimento inadequado: (a) massa de gesso; (b) embalagens de argamassa | 130 |
| Figura 81 – Fissuras no preenchimento 1 | 131 |
| Figura 82 – Fissuras no preenchimento 2 | 131 |
| Figura 83 – Ajuste modular do vão com a utilização do compensador | 132 |
| Figura 84 - Dimensionamento de componentes modulares – janela | 134 |
| Figura 85 – Quebra da parede para posicionamento dos chumbadores | 135 |
| Figura 86 – Quebra da parede para o posicionamento do chumbador | 135 |
| Figura 87 – Ausência de som cavo no chumbamento | 136 |
| Figura 88 – Equipe responsável pela instalação do contramarco | 136 |
| Figura 89 – Declividade da verga | 137 |
| Figura 90 – Cortes esquemáticos laterais representando as possíveis inclinações da verga em relação ao interior da edificação para distintos sistemas construtivos: (a) para dentro; (b) para fora; (c) invertida com relação ao peitoril | 138 |
| Figura 91 – Presença de pingadeira | 138 |
| Figura 92 – Material da pingadeira | 138 |
| Figura 93 – Presença de pingadeira em toda a dimensão do vão | 139 |
| Figura 94 – Modelo de instalação de pingadeira observada na pesquisa | 139 |
| Figura 95 – (a) detalhamento de pingadeira aconselhado por Ripper e Watanabe; (b) detalhamento de pingadeiras observadas na pesquisa | 140 |
| Figura 96 – Inclinação do peitoril/pingadeira | 141 |
| Figura 97 – Pingadeira sem inclinação | 141 |
| Figura 98 – Prolongamento transversal | 141 |
| Figura 99 – Dimensão da projeção | 141 |
| Figura 100 – Prolongamento longitudinal | 142 |
| Figura 101 – Dimensão do prolongamento | 142 |
| Figura 102 – (a) vão de janela com pingadeira sem prolongamento longitudinal, (b) vão de janela com prolongamento longitudinal insuficiente | 143 |
| Figura 103 – Presença de lacrimal | 144 |
| Figura 104 – Distância do lacrimal | 144 |
| Figura 105 – (a) lacrimal de dimensão insuficiente produzido por ferramenta de corte; (b) lacrimal coincidindo com a parede de vedação | 144 |
| Figura 106 – Vedação entre a pingadeira e contramarco | 146 |
| Figura 107 – Vedação observada | 146 |
| Figura 108 – Vedação no perímetro entre o contramarco e a janela | 146 |
| Figura 109 – Vedação observada | 146 |

| | |
|---|-----|
| Figura 110 – Vedação no perímetro externo..... | 147 |
| Figura 111 – Ausência de selante observada | 147 |
| Figura 112 – Vedação na direção vertical da pingadeira | 148 |
| Figura 113 – Vedação observada | 148 |
| Figura 114 – Corte transversal elemento esquadria..... | 157 |
| Figura 115 – Corte longitudinal do elemento esquadria | 158 |
| Figura 116 – Bloco canaleta para inclinação da pingadeira | 159 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 01 – Tipos de janelas mais utilizados, suas vantagens e desvantagens | 35 |
| Quadro 02 – Materiais utilizados na fabricação de janelas no Brasil, suas vantagens e desvantagens..... | 37 |
| Quadro 03 – Tipos de selantes e sua descrição | 50 |
| Quadro 04 – Propriedades dos selantes | 51 |
| Quadro 05 – Fenômenos da infiltração de água | 69 |
| Quadro 06 – Recomendações técnicas para as falhas recorrentes encontradas na pesquisa | 149 |
| Quadro 07 – Síntese da instalação de esquadrias em alumínio com a utilização do contramarco – primeira etapa | 160 |
| Quadro 08 – Síntese da instalação de esquadrias em alumínio com a utilização do contramarco – segunda etapa | 161 |
| Quadro 09 – Síntese da instalação de esquadrias em alumínio com a utilização do contramarco – terceira etapa | 162 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 01 – Dimensões modulares e malha básica para modulação a partir das dimensões dos blocos | 41 |
| Tabela 02 – Resultados de pesquisas estrangeiras sobre a origem das falhas em edificações no período de 1974 a 1977 | 73 |
| Tabela 03 – Causas dos problemas patológicos em edificações | 74 |
| Tabela 04 – Principais manifestações patológicas observadas através da análise realizada pelo SYCODÉS | 75 |
| Tabela 05 – Principais causas das manifestações patológicas observadas através da análise realizada pelo SYCODÉS..... | 75 |
| Tabela 06 – Elementos construtivos “causadores” dos danos observados através da análise realizada pelo SYCODÉS..... | 76 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|--|
| ABAL | Associação Brasileira de Alumínio |
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ADENE | Agencia para Energia |
| AFAP PVC | Associação Brasileira dos Fabricantes de Perfis de PVC para a Construção Civil |
| AFEAL | Associação Nacional de Fabricantes de Esquadrias de Alumínio |
| AFEAÇO | Associação Nacional dos Fabricantes de Esquadrias de Aço |
| ALCONPAT | Associação Brasileira de Patologia das Construções |
| ANFAJE | Associação Nacional dos Fabricantes de Janelas Eficientes |
| ASEFAVE | Asociación Española de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas |
| ASTM | American Society for Testing and Materials |
| AQC | Agence Qualité Construction |
| AWA | Australian Window Association |
| BRE | Departamento de Prevenção de Defeitos na Construção |
| CDC | Código de Defesa do Consumidor |
| CIB | International Council for Research and Innovation in Building and Construction |
| CINPAR | Congresso Internacional de Patologia e Recuperação de Estruturas |
| CONPAT | Congresso Latino-Americano de Patologia da Construção |
| CSA | Canadian Standard Association |
| CSTB | Centre scientifique et technique du bâtiment |
| CSTBat | Certificação do Centro Científico e Técnico da Construção - França |
| CSTS | Centre Scientifique et Technique de la Construction |
| CTEA | Centro Tecnológico de Esquadrias Alcoa |
| CTN | Comité Técnico de Normalización |
| EI | Elemento de integração |
| EPEBAT | Association pour L'étude de la Pathologie et de L'entretien du Bâtiment |
| IBAPE RS | Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia do Rio Grande do Sul |
| INMETRO | Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia |
| INOCOOP | Instituto de Orientação às Cooperativas Habitacionais de São Paulo |
| IPT | Instituto de Pesquisas Tecnológicas |
| LNEC | Laboratorio Nacional de Engenharia Civil |
| NAFS | North American Fenestration Standard |
| NBR | Norma Brasileira |
| NFRC | National Fenestration Rating Council |
| OSB | Oriented Strand Board |
| PATORREB | Grupo de Estudos da Patologia da Construção |
| PBQP-H | Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat |
| PSQs | Programa Setorial de Qualidade |
| PVC | Policloreto de Vinila |
| QAI | Quality Auditing Institute |
| SEEP | Sistema de Etiquetagem Energética de Produtos |
| SENAI | Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial |
| SICCT | Secretaria de Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo |
| SVVIE | Sistema de Vedações Verticais Internas e Externas |

SYCODÉS Système de Collecte des Désordres
WRB Weather Resistant Barrier

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|-----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 25 |
| 1.1 | PROBLEMA | 27 |
| 1.2 | JUSTIFICATIVA | 28 |
| 1.3 | OBJETIVOS | 29 |
| 1.3.1 | Objetivo Geral | 29 |
| 1.3.2 | Objetivos Específicos | 29 |
| 1.4 | ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO | 29 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 31 |
| 2.1 | JANELAS | 31 |
| 2.1.1 | Definição e elementos | 31 |
| 2.1.2 | Tipologia de janelas | 34 |
| 2.1.3 | Materiais utilizados na fabricação de janelas no Brasil | 37 |
| 2.1.4 | Configuração do mercado brasileiro de esquadrias | 38 |
| 2.1.5 | Coordenação modular e as janelas | 39 |
| 2.1.6 | Procedimentos de instalação | 43 |
| 2.1.6.1 | <i>Cuidados de pré-instalação</i> | 43 |
| 2.1.6.2 | <i>Instalação tradicional de esquadrias diretamente no marco ou com a utilização do contramarco</i> | 44 |
| 2.1.6.3 | <i>Outros métodos de instalação</i> | 53 |
| 2.1.7 | Normas técnicas no setor de esquadrias | 54 |
| 2.1.7.1 | <i>Normalização, certificações e associações internacionais</i> | 54 |
| 2.1.7.2 | <i>Normalização, certificações e associações brasileiras</i> | 59 |
| 2.2 | PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES | 66 |
| 2.2.1 | Conceitos básicos | 66 |
| 2.2.1.2 | <i>Penetração de água em paredes no entorno da esquadria</i> | 69 |
| 2.2.2 | Estudo das manifestações patológicas nas edificações | 72 |
| 2.2.2.1 | <i>Estudo das patologias na construção no Brasil</i> | 78 |
| 2.2.3 | Manifestações patológicas incidentes no entorno das esquadrias e suas possíveis causas | 81 |
| 2.2.3.1 | <i>Manchamento da superfície de fachada por carreamento de partículas</i> | 82 |
| 2.2.3.2 | <i>Fissura</i> | 88 |
| 2.2.3.3 | <i>Umidade</i> | 92 |
| 2.2.3.4 | <i>Excessiva permeabilidade ao ar</i> | 100 |
| 3 | METODOLOGIA DA PESQUISA | 104 |
| 3.1 | ESTRATÉGIA DA PESQUISA | 104 |
| 3.2 | DELINEAMENTO DA PESQUISA | 105 |
| 3.2.1 | Primeira etapa - Preparação | 105 |
| 3.2.2 | Segunda etapa - Coleta de dados | 106 |
| 3.2.2.1 | <i>Caracterização dos empreendimentos</i> | 106 |
| 3.2.2.2 | <i>Ferramenta de coleta de dados</i> | 107 |
| 3.2.3 | Terceira etapa - Análise e Interpretação | 112 |
| 3.2.4 | Quarta etapa - Recomendações técnicas | 113 |
| 4 | APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS | 114 |
| 4.1 | SEÇÃO 1 – CARACTERÍSTICAS GERAIS | 115 |
| 4.1.1 | Características dos empreendimentos | 115 |
| 4.1.2 | Documentação relacionada às esquadrias | 118 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.1.3 | Características das janelas | 121 |
| 4.2 | SEÇÃO 2 – EXECUÇÃO DAS ELEVAÇÕES | 124 |
| 4.2.1 | Instalação do marco/contramarco | 124 |
| 4.2.2 | Outras informações | 136 |
| 4.3 | SEÇÃO 3 – ACABAMENTOS | 138 |
| 4.3.1 | Peitoril | 138 |
| 4.3.2 | Vedações | 145 |
| 4.4 | RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS | 148 |
| 4.4.1 | Quadro de recomendações | 148 |
| 4.4.2 | Detalhamento da disposição dos componentes do elemento esquadria | 156 |
| 4.4.3 | Síntese da instalação de esquadrias em alumínio com a utilização de contramarco | 159 |
| 5 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 163 |
| 5.1 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS | 163 |
| 5.2 | SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS | 166 |
| | REFERÊNCIAS | 162 |
| | APÊNDICE A - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM | 175 |
| | APÊNDICE B - FORMULÁRIO UTILIZADO PARA COLETA DE DADOS | 176 |
| | ANEXO A - RESUMO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS, SUAS POSSÍVEIS FALHAS E CAUSAS | 179 |
| | ANEXO B – CÓPIA DE TRECHO DO PROJETO ENVIADO À CONSTRUTORA POR PARTE DA EMPRESA FORNECEDORA DE ESQUADRIAS | 181 |

1 INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil passou por um período de aceleração nos últimos anos devido a fatores socioeconômicos no Brasil. O crescimento da demanda por habitações requer da indústria da construção o aumento da produtividade nos processos, velocidade de execução e otimização dos custos. A indústria precisa desenvolver tal habilidade sem deixar de garantir o desempenho desejável às edificações. Estes fatores conduzem o ramo à incorporação de novas técnicas, sistemas construtivos, estratégias e soluções de projeto. O aumento de eficiência dos processos também tem sido impulsionado pelas novas tendências do mercado, como o crescimento da competitividade e a maior exigência dos consumidores. (ZECHMEISTER, 2005).

De acordo com Thomaz (1989, p. 15), as conjunturas socioeconômicas “fizeram com que as obras fossem conduzidas com velocidades cada vez maiores, com poucos rigores nos controles dos materiais e dos serviços”. Tais fatos aliados à formação deficiente de arquitetos e engenheiros, políticas habitacionais de financiamento inconsistentes e a inusitada fuga de recursos para atividades meramente especulativas, ocasionam a queda gradativa da qualidade de nossas construções e a diminuição do desempenho e vida útil projetada das edificações. Sousa (2004) salienta que mesmo havendo uma preocupação crescente com a qualidade da construção, verifica-se que as edificações construídas nos últimos anos não apresentam a qualidade esperada.

A NBR 15575-1 (2013), normativa que trata do desempenho das edificações habitacionais, define que desempenho é o comportamento em uso de uma edificação e seus sistemas, e estabelece que os requisitos dos usuários sejam expressos por fatores relativos à segurança, habitabilidade e sustentabilidade. Carrió (1985, tradução nossa) destaca que os aspectos básicos da arquitetura são a habitabilidade, a estética e a integridade relacionando este último fator à permanência da edificação. O autor enfatiza que a edificação, para ser vivida, precisa cumprir o tempo previsto para sua duração sem degradações funcionais ou estéticas.

No projeto e concepção de uma edificação, tais requisitos e critérios de desempenho devem ser atendidos a fim de satisfazer as exigências a quem se destina para garantir a vida útil do mesmo. Quando estes requisitos não são

atingidos, origina-se um problema devido à falha do sistema. Conseqüentemente, a maioria dos problemas dá origem às manifestações patológicas. (MILITISKY; CONSOLI; SCHNAID, 2005). Oliveira et al (2009) cita que as incidências patológicas tem surgido com prazo cada vez menor nas edificações devido às soluções inadequadas de projeto, uso impróprio de materiais, negligência na execução e falta de manutenção. O surgimento de manifestações patológicas de forma precoce nas edificações formula a hipótese de que estão ocorrendo falhas durante o processo construtivo e de concepção de projetos.

Ivanóski (2004) defende que na concepção de projetos de edificações é preciso considerar o conforto ambiental para os usuários no que diz respeito a níveis adequados de ventilação, umidade, temperatura e iluminação. Para isto, deve ser considerada a relação “interior com exterior”, pois as forças externas afetam a envolvente da edificação, principalmente através das aberturas, como janelas. A autora ainda reforça que os problemas das edificações surgem desde o desenvolvimento de projetos, onde a planta-baixa é projetada separadamente da fachada, que esta, por sua vez, é vista apenas como de resolução estética. Carrió (1985, tradução nossa) defende que para proteger o edifício dos agentes externos naturais e artificiais que atuam sobre o envoltório da edificação, o arquiteto precisa utilizar no processo de desenho recursos adequados para tal fim, utilizando a tecnologia construtiva como solução técnica que viabiliza a solução funcional da arquitetura.

A utilização de recursos adequados para a proteção da edificação pouco é observado nas construções atuais, pois muitos projetos carecem de detalhes construtivos, principalmente referentes ao elemento janela. Ivanóski (2004) também comenta que muitas vezes, o processo de projeto é feito sem integração com a etapa da construção, resultando em obras que não seguem corretamente o projeto elaborado. Ioshimoto (1988) destaca que o aumento da incidência de manifestações patológicas advém ou de deficiência dos projetos ou da má execução das obras e ainda afirma que a inserção de detalhes construtivos, muitas vezes, pode reduzir significativamente o número de falhas.

Thomaz e Cincotto (1988) afirmam que os problemas patológicos geram comprometimento do aspecto estético, da durabilidade e estanqueidade da obra e submete os usuários da edificação a constrangimentos psicológicos. Isso posto, as

constatações de manifestações patológicas contribuem para a má qualidade do produto final “edificação” e devem ser evitadas.

As principais manifestações patológicas que afetam a envolvente das edificações, segundo Sousa (2004), estão relacionadas à falta de estanqueidade à água admitindo que as fachadas e vãos envidraçados sejam os elementos construtivos que mais estarão na origem das patologias em Portugal, assim como na França. Por conseguinte, no estudo de patologias na construção, o desempenho requerido da esquadria e sua conexão com a parede de fechamento é fundamental para a minimização de manifestações patológicas. Faz-se necessário focar nos elementos construtivos que possuem constatação de maior ocorrência de problemas patológicos objetivando melhorar a qualidade da construção civil principalmente frente à atual tendência de preocupação com o desempenho adequado, sustentabilidade, vida útil projetada das edificações e o atendimento aos requisitos dos usuários.

1.1 PROBLEMA

O crescimento abrupto do mercado da construção civil ocorrido nos últimos anos pode gerar como consequência, a perda da qualidade do processo construtivo. A demanda de projetos mal detalhados, a adoção de novos sistemas construtivos sem o domínio da técnica, a mão-de-obra escassa e desqualificada, a incorporação de novas estratégias e soluções de projeto e os erros e falhas no processo de execução contribuem para a diminuição do desempenho da edificação. Fato este, contraria a crescente preocupação com a vida útil das edificações e o atendimento aos requisitos dos usuários.

Dentre os problemas patológicos encontrados nas edificações, a interface janela e parede de vedação e seu entorno é uma região propícia à incidência de tais manifestações. As falhas no processo construtivo muitas vezes estão relacionadas tanto ao projeto quanto à execução. Dessa forma, ambas as fases necessitam de intervenções em busca de melhorias de qualidade.

Partindo da hipótese de que estão ocorrendo problemas nas etapas de projeto e execução de obras, a pesquisa objetiva responder quais as falhas que estão ocorrendo no processo de projeto e execução das janelas que possam ocasionar futuras manifestações patológicas na região de entorno das esquadrias.

A realização de levantamento e coleta de dados propostos pela pesquisa, correlacionados com a recomendação de novas questões projetuais e executivas visam o atendimento da necessidade da melhoria da qualidade de todo o contexto do processo de projeto e execução de janelas na construção civil através da correção das falhas do processo construtivo atual.

1.2 JUSTIFICATIVA

Frente à possibilidade da queda da qualidade das edificações e diminuição do desempenho e vida útil projetada das mesmas, provocada pelo aquecimento do mercado da construção civil ocorrido nos últimos anos somados à escassez de mão de obra qualificada e outros fatores, a pesquisa é motivada pela busca da melhoria da qualidade por meio da correção de falhas oriundas das diversas etapas do processo construtivo.

A necessidade de atenção ao tema frente a demandas teóricas deve-se ao fato de que o mesmo gera contribuições a respeito do estudo das patologias nas construções, que, segundo Thomaz (1990) é considerado como uma “ciência” nascida através da necessidade do homem de analisar cuidadosamente as falhas ocorridas em edificações, valendo-se cada vez mais dos princípios da “ciência dos materiais”.

O estudo e análise das falhas recorrentes ao projeto e execução de janelas é uma forma de contribuir para uma melhor compreensão dos profissionais da construção civil a respeito de tais ocorrências no processo de projeto e execução de esquadrias do tipo janela, servindo como subsídio a cada uma das etapas de produção. Tal contribuição visa à correção das falhas do processo atual por meio de práticas tradicionais tendo em vista a redução ou eliminação dos problemas patológicos que afetam o entorno das esquadrias. Dessa forma, é possível gerar uma melhoria da qualidade da construção civil, garantindo o desempenho e vida útil projetados, requeridos pelo elemento janela e sua conexão com a parede de vedação. A pesquisa também fornece um balizamento para os profissionais da área, tendo em vista que o Brasil carece de normativas referentes à prática adequada da instalação de esquadrias.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar o processo de projeto e execução de janelas, com foco no desempenho quanto à estanqueidade à água da conexão janela/parede de vedação em edificações na cidade de Santa Maria.

1.3.2 Objetivos específicos

A pesquisa proposta tem como objetivos específicos:

- Levantar as tipologias de janelas existentes nas edificações em construção na cidade de Santa Maria;
- Desenvolver um formulário para aplicação e coleta de dados;
- Aplicar o formulário em edificações multifamiliares em construção, na cidade de Santa Maria;
- Analisar os resultados obtidos na aplicação do formulário a fim de identificar as falhas ocorridas no processo de projeto e execução de janelas que possam originar futuras manifestações patológicas;
- Elaborar recomendações técnicas para o processo produtivo com o intuito de eliminar ou prevenir as manifestações patológicas de possível ocorrência no entorno das esquadrias.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está estruturada em cinco capítulos. No primeiro capítulo, é efetuada a introdução do leitor ao assunto pertinente, a apresentação do problema da pesquisa seguido de sua justificativa, o objetivo principal, ligado a uma visão global e abrangente do tema, e os objetivos específicos, com função instrumental que permite a consecução do objetivo geral da pesquisa.

No capítulo dois é apresentado o referencial teórico por meio de definições e conceitos básicos a respeito do assunto da pesquisa. No referencial teórico é abordado o elemento janela, apontando informações como o material de fabricação, tipologia, normatização, procedimentos de instalação e as patologias nas edificações

focando nas possíveis causas de manifestações patológicas que afetam o elemento janela e a interface janela/parede de vedação.

No capítulo três são apontadas as técnicas utilizadas para atingir os objetivos traçados e validar cientificamente o estudo através da prescrição da linha de raciocínio adotada no processo da pesquisa e o delineamento da mesma com a subdivisão em quatro etapas.

A análise dos resultados obtidos na pesquisa a partir da proposição da aplicação de formulário junto ao grupo de amostragem é apresentada no capítulo quatro e no capítulo cinco são apresentadas as conclusões e recomendações finais.

As referências bibliográficas e páginas eletrônicas consultadas para a elaboração desta dissertação assim como os anexos e apêndices necessários para complementar a argumentação da pesquisadora apresentam-se na parte final deste trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 JANELAS

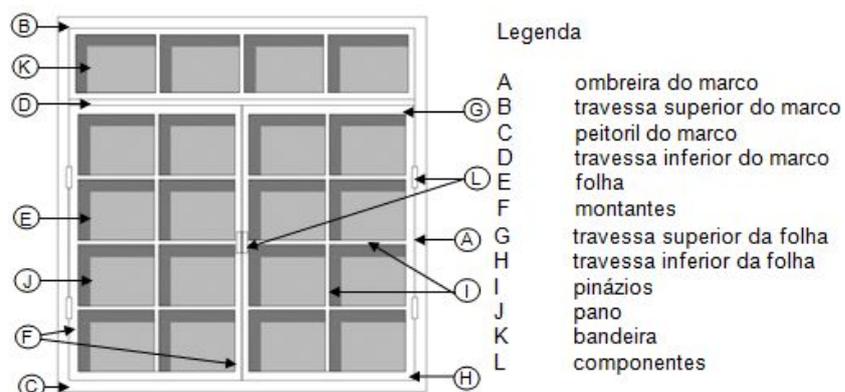
Esta seção apresenta o elemento janela, suas partes, tipologias, materiais utilizados na sua fabricação no Brasil e um breve panorama da configuração do mercado brasileiro de esquadrias. Posteriormente, são prescritos os métodos de instalação e a normalização nacional e internacional no setor de esquadrias.

2.1.1 Definição e elementos

Janela, de acordo com a NBR 10821-1 (2011) é uma esquadria, geralmente envidraçada, destinada ao preenchimento de vãos com a finalidade de permitir a iluminação e/ou ventilação do ambiente. Bruna (1991) defende que janela não é um simples artifício construtivo, pois carrega valores simbólicos, culturais e estéticos. O autor ainda afirma que tais valores simbólicos associados à noção de janela não estão separados dos problemas de segurança, conforto e técnica construtiva.

Alvarenga (2008) defende que a caixilharia transmite vida, luz para dentro do ambiente figurando entre os itens fundamentais em uma edificação. Sendo um complemento que veste o empreendimento, a caixilharia deve ser resistente ao tempo, ter funcionalidade, estanqueidade e durabilidade. A Figura 01 mostra o esquema geral de uma janela e seus componentes.

Figura 01 – Esquema de uma janela e seus componentes



Fonte: Adaptado de NBR 10821-1, 2011.

As janelas, independente do material com o qual são fabricadas, possuem detalhes construtivos e elementos típicos, descritos a seguir, de acordo com a Associação Brasileira da Construção Industrializada, NBR 10821-1, Kiss, e Colégio de Arquitetos: (1991, 2008, 2011, 2009).

a) contramarco: quadro suplementar, normalmente pré-moldado em concreto alumínio ou madeira, instalado diretamente na parede de fechamento, cuja função é garantir a vedação e regularização do vão. Além disso, o contramarco permite que o construtor faça o acabamento ao redor do vão sem a preocupação de danos à esquadria e quando utilizado como gabarito, racionaliza o processo construtivo permitindo que a parede seja executada sem interrupções. Recomenda-se sempre a instalação de contramarcos fixados à parede por meio de chumbadores ou grapas garantindo assim a exatidão do vão em suas dimensões, prumos e níveis e a proteção da esquadria durante a fase de acabamento da obra.

A esquadria instalada terá medidas menores que o contramarco, admitindo-se apenas as tolerâncias mínimas para que a peça se encaixe com precisão. Para se adequar aos projetos atuais, os contramarcos são produzidos com dimensões compatíveis com as dos blocos cerâmicos, de concreto ou sílico calcários.

b) marco: quadro periférico e aparente da esquadria. O marco é o conjunto de peças fixas que estão em contato com o contramarco ou com o contorno do vão. Quando fabricado em aço, as guias verticais e horizontais são soldadas ou parafusadas e em alumínio, os quadros são unidos com macho ou cunha em cortes de 45° ou com olhal e parafuso nos cortes de 90°. Em janelas de correr, funcionam como trilhos ou guias das folhas móveis e em janelas de abrir, como batentes.

c) folhas: quadros fixos ou móveis onde são instalados vidros e venezianas. Esta parte pode ou não conter subdivisões.

d) acessórios: são as roldanas, fechos, dobradiças, puxadores, escovas de vedação, trincos, limitadores, etc. São instalados pelo próprio fabricante de esquadrias em linhas gerais. Podem ser compostos por materiais como o alumínio fundido, latão, aço inox, náilon, poliacetal, zamak, chumbaloy e aço 1020.

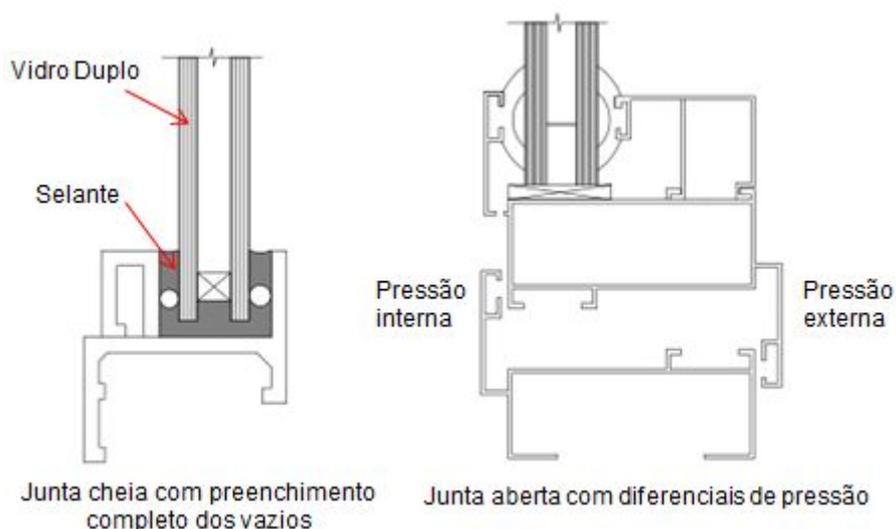
- e) vidros: partes destinadas à vedação. Os vidros ou panos podem ser instalados com ou sem baguetes, utilizando-se gaxetas de borracha, massa de vidro ou silicone.
- f) peitoril: base inferior da janela que se projeta além da parede e funciona como parapeito. A pingadeira é uma peça horizontal cuja superfície superior apresenta uma inclinação adequada, saindo do plano da janela. A finalidade da pingadeira é minimizar a infiltração de água por meio dos encontros horizontais entre a janela e o vão. Um peitoril pode ou não possuir pingadeira.
- g) juntas: região entre dois componentes distintos ou entre duas partes adjacentes de um mesmo componente, que pode conter ou não elementos de ligação e vedação. As juntas das janelas talvez sejam consideradas os sistemas de juntas mais sofisticados em uma edificação. Apesar da sua sofisticação, as juntas são as partes mais vulneráveis da janela sob qualquer exigência de desempenho que se analise. Se os critérios para dimensionamento de juntas, como durabilidade e estanqueidade, não forem considerados desde a etapa de projeto da caixilharia até sua manutenção após instalação, fatalmente resultarão em problemas.

Existem quatro possibilidades de ocorrer infiltrações de águas pelas janelas, sendo elas:

- Nas juntas do marco ou contramarco da janela com o vão da fachada;
- Nas juntas do marco com a folha móvel da janela;
- Entre o pano de vidro e as travessas e montantes da folha da janela;
- Pelas frestas dos perfis do marco ou da folha.

Dentre os tipos de juntas que visam assegurar a estanqueidade, distinguem-se as juntas cheias ou seladas, que promovem a estanqueidade por meio do preenchimento completo dos vazios com selantes ou gaxetas e as juntas abertas ou drenadas, que funcionam pelo princípio de equalização das pressões com a “parte central vazia, fazendo com que a parte frontal se torne uma barreira para as infiltrações e a posterior uma barreira de ar”. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, 1991, p. 136). A Figura 02 ilustra um corte esquemático de esquadrias com vidro duplo demonstrando as alternativas de juntas do tipo cheia e aberta, respectivamente.

Figura 02 – Corte esquemático de esquadrias com vidro duplo: junta do tipo cheia e do tipo aberta



Fonte: Autora.

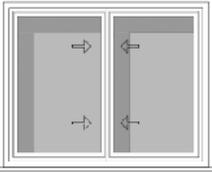
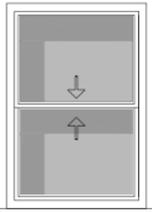
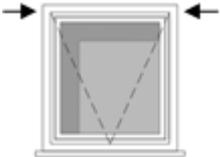
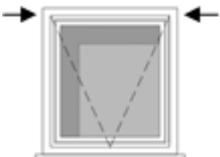
h) selantes: Segundo a Associação Brasileira da Construção Industrializada (1991), as principais propriedades dos selantes são a sua capacidade de movimentação, aderência ao suporte, durabilidade, facilidade de aplicação, compatibilidade com os substratos e os tipos de cura. Os tipos de selantes para a vedação de juntas em caixilhos, de acordo com a Associação Brasileira da Construção Industrializada e Barriac (1991, 2013) são constituídos por resina butílica, acrílica, polissulfeto, poliuretano e silicone. As principais propriedades dos selantes a serem verificadas para efetuar a escolha adequada são a capacidade de movimentação, aderência ao suporte, durabilidade, facilidade de aplicação, compatibilidade com os substratos e os tipos de cura.

2.1.2 Tipologia de janelas

As janelas definidas pela NBR 10821-1: Esquadrias externas para edificações Parte 1: Terminologia (2011) e mais utilizadas, segundo a Associação Brasileira da Construção Industrializada (1991), são apresentadas no Quadro 01 de forma resumida juntamente com as informações referentes às vantagens e desvantagens de cada esquadria.

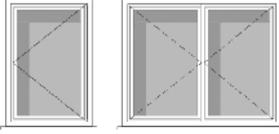
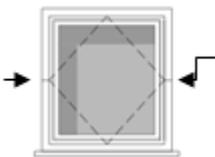
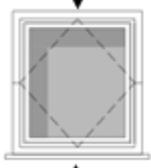
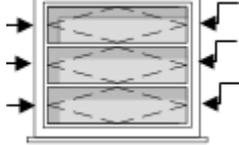
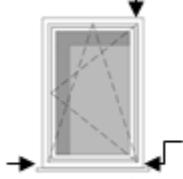
Quadro 01 – Tipos de janelas mais utilizados, suas vantagens e desvantagens

(continua)

| Tipos | Vantagens | Desvantagens |
|--|---|---|
|  <p>CORRER</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1) Simplicidade de manobra 2) Ventilação regulada conforme abertura das folhas 3) Não ocupa áreas internas ou externas (possibilidade de grades e/ou telas no vão total) | <ol style="list-style-type: none"> 1) Vão para ventilação quando aberta totalmente a 50% do vão da janela 2) Dificuldade de limpeza na face externa 3) Vedações necessárias nas juntas abertas |
|  <p>GUILHOTINA</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1) As mesmas vantagens da janela tipo de correr caso as folhas tenham sistemas de contrapeso ou sejam balanceadas, caso contrário as folhas devem ter retentores no percurso das guias nos montantes do marco | <ol style="list-style-type: none"> 1) Caso as janelas tenham sistemas de contrapeso ou de balanceamento, a quebra dos cabos ou a regulagem do balanceamento constitui problemas 2) As desvantagens já citadas das janelas de correr |
|  <p>PROJETANTE</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1) Não ocupa espaço interno 2) Possibilita ventilação as áreas inferiores do ambiente, mesmo com chuva sem vento 3) Boa estanqueidade, pois a pressão do vento sobre a folha ajuda esta condição | <ol style="list-style-type: none"> 1) Dificuldade de limpeza na face externa 2) Não permite o uso de grades e/ou telas na parte externa 3) Libera parcialmente o vão |
|  <p>PROJETANTE DESLIZANTE</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1) Todas as vantagens da janela do tipo projetante 2) Possibilidade de abertura até 90° (horizontal) devido aos braços de articulação apropriados 3) A abertura na parte superior facilita a limpeza e melhora a ventilação | <ol style="list-style-type: none"> 1) Todas as desvantagens da janela tipo projetante quando não utiliza braço de articulação de abertura até 90° |
|  <p>TOMBAR</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1) Ventilação boa principalmente na parte superior, mesmo com chuva sem vento 2) Facilidade de comando à distância | <ol style="list-style-type: none"> 1) Não libera o vão 2) Dificuldade de limpeza na parte externa |

Quadro 01 – Tipos de janelas mais utilizados, suas vantagens e desvantagens

(conclusão)

| Tipos | Vantagens | Desvantagens |
|--|---|--|
|  <p>ABRIR FOLHA SIMPLES ABRIR FOLHA DUPLA</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1) Boa estanqueidade ao ar e à água 2) Libera completamente o vão na abertura máxima 3) Fácil limpeza na face externa 4) Permite telas e/ou grades e/ou persianas quando as folhas abrem para dentro | <ol style="list-style-type: none"> 1) Ocupa espaço interno caso as folhas abram para dentro 2) Não é possível regular a ventilação 3) As folhas se fixam apenas na posição de máxima abertura ou de fechamento total 4) Dificultam a colocação de tela e/ou grade e/ou persiana se as folhas abrirem para fora 5) Impossibilidade de abertura para ventilação com chuva oblíqua |
|  <p>PIVOTANTE HORIZONTAL (REVERSÍVEL)</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1) Facilidade de limpeza na face externa 2) Ocupa pouco espaço na área de utilização 3) Quando utiliza pivôs com ajuste de freio, permite abertura a qualquer ângulo para ventilação, mesmo com chuva sem vento, tanto na parte superior quanto na parte inferior 4) Possibilita a movimentação de ar em todo o ambiente | <ol style="list-style-type: none"> 1) No caso e grandes vãos necessita-se de uso de fechos perimétricos 2) Dificulta a utilização de grades e/ou telas e/ou persianas |
|  <p>PIVOTANTE VERTICAL</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1) Facilidade de limpeza na face externa 2) Abertura de grandes dimensões com um único vidro 3) Abertura em qualquer ângulo quando utiliza pivôs com ajuste de freio, o que permite o controle da ventilação 4) Possibilita a movimentação de ar em todo o ambiente | <ol style="list-style-type: none"> 1) Dificuldade de utilização de grades e/ou telas e/ou persianas 2) Ocupa espaço interno caso o eixo seja no centro da folha |
|  <p>BASCULANTE</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1) Janela que permite ventilação constante, mesmo com chuva sem vento, na totalidade do vão, caso não tenha panos fixos 2) Pequena projeção para ambos os lados não prejudicando as áreas próximas a ela 3) Fácil limpeza | <ol style="list-style-type: none"> 1) Dificuldade de utilização de telas e/ou grades e/ou persianas 2) Ocupa espaço interno caso o eixo seja no centro da folha |
|  <p>RIBALTA ABRIR E TOMBAR</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1) Devido às possibilidades de abrir e tomba permite amplo controle da ventilação 2) Boa estanqueidade ao ar e à água 3) Facilidade de limpeza | <ol style="list-style-type: none"> 1) Necessidade de grande rigidez no quadro da folha para evitar deformações 2) Acessórios de custo mais elevado |

2.1.3 Materiais utilizados na fabricação de janelas no Brasil

No Brasil, de acordo com a Associação Brasileira da Construção Industrializada (1991), os materiais mais utilizados na fabricação de esquadrias em geral são o aço, o alumínio, a madeira e o policloreto de vinila (PVC). O Quadro 02 adaptado pela autora, apresenta as vantagens e desvantagens na utilização de cada material de acordo com Martins, Reis e Associação Brasileira da Construção Industrializada (2010, 2011, 1991).

Quadro 02 – Materiais utilizados na fabricação de janelas no Brasil, suas vantagens e desvantagens

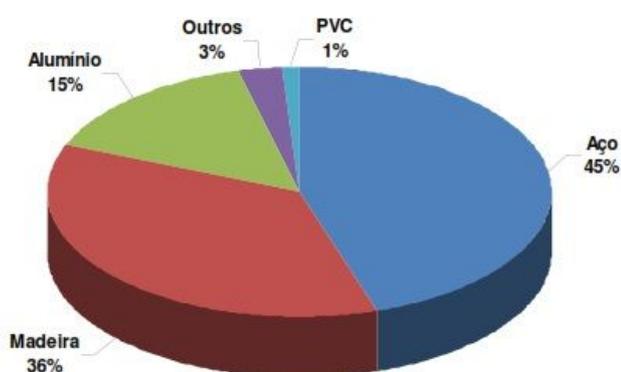
| | Vantagens | Desvantagens |
|------------------------------------|---|---|
| Aço | <ol style="list-style-type: none"> 1) Material de fácil obtenção 2) Grande resistência mecânica 3) Durabilidade 4) Custo popular | <ol style="list-style-type: none"> 1) Fabricação com medidas padronizadas agregando alto custo à personalização 2) Peso elevado 3) Exige manutenção periódica 4) Estanqueidade ao ar e à água inferior aos demais materiais |
| Madeira | <ol style="list-style-type: none"> 1) beleza natural 2) alta durabilidade 3) diferentes modelos 4) baixa transmissão térmica 5) Resistente 6) Possibilita pintura em diversas cores | <ol style="list-style-type: none"> 1) Manutenção frequente na pintura 2) Cuidados especiais na limpeza 3) Pode empenar ou entortar 4) Pode apresentar instabilidade dimensional quando utilizada em áreas expostas à chuva ou com grande incidência de água 5) Sofre deterioração por ataques biológicos 6) Recurso escasso e caro quando projetado fora de padronização 7) Elevado custo de manutenção 8) Degrada-se facilmente sem proteção |
| Alumínio | <ol style="list-style-type: none"> 1) Material inoxidável 2) Baixa densidade 3) Responde a qualquer projeto arquitetônico 4) Vence grandes vãos 5) Possui variações de cores e acessórios 6) Fácil limpeza e manutenção 7) Resistência à corrosão 8) Sua padronização reduz o custo final do produto | <ol style="list-style-type: none"> 1) Perdas energéticas significativas 2) Cuidado na estocagem 3) Elevada condução térmica e elétrica 4) Por ser parafusada, necessita de verificação na vedação da instalação |
| Policloreto de Vinila (PVC) | <ol style="list-style-type: none"> 1) Fácil manutenção 2) Não precisa ser pintada 3) Boa resistência a oscilações de temperatura 4) Não perde o brilho 5) Bom comportamento acústico e térmico 6) Resistente aos agentes biológicos 7) Não enferruja nem apodrece 8) Não propaga chamas 9) Desempenho adequado na vedação, estanqueidade e isolamento acústico | <ol style="list-style-type: none"> 1) Cuidados contra batidas e riscos, típicos de obras 2) Custo elevado 3) Só pode ser comprado por encomenda 4) Disponibilizada em poucas cores 5) Se o PVC for de má qualidade pode ocorrer o envelhecimento precoce, ressecamento e amarelecimento |

Fonte: Autora.

2.1.4 Configuração do mercado brasileiro de esquadrias

No Brasil, as esquadrias mais comumente utilizadas são fabricadas em aço, madeira, alumínio e policloreto de vinila (PVC). O gráfico da Figura 03 a seguir, demonstra a configuração do mercado brasileiro de esquadrias no ano de 2005, segundo dados do Comitê Técnico de Construção Civil da Associação Brasileira do Alumínio (ABAL) (2005, apud Reis, 2011).

Figura 03 – Configuração do mercado brasileiro de esquadrias em 2005



Fonte: COMITÊ TÉCNICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA ABAL apud REIS, 2011.

O gráfico mostra que no ano de 2005, as esquadrias em aço dominavam o mercado brasileiro, seguidas pelas esquadrias em madeira, alumínio, outros materiais e por último, o PVC. Porém, com a intensa movimentação do mercado imobiliário, da construção civil e da ampliação da capacidade produtiva do país e desenvolvimento de novas tecnologias e soluções, é possível afirmar que o mercado tende a mudar com rapidez. Reis (2011, p. 110) ressalta que “a forma como a cadeia de produção está estruturada dificulta a caracterização do setor e a coleta de dados mais precisos e atualizados sobre sua realidade”.

Contudo, Santomauro (2010) afirma que, segundo as expectativas do presidente da Associação Nacional dos Fabricantes de Esquadrias de Alumínio (Afeal), os produtos confeccionados em alumínio respondem atualmente por cerca de 20% do mercado brasileiro de esquadrias. Rosa (2013) identifica que a participação do PVC no mercado brasileiro de esquadrias atual corresponde de 5% a 6% e que, aparentemente, tal mercado cresceu proporcionalmente bem acima da média verificada no mercado de esquadrias de outros materiais.

O aumento da demanda por caixilhos compostos em alumínio e PVC resultou num maior desenvolvimento do mercado e expansão da produção e área fabril. Este desenvolvimento se deve ao fato de que o mercado está se tornando cada vez mais restrito para produtos inferiores às especificações técnicas definidas pela NBR 10821 (2011), pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e pelo Código do Consumidor (CDC). A evolução no processo de produção possibilita a disponibilidade de variedade de modelos com desempenho compatível com as exigências do mercado.

2.1.5 Coordenação modular e as janelas

De acordo com a Associação Brasileira da Construção Industrializada (1990, p. 45) a coordenação modular é “a técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as medidas modulares por meio de um reticulado espacial modular de referência”. Entre as vantagens da utilização da coordenação modular, Mamede e Corrêa (2006) apontam a simplificação da elaboração do projeto, a diminuição de problemas de interface entre componentes, a redução de quebras dos materiais, a padronização dos detalhes e a precisão dimensional.

Segundo Greven (2008) em 1950, o Brasil assinou o convênio internacional de coordenação modular decimétrica. Porém, a comunicação entre os Estados era deficiente e como eles eram independentes comercialmente, a produção regional acontecia de forma única sem um comprometimento com a coordenação modular. Consequentemente, na atualidade, existe um desconhecimento total sobre o assunto.

Com as preocupações relacionadas à sustentabilidade, redução de retrabalhos, custos e desperdícios, a coordenação modular torna-se fundamental para a compatibilização dos componentes em uma edificação. Além disso, a utilização do módulo de 10 cm, com múltiplos e submúltiplos é um padrão mundial, o que facilita a exportação de materiais. Greven (2008) destaca que todos os componentes devem possuir seu espaço próprio, ou seja, a medida real deve considerar a junta de ligação. As dimensões da junta devem ser fixadas pelo próprio fornecedor que deverá apresentar a solução global do componente de forma modular sem deixar a interface por conta do construtor.

A normativa NBR 15873 (2010) que trata sobre a coordenação modular nas edificações estipula um instrumento de compatibilização de elementos e componentes na construção civil por meio da coordenação dimensional a partir do módulo de 10 cm e define os conceitos:

- Coordenação dimensional: inter-relação de medidas de elementos e componentes construtivos, utilizada para o seu projeto, fabricação e montagem.
- Coordenação modular: coordenação dimensional mediante o emprego do módulo básico ou de um multimódulo.
- Medida de coordenação: espaço ocupado por um componente ou elemento somado às folgas requeridas em razão de suas tolerâncias, deformações, seu processo de instalação e dos materiais empregados para a conexão com os elementos vizinhos.
- Medida modular: medida cujo valor é igual ao módulo básico ou a um multimódulo.
- Medida nominal: medida esperada de um elemento ou componente, definida antes da sua execução ou fabricação.
- Medida real: medida verificada no próprio elemento ou componente após sua execução ou fabricação.
- Tolerância: diferença entre a medida real e a medida nominal admissível.
- Ajuste de coordenação: diferença entre a medida nominal e a medida de coordenação correspondente. Este ajuste garante o espaço para deformações, tolerâncias e materiais de união.

Assim, a medida de coordenação, expressa em módulos ou multimódulos de 10 cm, é a soma da medida nominal do componente ou elemento com o ajuste de coordenação. Esta dimensão deve ser considerada ao observar se o elemento ou componente é coordenado modularmente. Elementos compostos por módulos repetidos pelo fabricante, mas que não obedecem aos requisitos do módulo de 10 cm possuem apenas coordenação dimensional.

Na alvenaria estrutural, Ramalho e Corrêa (2003) definem que a unidade é o componente básico e sempre será definida por três dimensões principais: comprimento, largura e altura. Dessa forma, o comprimento e a largura definem o módulo horizontal, módulo em planta, e a altura define o módulo vertical, adotado

nas elevações. Ainda segundo os autores, modular um arranjo arquitetônico visa a não necessidade ou redução de cortes e ajustes na execução de paredes aumentando a racionalidade da obra.

Segundo Mamede e Corrêa (2006), quando o sistema construtivo a ser utilizado é em alvenaria estrutural, a coordenação modular torna-se etapa imprescindível de projeto. Mohamad (2015) aponta que a determinação do tipo de bloco a ser empregado no projeto em alvenaria estrutural implica em diversos aspectos técnicos, incluindo a coordenação modular. A partir da dimensão do bloco adotado, tem-se o módulo a ser utilizado de forma a ordenar os elementos. O autor ainda ressalta:

O arquiteto deve conhecer a dimensões das unidades que serão utilizadas na construção e trabalhar sobre uma malha modular com medidas baseadas no tamanho do componente a ser usado. Essa malha é obtida mediante o traçado de um reticulado de referência, com um módulo básico escolhido (dimensões reais do bloco, mais a espessura das juntas, cabendo salientar que, usualmente, os módulos são de 15 ou 20 cm). (MOHAMAD, 2015, p. 49).

Silva (2003) identifica as características dos blocos mais utilizados no sistema construtivo em alvenaria estrutural e referencia a malha básica para a modulação a partir de tais dimensões na Tabela 01 apresentada a seguir.

Tabela 01 - Dimensões modulares e malha básica para modulação a partir das dimensões dos blocos

| Blocos | Tipo | Dimensões modulares (cm) | Dimensões padronizadas (cm) | Malha básica (cm) |
|----------|------|--------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Cerâmica | 1 | 15x20x30 | 14x19x29 | 15x15 |
| | 2 | 20x20x30 | 19x19x29 | 15x15 |
| Concreto | 3 | 20x20x40 | 19x19x39 | 20x20 |
| | 4 | 15x20x40 | 14x19x39 | 20x20 |

Fonte: SILVA, 2003.

A partir do momento que as dimensões de uma edificação em alvenaria estrutural não forem moduladas, Ramalho e Corrêa (2003) afirmam que a obra deixa de ser econômica e racional além de causar um efeito negativo no próprio dimensionamento da estrutura como um todo. Isto porque, os enchiamentos dos blocos cortados geram como consequência o trabalho isolado das paredes fazendo

com que a distribuição das ações entre as diversas paredes “seja feita de forma a penalizar em demasia alguns elementos e conseqüentemente a economia do conjunto”. (RAMALHO, CORRÊA, 2003. p. 14).

O emprego da coordenação modular com a utilização da unidade torna-se mais complexo no sistema construtivo em concreto armado, pois os blocos utilizados para vedação podem possuir diversas dimensões e formatos desde que atendam as especificações constantes da norma brasileira em vigência. Desse modo, os blocos cerâmicos costumam ter variações dimensionais de acordo com a fabricação própria de cada olaria e, de acordo com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) (2002), a tendência dos blocos cerâmicos existentes no mercado é não atenderem aos parâmetros vigentes incluindo a conformidade metrológica. Neste caso, utiliza-se a coordenação modular decimétrica definida pela normativa ABNT NBR 15873:2010 – Coordenação Modular para Edificações (2010).

Com relação às janelas, independente do sistema construtivo, a prática adequada indica obediência à coordenação modular decimétrica. Segundo a Universidade Federal de Minas Gerais (2012) os fabricantes de esquadrias devem partir da referência do vão modular de coordenação. A solução completa da janela deve totalizar a medida modular incluindo suas folgas e juntas. Dessa forma, a medida nominal da esquadria será menor que o vão e as juntas vão depender da especificação técnica do fabricante de acordo com as propriedades do material, seus coeficientes de dilatação e precisão dimensional. A folga variável entre a medida modular e a medida nominal é denominada ajuste de coordenação.

De acordo com Mohamad (2015) as dimensões usuais das aberturas, muitas vezes, não obedecem à modulação adotada em projetos de alvenaria estrutural. Conseqüentemente, se faz necessária à utilização de compensadores para ajustes dimensionais dos vãos, o que aumenta a dificuldade de execução da obra resultando em menor grau de construtibilidade e produtividade além de trazer impactos sobre o custo da edificação. Isso ocorre porque, na maioria das vezes, as janelas são fabricadas no tamanho do vão modular desconsiderando as dimensões de contramarcos e folgas necessárias para a sua instalação.

Leusin (2010) considera que o atraso na adoção da coordenação modular no Brasil cabe a toda cadeia produtiva incluindo os consumidores, as construtoras e o governo. E ainda destaca que a coordenação modular exige a evolução de todo o processo produtivo, desde o projeto até o gerenciamento da obra onde é entendido

que o projeto é um documento que deve ser seguido como ordem de serviço de forma a evitar improvisos na construção do empreendimento.

2.1.6 Procedimentos de instalação

No mercado civil atual existem diversas técnicas de fixação de esquadrias. Elas podem ser parafusadas, chumbadas ou coladas. Lizuka (2001) aponta que independente da matéria prima com a qual a esquadria é fabricada, seu processo de instalação irá diferir na existência ou não do contramarco e na forma de instalação do vidro. O autor ainda reforça que a instalação da esquadria de forma correta é fundamental para um desempenho adequado em relação à estanqueidade à água, permeabilidade ao ar, resistência às cargas de vento e esforços de uso.

A seguir, serão apresentados os cuidados pré-instalação das esquadrias, o procedimento considerado por Lizuka (2001) como o método tradicional para instalação onde a esquadria é chumbada com grapas na parede de fechamento com o auxílio do contramarco ou diretamente no marco. Posteriormente serão abordados outros métodos de instalação utilizados no Brasil, segundo a literatura.

2.1.6.1 Cuidados de pré-instalação

As esquadrias necessitam de alguns cuidados quanto ao seu recebimento e armazenamento em obra. Beltrame, Esaf Ibrap e Lizuka (2014, 2014, 2001) apontam alguns cuidados como:

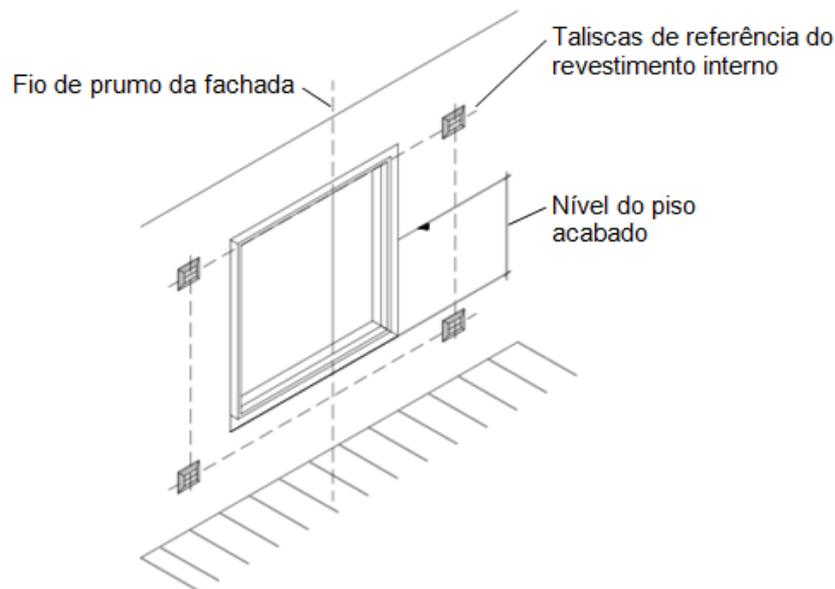
- As esquadrias devem entrar no canteiro de obras somente no estágio de acabamento da edificação;
- Prever local adequado para o armazenamento das esquadrias, limpo, seco ventilado, protegido do sol e da chuva;
- As esquadrias não devem estar em contato com o chão, sendo estocadas sobre estrados;
- Se forem armazenadas empilhadas, seja na vertical ou horizontal, deve ser previsto calços intercalando as esquadrias;
- Quando armazenadas na horizontal, devem ser estocadas em pilhas de dez a quinze unidades no máximo, com proteção de modo a evitar o contato dos fechos, dobradiças e fechaduras com os esquadros;

- Quando armazenadas na vertical, devem possuir apoio total, com um ângulo de 15° em relação à vertical, sobre estrados, com proteção de modo a evitar o contato dos fechos, dobradiças e fechaduras com os esquadros.
- Para produtos paletizados não é recomendado o empilhamento de pallets por questão de segurança;
- As esquadrias que são fornecidas em forma acabada devem permanecer embaladas de forma adequadas para proteção até o momento da instalação.

2.1.6.2 Instalação tradicional de esquadrias diretamente no marco ou com a utilização do contramarco

- Medição e conferência do vão: como etapa inicial do procedimento de instalação, o vão deve ser medido e conferido. Para a garantia de um adequado desempenho e qualidade do elemento esquadria, Iizuka (2001) destaca que a sua instalação deve respeitar o alinhamento, o prumo e o nível. As referências utilizadas para esses três eixos são os fios de prumo da fachada, em relação à vertical, os pontos de nível, em relação ao piso acabado, e as taliscas que são a referência de acabamento interno indicando a espessura dos revestimentos. A Figura 04 a seguir ilustra as três referências para o posicionamento da esquadria.

Figura 04 – Referências para o posicionamento da esquadria



Fonte: Adaptado de Iizuka, 2001.

A norma ASTM E2112-07 Standard Practice Installation of Exterior Windows, Doors and Skylights (2007, tradução nossa) estabelece que o vão de abertura seja medido em três pontos na horizontal e em três pontos na vertical. Caso exista alguma deficiência no vão da parede de fechamento, é necessário corrigi-lo antes de prosseguir. Após a conferência do vão, a norma ainda estabelece que seja conferido o elemento janela a fim de verificar se as dimensões, especificações e condições estão adequadas para a instalação. A Esaf Ibrap (2014) enfatiza que irregularidades como abaulamento dos perfis, embalagem ou perfil danificado, cintos frouxos ou arrebentados, impossibilitam a perfeita instalação, portanto, o produto não deve ser instalado.

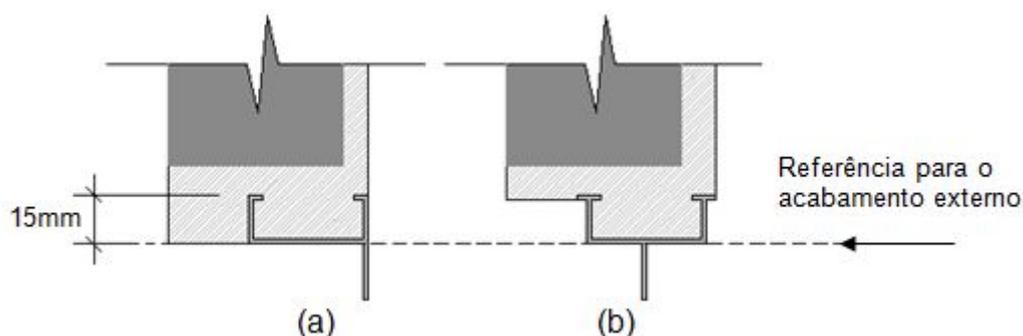
A Esaf Ibrap (2014) aconselha que em paredes de alvenaria convencional, alvenaria estrutural e concreto, o vão de abertura seja preparado com chapisco rolado.

- Chumbamento da esquadria: o vão nominal da parede de vedação deve ter uma folga em relação à esquadria ou contramarco para que possa ser chumbado corretamente. A Esaf Ibrap, Gadioli e Afeal (2014; 2010) orientam que o espaço deve ser de dois centímetros para contramarcos e

dois centímetros e meio para esquadrias, lizuka e Allmax (2001; 2014) especificam que a folga necessita possuir no mínimo três centímetros em cada lado, enquanto a Associação brasileira da construção industrializada (1991) aponta que a folga deve ser de cinco centímetros.

Embora a recomendação da dimensão de folga apresente variação dependendo do autor e fabricante, lizuka (2001) destaca que o importante é manter a qualidade adequada do chumbamento para que se tenha um desempenho adequado da esquadria em relação à estanqueidade à água, impermeabilidade ao vento e à segurança estrutural do conjunto. O autor ainda nota que, na utilização de contramarco, a referência para o acabamento externo difere de acordo com o modelo determinado. “No contramarco “cadeirinha” a espessura de argamassa externa será maior que a do contramarco “Y”, se mantido o mesmo alinhamento da parte superior do caixilho” como mostra o corte esquemático sem escala da Figura 05. (IIZUKA, 2001, p. 46).

Figura 05 – Acabamento externo de acordo com o contramarco (a) contramarco tipo “cadeirinha”; (b) contramarco tipo “Y”



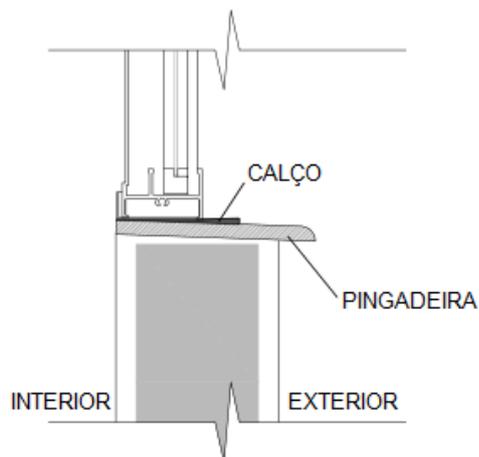
Fonte: Adaptado de lizuka, 2001.

Para a instalação do contramarco no vão, a Esaf Ibrap (2014) aconselha a colocação de um gabarito dentro do contramarco para garantir o seu esquadro. lizuka (2001) também recomenda o travamento do contramarco através de mãos francesas, gabaritos ou réguas para que a força utilizada durante o preenchimento dos vãos no chumbamento não provoque torsões ou empenamento dos perfis do contramarco. Na ausência do contramarco, a Esaf Ibrap (2014) salienta a esquadria deve ser instalada com a

embalagem protetora, sendo removida somente depois que o acabamento final interno e externo estiver concluído. O uso de gabaritos de aço também é indicado na ausência de contramarco para que o vão do assentamento esteja rigorosamente esquadrejado. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, 1991).

As cunhas de madeira, locadas próximas aos vértices, são utilizadas para distribuir as folgas uniformemente e travar o contramarco ou esquadria no vão. Pella Corporation (2005, tradução nossa) salienta que a colocação imprópria de cunhas ou calços pode provocar o embarrigamento na parte inferior da janela. Na utilização de gabaritos de aço, a Associação Brasileira da Construção Industrializada (1991) ressalta que as cunhas ou apoios devem ser posicionados nas extremidades superiores e inferiores das guias e nunca no meio delas, pois a falta de folhas fixas ou dos perfis laterais da janela faria com que o peso do caixilho recaísse no centro da guia, flexionando-a, comprometendo o alinhamento e provocando o emperramento das folhas de correr. A Esaf Ibrap (2014) ressalta que na instalação de esquadria sem contramarco, caso o trilho inferior e exterior não estejam nivelados devido à presença de peitoril com inclinação para o exterior, deve ser colocado um calço na parte inferior da esquadria impedindo assim a flexão do perfil como mostra o corte esquemático sem escala representado pela Figura 06.

Figura 06 – Calço na parte inferior da esquadria na presença de peitoril

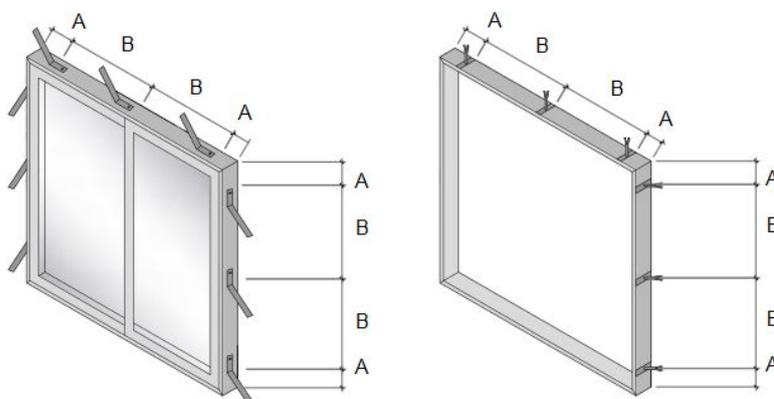


Fonte: Autora.

Para auxiliar a fixação utilizam-se grapas ou chumbadores que, devem ser dobrados. A Universidade Federal do Ceará (2003) sustenta que, preferencialmente, as grapas devem ocupar a folga entre o contramarco ou esquadria e o vão, sem que haja necessidade de executar rasgos na parede. De acordo com Iizuka (2001), os chumbadores devem ficar a dez centímetros a partir das extremidades com espaçamento de quarenta e cinco a cinquenta centímetros entre eles como ilustrado na Figura 07. A Universidade Federal do Ceará (2003) considera vinte centímetros da extremidade com espaçamento máximo de oitenta centímetros entre os chumbadores.

Grande parte das esquadrias do mercado atual possuem chumbadores acoplados ao contramarco direto de fábrica, sendo necessária apenas a dobragem dos mesmos, que pode ser feita com o auxílio de uma chave de fenda. (ESAF IBRAP, 2014).

Figura 07 – Espaçamento dos chumbadores na esquadria e no contramarco



Legenda

A 100 mm (distância a partir da extremidade)

B passo de 450 a 500 mm

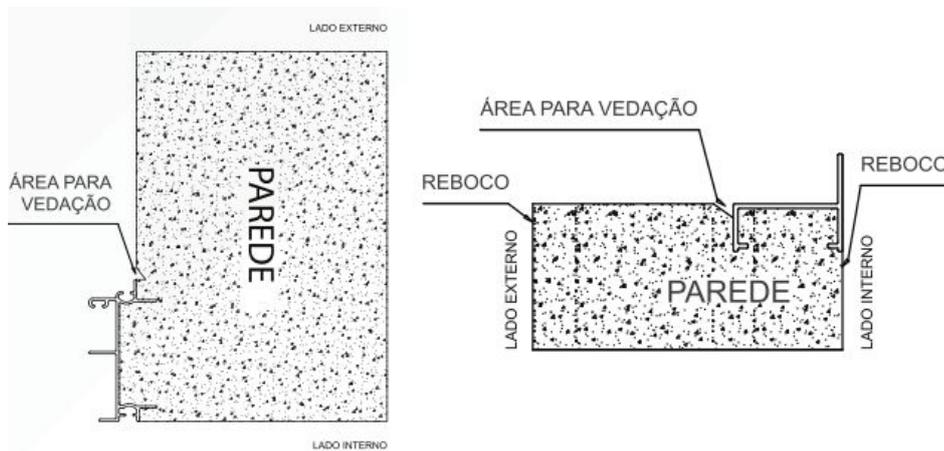
Fonte: Autora.

O chumbamento do contramarco deve ser feito com argamassa de cimento e areia com traço em volume de 1:3. (IIZUKA, 2001; UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2003). Nesta etapa é preciso ter um cuidado especial para que todos os perfis do marco ou contramarco sejam preenchidos com a argamassa para garantir o desempenho adequado da

esquadria a ser instalada. Iizuka (2001) reforça que qualquer fresta ou falha no chumbamento do gabarito, marco ou contramarco será ponto de infiltração de água. A Associação Brasileira da Construção Industrializada (1991, p. 54) sustenta que durante o processo de chumbamento, “deve-se evitar socar massa em demasia”, pois o excesso de pressão pode provocar o arqueamento do centro do vão e o conseqüente emperramento das folhas móveis.

A Esaf Ibrap (2014) cita que as cunhas deverão ser removidas somente quando a argamassa estiver curada. Após tal procedimento, os espaços deixados pelas cunhas de madeira devem ser completados com a mesma argamassa de chumbamento, evitando infiltrações. A Esaf Ibrap (2014) ainda indica a execução de uma ranhura entre o marco ou contramarco e o revestimento para posteriormente efetuar a aplicação de material vedante conforme o corte esquemático superior e lateral representados pela Figura 08.

Figura 08 – Cortes esquemáticos demonstrativos da área para vedação da conexão entre marco ou contramarco e parede de fechamento com material selante



Fonte: ESAF IBRAP, 2014.

- Fixação da esquadria: antes da fixação da janela, a Associação Brasileira da Construção Industrializada (1991) recomenda a verificação das condições gerais do contramarco como limpeza e alinhamento do nível e prumo. Gadioli e Afeal (2010) recomendam a colagem de uma fita de borracha de vedação e a calafetagem da esquadria e contramarco com um

cordão de silicone. A Esaf Ibrap (2014) recomenda, em esquadrias chumbadas diretamente na parede, seja retirada a embalagem de proteção e preenchidos os espaços deixados pelas cintas com argamassa para posteriormente fixar a esquadria com parafusos com buchas nos montantes laterais.

Para impedir a penetração de água pelas esquadrias, os cantos devem ser vedados com selantes butílicos, poliuretanos ou de silicone por serem selantes invisíveis que garantem a estanqueidade geral da esquadria. O Quadro 03 apresenta os tipos de selantes seguidos de sua descrição.

Quadro 03 – Tipos de selantes e sua descrição

| Tipos | Descrição |
|---------------------------------|--|
| Selantes Butílicos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Selantes à base de isopropeno, poliisobutileno, carregados com talco ou carbonato de cálcio, aditivos e solventes ▪ Utilizados em vedações internas de caixilhos, preenchimento de fendas e aplicações de vidros duplos ▪ Custo é relativamente baixo, possui boa adesão e resistência à água ▪ Possui fraca memória quando tracionado, vida útil limitada pela pouca elasticidade e mancha os suportes com o tempo pela exsudação de óleos |
| Selantes Acrílicos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Compostos por polímeros acrílicos em base aquosas ou solventes são utilizados para vedação de trincas ▪ Possuem boa adesão em vidros, podem ser pintados facilmente, porém possui um custo elevado |
| Selantes de Polissulfeto | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Compostos de polímeros, cargas, negro de fumo, agentes de cura, estabilizantes e promotores de adesão ▪ Utilizados na confecção de vidros duplos quando encaixilhados para serem protegidos da radiação ▪ Apesar de ter uma boa resistência às intempéries, tem baixa resistência aos raios ultravioletas não sendo recomendado para a colagem estrutural de vidros |
| Selantes de Poliuretano | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Compostos de polímeros à base de poliuretano ▪ Utilizados em juntas de dilatação e de tráfego por possuir alta resistência ao atrito ▪ Fornecem razoável resistência ao envelhecimento, boa elasticidade, boa memória elástica e pode ser pintado ▪ Não é recomendado para vedações de vidros que estejam sujeitas a intensas exposições solares |
| Selantes de Silicone | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Compostos por óleos reativos de silicone, catalisadores, cargas, promotores de adesão e reticulantes. ▪ Possuem grande elasticidade, memória elástica quase que total, boa resistência ao envelhecimento e aos agentes climáticos. ▪ Garantem adesão sobre a maioria dos substratos ▪ Custo elevado, baixa resistência ao atrito e são dificilmente pintados |

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira da Construção Industrializada, 1991.

Para evitar o escoamento de águas para o interior da edificação, na montagem das colunas e caixilharia na obra, são utilizadas massas butílicas para o preenchimento de cavidades servindo também como elemento antirruído.

Para a vedação no perímetro das esquadrias de qualquer material, os vãos são preenchidos por selantes do tipo polissulfetos, poliuretanos ou silicones. A definição do tipo de selante a ser utilizado deve ter como base a análise de suas propriedades como a capacidade de movimentação, a aderência ao suporte, durabilidade, compatibilidade com os substratos e os tipos de cura. O Quadro 04 a seguir apresenta o resumo das propriedades dos selantes.

Quadro 04 – Propriedades dos selantes

| PROPRIEDADE DOS SELANTES | | | | |
|--|----------|------------------------|------------------|--------------|
| TIPO | | POLISSULFETO | POLIURETANO | SILICONE |
| Capacidade de movimento da junta em porcentagem | | 25% | 25% | 12 a 50% |
| Resistência ao envelhecimento exposto às intempéries | | 10 a 20 anos | 10 a 20 anos | 10 a 50 anos |
| Resistência à temperatura em graus Celsius | | -30 a 70 | -30 a 70 | -50 a 200 |
| Tempo de cura | | Mono 30 a 50/Bi 7 dias | 3 a 10 dias | 5 a 15 dias |
| Capacidade de adesão aos suportes | Alumínio | Ótimo | Bom | Ótimo |
| | Cimento | Ótimo com primer | Bom | Ótimo |
| | Metal | Ótimo com primer | Bom | Ótimo |
| | Concreto | Ótimo com primer | Ótimo com primer | Ótimo |

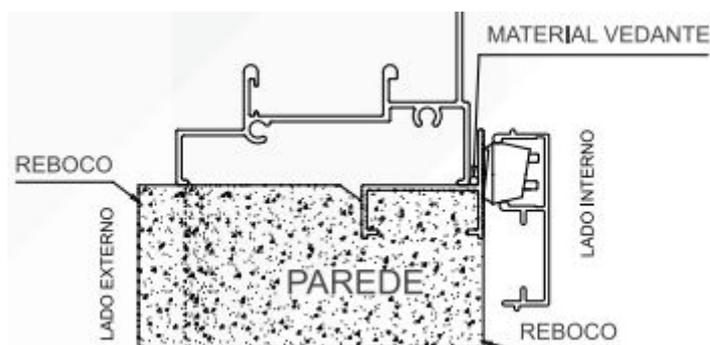
Fonte: Adaptado de Associação Brasileira da Construção Industrializada, 1991.

Para impedir a água de penetrar entre o caixilho e a alvenaria, os selantes precisam ser elásticos o suficiente para absorver e acomodar as dilatações dos diversos materiais em contato. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, 1991).

Em instalações com contramarco, de acordo com Esaf Ibrap (2014), o material vedante deve ser aplicado na junta entre a pingadeira e o contramarco, nas conexões do contramarco, entre o contramarco e o revestimento, na ranhura previamente executada, e em todo o perímetro da aba interna no contramarco. Em seguida, a esquadria deve ser instalada de

fora para dentro, pressionando o material vedante conforme o corte lateral ilustrado pela Figura 09.

Figura 09 – Corte esquemático demonstrativo da fixação da esquadria de fora para dentro, pressionando o material vedante



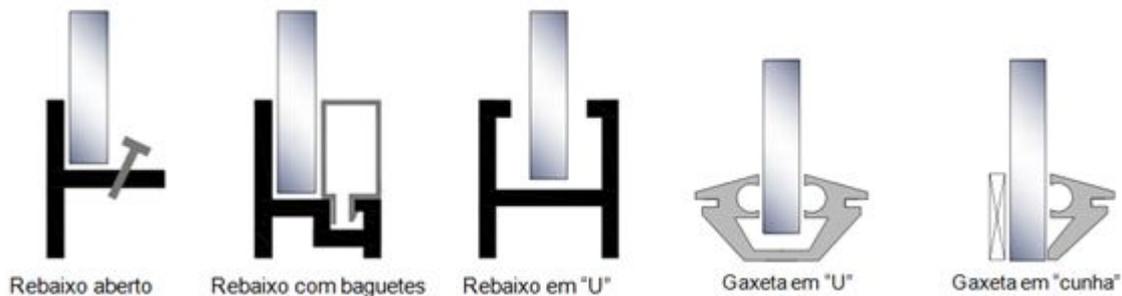
Fonte: ESAF IBRAP, 2014.

Após a colagem, a esquadria deve ser parafusada utilizando parafusos com buchas ou rebites. No caso de acabamento interno com alizares, acessório que reveste as ombreiras das janelas, utilizar o mesmo parafuso para fixar a presilha. Com a janela instalada, devem-se instalar os arremates finais, que normalmente são fixados por encaixe de pressão.

- Instalação de vidros: esta etapa deve ser considerada apenas para esquadrias que não possuem os vidros instalados de fábrica. Nesse caso, a aplicação correta do vidro é um fator determinante no desempenho da esquadria. Conforme Iizuka (2001, p. 35) “o rebaixo, ou o canal onde é instalado o vidro, deve possuir folgas e calços em relação ao perfil do quadro para que não ocorram tensões que possa danificá-lo”. Além disso, ele deve prever drenos que impeçam o acúmulo de água no seu interior e utilizar calços que não permitam o contato da chapa de vidro com a esquadria.

Outro componente necessário na instalação do vidro é a gaxeta, vedante que deve ser aplicado em todo o perímetro do vidro permitindo que se dobre nos cantos da chapa. O arremate perfeito dos cantos da gaxeta é muito importante para que não ocorram infiltrações de água e para a preservação estética da esquadria. Os formatos de rebaixos e tipos de gaxetas estão ilustrados nos cortes laterais na Figura 10.

Figura 10 – Cortes laterais demonstrando formatos de rebaiços e tipos de gaxetas para instalação do vidro na esquadria



Fonte: Autora.

- Revisão final: Nesta etapa é realizada a inspeção para conferir a instalação e a entrega dos serviços. Segundo Izuka (2001) o processo de aceitação final deve ser acompanhado pelo profissional responsável da obra.

2.1.6.3 Outros métodos de instalação

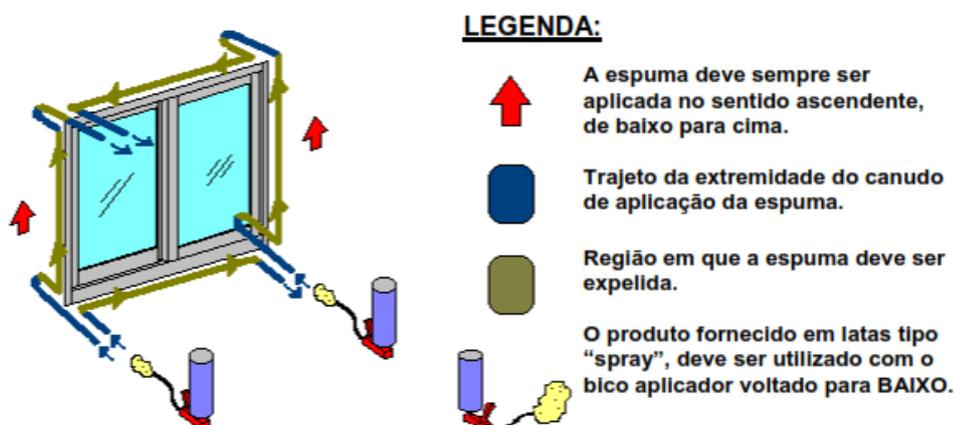
Para outros métodos de instalação de esquadrias, de acordo com a Associação Brasileira da Construção Industrializada e Izuka (1991, 2001), além da fixação das esquadrias tradicional através do chumbamento com grapas com ou sem o uso do componente contramarco, as esquadrias ainda podem ser fixadas com parafusos ou com espuma de poliuretano expansivo.

Para a fixação da esquadria com parafusos, o vão precisa estar acabado, nivelado e não apresentar ondulações. A folga para a instalação da esquadria deve ser em torno de dois a três milímetros nas laterais e parte superior, podendo variar conforme indicação de fabricante. Esaf Ibrap (2014) recomenda a impermeabilização de todo o vão com resina acrílica a base de água. Os perfis são furados e parafusados. É necessário prever a colocação normal de buchas para acolher os parafusos. Depois de efetuada a limpeza, é realizada a vedação de todo o perímetro pelo lado interno da esquadria com resina acrílica. A Associação Brasileira da Construção Industrializada (1991) ainda indica a colocação de tampas na furação externa para evitar infiltrações e a vedação interna e externa de todo o perímetro da conexão esquadria/parede de fechamento com selante de silicone. Por último, são instalados os acabamentos da esquadria.

Para a instalação de esquadrias com a espuma de poliuretano expansivo, o processo é semelhante à instalação da esquadria com grapas sem a utilização do contramarco, porém o chumbamento da mesma será efetuado com a espuma de poliuretano expansiva. O vão precisa ser preparado com chapisco rolado e a folga para a instalação da esquadria deve ser em torno de um cm podendo variar conforme indicação de fabricante. Iizuka (2001) recomenda que em vãos de alvenarias construídas por blocos seja utilizado gabarito para execução a fim de obter a regularidade e uniformização das dimensões.

Após a cura da espuma, seu excesso deve ser cortado pelo lado interno da edificação. A vedação da esquadria deve ser realizada com o material selante adequado para o revestimento da obra. (ESAF IBRAP, 2014; IIZUKA, 2001). A Figura 11 mostra como deve ser procedido o método de aplicação da espuma de poliuretano.

Figura 11 – Aplicação da espuma de poliuretano



Fonte: IIZUKA, 2001.

2.7 NORMAS TÉCNICAS NO SETOR DE ESQUADRIAS

2.7.1 Normalização, certificações e associações internacionais

De acordo com Legault (2006, tradução nossa), no Canadá, a instalação de janelas ainda é uma problemática na indústria da construção havendo falhas que levam à infiltração de água e ar ocasionando a perda de calor, problemas de

isolamento acústico e a deterioração prematura de acabamentos, materiais e sistemas. Embora exista uma normativa que trate sobre a instalação de portas e janelas, a Canadian Standard Association A440.4 (A440.4 CSA), a mesma não é parte integrante do Código Nacional de Edificação do Canadá, sendo sua adoção voluntária. A A440.4 CSA oferece três métodos de controle de infiltração de água em função do nível de exposição da abertura que é classificado de acordo com um cálculo, que utiliza a largura do beiral e a altura do peitoril, e com o local onde o projeto está inserido.

A norma nacional CSA-A440 Janela Padrão, do Canadá, foi atualizada para estabelecer um padrão comum ao norte-americano. Esta nova norma, denominada North American Fenestration Standard (NAFS), estabelece requisitos mínimos para a tensão do ar, estanqueidade, resistência ao vento, segurança e facilidade de operação. Assim como no Brasil, as esquadrias são submetidas aos ensaios em laboratórios, estabelecidos por norma para garantir seu desempenho mínimo, onde os resultados serão publicados para o consumidor final.

Ligada à grande preocupação relacionada ao desempenho das esquadrias no Canadá, surgiram diversas associações que visam não somente a certificação de produtos, como também de profissionais habilitados para a correta instalação das esquadrias. A SAWDAC & Renovation Canada (2007, tradução nossa), por exemplo, possui o programa Window Wise, que conta com 240 membros em todo o país, e trabalha garantindo a utilização apenas de janelas certificadas com a instalação realizada por profissionais habilitados, manutenções periódicas e garantia de cinco anos. Outros exemplos de programas de certificação no Canadá são CSA, Intertek, QAI, e NFRC, apoiados pela associação Fenestration Canada que representa a indústria de fabricação de esquadrias.

Nos Estados Unidos existem cerca de vinte e uma normas referentes às esquadrias, no entanto, as normas que versam especificamente sobre a instalação de esquadrias são a ASTM E2112-07 Standard Practice Installation of Exterior Windows, Doors and Skylights e a E2266 Standard Guide for Design and Construction of Low-Rise Frame Building Wall Systems to Resist Water Intrusion. Os sistemas construtivos Steel Frame e Wood Frame são amplamente utilizados na construção. Estes sistemas são compostos pela estrutura em aço (Steel Frame) ou em madeira (Wood Frame), na maioria das vezes, contraventadas com placas

estruturais de tiras de madeiras orientadas (OSB) e revestimento externo em estuque.

Segundo a Interactive Resources Architects & Engineers (2011, tradução nossa), na Califórnia, em 2002, foi efetivada a lei Senate Bill 800 (SB 800) sobre falhas e defeitos na construção civil. A lei, além de estabelecer normas e garantias para o desempenho dos componentes das edificações, deu aos empreiteiros o “direito de reparar” as falhas dos elementos antes da iniciação de processos judiciais por parte do proprietário. A intenção legislativa desta lei é dar a os proprietários e construtores, a oportunidade para a resolução rápida e justa das reivindicações. O autor ainda comenta que o código residencial internacional sofreu alterações recentes passando a exigir o fornecimento de instruções de instalação por parte do fabricante, fato anteriormente evitado pelos fornecedores. Com isso, os fabricantes passaram da escassez de informações sobre a instalação para uma infinidade de sistemas complexos, difícil de ler, compreender e excessivamente otimista.

Da mesma forma, muitos fabricantes de sistema de barreiras às intempéries desenvolveram instruções detalhadas para a utilização de seus produtos. Como exemplo pode ser citado o Laboratório TLS, especializado em análises de falhas relativas à infiltração em janelas, portas, chaminés e telhados, que desenvolveu um sistema de barreira de infiltração de água composto pela aplicação de quatro tipos de mantas sobrepostas no entorno da esquadria a fim de evitar a infiltração de água.

A norma ASTM E2112-07 Standard Practice for Installation of Exterior Windows, Doors and Skylights (2007, tradução nossa) afirma que a infiltração de água da chuva tem sido a razão principal para a insatisfação dos usuários de edificações com relação às esquadrias. Dessa forma, a norma introduz um sistema de barreira resistente às intempéries denominada “Weather Resistant Barrier” (WRB) a ser instalada na conexão entre a parede de vedação e a esquadria. O sistema é composto por mantas e fitas aplicadas pelo lado externo da edificação envolvendo todo o vão para a instalação da esquadria.

Existem três tipos de mantas utilizadas para a constituição da barreira das janelas: as mantas flexíveis, normalmente fabricadas em papel kraft laminado com asfalto, polietileno ou betume e reforçados com fibra de vidro; as mantas flexíveis do tipo adesivas de polietileno com lista adesiva ou polietileno com betume e borracha; e as mantas rígidas desenvolvidas em metal, aço galvanizado ou cobre que normalmente são feitas sob medida para um elemento específico.

Em um sistema de barreira resistente às intempéries completo, o instalador utiliza todos os tipos de manta para a composição. As mantas são cortadas, dobradas e fixadas em toda a parede recobrando a interface parede/esquadria. A janela é fixada por meio de selante e parafusos e posteriormente é feito o tratamento de cantos das esquadrias e colocado o selante em torno de toda a janela. De acordo a ASTM E2112-07 (2007, tradução nossa), nas edificações em alvenaria estrutural e concreto, o uso do sistema de barreira resistente às intempéries é relativamente raro.

A Interactive Resources Architects & Engineers (2011, tradução nossa) ressalta que atualmente os procedimentos de instalação devem estar de acordo com os seguintes fatores:

- Manual do fabricante de esquadrias;
- Projeto do arquiteto;
- As instruções do fabricante da barreira de resistência à água;
- Agência de controle de qualidade de construção.

Como podem existir requisitos conflitantes entre os partidos, torna-se necessário resolvê-los para a preservação de garantias e para o gerenciamento de riscos de falhas futuras. Para isso, é agendada uma instalação de protótipo para cada tipo de janela. Após a instalação, o protótipo é submetido ao ensaio de estanqueidade à água conforme a norma ASTM 1105 - Standard Test Method for Field Determination of Water Penetration of Installed Exterior Windows, Skylights, Doors, and Curtain Walls, by Uniform or Cyclic Static Air Pressure Difference, para confirmar que a instalação foi bem sucedida. Após, são desenvolvidos relatórios com fotos e gráficos para a provação de todas as partes.

Na Austrália, a norma AS 2047:2014 Janelas e portas de vidros externos de edifícios do Código de Obras da Austrália, além de estabelecer os requisitos para materiais, construção e colocação de vidros, fornece orientações básicas e genéricas a respeito da instalação de esquadrias independente dos materiais a serem utilizados e cuidados pré-instalação e pós-instalação. A norma ainda apresenta o detalhamento ilustrado da instalação de janelas de alumínio, madeira e policloreto de vinila (PVC) em paredes de vedação de alvenaria, concreto, madeira e alvenaria estrutural e define que todas as janelas devem ser etiquetadas identificando a classificação e desempenho do produto.

Contudo, a Australian Window Association (AWA) (2006, tradução nossa), associação que representa os fabricantes de esquadrias no país, salienta que, a norma só deve ser utilizada mediante a ausência de manual do próprio produto. A instrução do fabricante sempre deve ser o procedimento predominante na instalação de esquadrias. Na Espanha e Portugal, as normas relativas às esquadrias estão voltadas principalmente para o desempenho térmico e acústico. Na Espanha, o comitê técnico denominado “Cerramientos de huecos em edificación y sus accesorios” AEN CTN 085 abrange o campo da normalização de terminologia, simbologia, classificação, características e método de ensaio. Segundo a Asociación Española de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas (ASEFAVE) (2014, tradução nossa), o subcomitê que trata sobre as janelas, possui trinta e nove normas sendo que nenhuma é voltada para a descrição de instalação de esquadrias. Para cobrir a lacuna existente na literatura técnica de esquadrias, a própria associação lançou um “Manual de Instalación de Ventanas” a fim de orientar de um modo prático os profissionais de obra e usuários.

Os países como a Inglaterra, França e Alemanha utilizam as normas europeias harmonizadas (EN), que são desenvolvidas pelo CEN (Comitê Europeu de Normalização). São cerca de vinte normativas sobre portas e janelas comuns a todos os países da União Europeia visando a competitividade entre empresas de toda a União e a contribuição para a proteção e saúde dos cidadãos europeus. Além da normativa sobre requisitos e recomendações para portas e janelas externas, existem outras normativas que versam sobre os critérios e métodos de ensaios referentes ao desempenho térmico, acústico, forças operacionais, permeabilidade ao ar, comportamento entre climas distintos e dispositivos de proteção à criança das portas e janelas. Nenhuma normativa europeia trata sobre a instalação das janelas.

Na França, além das normas vigentes sobre os materiais e métodos de ensaio das esquadrias, a L’expert Fenêtre (2011, tradução nossa) salienta que existem diversos selos e certificações para garantir e assegurar a qualidade, eficiência e longevidade dos produtos. Como exemplos podem ser citados os selos CSTBat e AEV, ambos emitidos pelo Centre Scientifique et Technique du bâtiment; a CE, Acotherm, CEKAL, AFAQ ISO 9001, a A2P2, Qualicoat, Qualimarine, Qualideco, Qualanod, entre outros.

Em Portugal, no ano de 2010, foi fundada a Associação Nacional dos Fabricantes de Janelas Eficientes (ANFAJE) (2010), órgão que representa a nível

nacional os fabricantes de esquadrias que visa inovar o setor de janelas em Portugal e promover a qualidade em benefício da reabilitação energética dos edifícios.

Entre os eventos oferecidos pela associação, foi criada uma ação em conjunto com a Agência para Energia (ADENE) juntamente com o ITeCons e o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), de formação específica para instaladores de Janelas, certificados pela Certif, sendo profissionais creditados pelo Sistema de Etiquetagem Energética de Produtos (SEEP) para instalar janelas eficientes.

2.7.2 Normalização, certificações e associações brasileiras

Segundo a Associação Brasileira da Construção Industrializada (1991) até o final da década de 1970, no Brasil, não existiam normas técnicas sobre janelas, apenas algumas referências normativas sobre acessórios utilizados em janelas de madeira. No início da década de 1980 foi publicada a NB 606 – “Desempenho de Janelas de Alumínio em Edificações de Uso Residencial e Comercial”. Esta norma, segundo o autor, foi um marco conceitual, pois as normas eram prescritivas e esta, definia, pela primeira vez, o que era a qualidade de uma janela.

A NB 606, assim como a NBR 10821 e todas as outras normas correlatadas surgiram da análise dos resultados de ensaios efetuados em laboratórios de ensaio existentes no Brasil e de um programa de pesquisas realizado no IPT, patrocinado pela Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo. Já em 1991, existiam dezoito normas brasileiras para janelas. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, 1991).

Atualmente, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2014), no Brasil, as normas brasileiras destinadas às esquadrias são:

- ABNT NBR 13756:1996 - Esquadrias de alumínio: Guarnição elastomérica em EPDM para vedação - Especificação
- ABNT NBR 14718:2008 - Guarda-corpos para edificação
- ABNT NBR 15969:2011 – Componentes para esquadrias
- ABNT NBR 10821:2011 - Esquadrias externas para edificação
- ABNT NBR 15969:2011 - Componentes para esquadrias
- ABNT NBR 15575:2013 Edificações Habitacionais - Desempenho

- ABNT NBR 16259:2014 - Sistema de envidraçamento de sacadas – Requisitos e métodos de ensaio

Outras normas também estão ligadas às janelas por abordarem níveis de certificação de qualidade e prescrição de materiais e componentes para esquadrias. Contudo, serão apresentadas, em síntese, as descrições das normas técnicas NBR 10821 e NBR 15575. O enfoque destas normas no referencial teórico da pesquisa foi definido por tratarem diretamente os temas esquadrias e desempenho quanto à estanqueidade à água, que é o foco do estudo. Estas são as normativas que garantem o respaldo técnico atualmente no ramo de esquadrias no Brasil e serão abordadas no estudo considerando que a NBR 10821 (2011), segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) encontra-se atualmente em processo de revisão.

O processo de criação da NBR 10821 (2011), de acordo com a Associação Brasileira da Construção Industrializada (1991), foi realizado no final dos anos 1980 e cada um dos seus critérios e requisitos de desempenho estabelecidos foi definido a partir da análise dos resultados de ensaios em confronto com os valores e procedimentos estabelecidos nas normas internacionais. A sua versão atual, válida a partir de 2011, cancelou e substituiu três normas relacionadas às esquadrias, além da sua versão anterior, NBR 10821 (2000), sendo esta tecnicamente revisada e desmembrada em cinco partes.

A primeira parte, NBR 10821-1 (2011), define os termos empregados na classificação de esquadrias externas sendo aplicada para portas, janelas e coberturas para edificações de uso comercial e residencial. A segunda parte, NBR 10821-2 (2011), define os requisitos exigíveis de desempenho de esquadrias externas para edificações, em esquadrias de alumínio, aço, pvc, madeira e fechamentos com vidro.

Em relação à instalação de esquadrias, a norma apenas define que “deve estar conforme instrução do fabricante, constante no manual de instalação ou no projeto”. (NBR 10821-2. 2011, p. 4). Dentre as informações do fabricante, que podem ser por meio de catálogos, projetos ou certificados, a norma estabelece que devam ser informadas a marca ou logomarca do fabricante, o número da norma, a pressão máxima de carga de vento que a esquadria resiste, sua classificação, desempenho e sugere como descrição adicional do uso ao qual a esquadria se

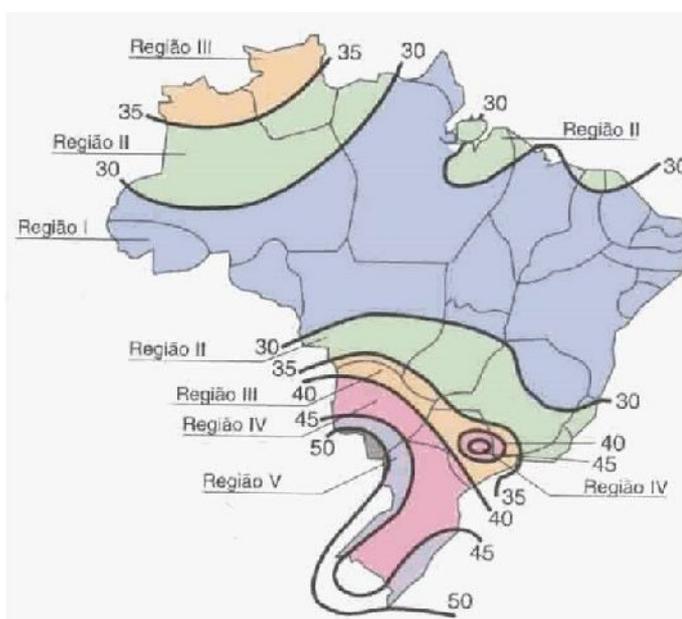
destina. Em anexo, a norma ainda apresenta um modelo de etiqueta para identificação da classificação e do desempenho das esquadrias.

A norma 10821-2 (2011) tem como requisito de classificação das esquadrias instaladas na posição vertical em edifícios de forma retangular, no mínimo os estabelecidos para as cinco classes, em relação ao número de pavimentos e à altura da edificação, sendo elas:

- Até dois pavimentos: esquadrias instaladas em edifícios até dois pavimentos e altura máxima de seis metros;
- Até cinco pavimentos: esquadrias instaladas em edifícios até cinco pavimentos e altura máxima de quinze metros;
- Até dez pavimentos: esquadrias instaladas em edifícios até dez pavimentos e altura máxima de trinta metros;
- Até vinte pavimentos: esquadrias instaladas em edifícios até vinte pavimentos e altura máxima de sessenta metros;
- Até trinta pavimentos: esquadrias instaladas em edifícios até trinta pavimentos e altura máxima de noventa metros;

A Figura 12 representa o gráfico de isopletras de velocidades básicas do vento conforme a ABNT NBR 6123, Forças devidas ao vento em edificações (1988), no território brasileiro, que foi dividido em cinco regiões segundo as velocidades de vento características de cada localidade. Os valores, segundo Iizuka (2001, p.78) “são os máximos em m/s com periodicidade de ocorrência de 50 anos medidos em estações meteorológicas do Serviço de Proteção ao Voo, do Ministério da Aeronáutica”. Conforme a região, número de pavimentos e altura da edificação, a norma estabelece valores distintos de pressão de vento.

Figura 12 – Gráfico das isopletas da velocidade básica do vento



Fonte: PET CIVIL UFJF, 2010.

As esquadrias devem ser avaliadas em relação ao desempenho quanto à permeabilidade ao ar, estanqueidade à água, resistências às cargas uniformemente distribuídas, operações de uso e manuseio e segurança nas operações de manuseio e ainda resistência à corrosão no caso de esquadrias de aço. Os níveis de desempenho das esquadrias quanto ao seu uso podem ser mínimo, intermediário ou superior, sendo que a caracterização de um nível de desempenho requer o atendimento de todos os seus requisitos prescritos em norma. A norma ainda define que o modelo ou tipo de esquadria que não atender a qualquer um de seus requisitos deve ser rejeitado.

Na parte 3 da NBR 10821 (2011), são especificados os métodos de ensaio para a avaliação de desempenho e classificação das esquadrias. Para a verificação dos fatores correspondentes ao desempenho das esquadrias acima referidos, para cada ensaio é definida a aparelhagem, câmara de ensaio, aparelhos para medição, procedimentos, sequência, execução e resultados.

Os textos da parte 4 da NBR 10821 (2011) que trata sobre os requisitos de desempenhos adicionais como a atenuação acústica e desempenho térmico (ventilação e sombreamento), de acordo com Beltrame (2011, 2014), foram finalizados e encaminhados pra a ABNT em julho de 2014. Junto com a criação da

norma, estão sendo efetuadas algumas propostas de revisão para a NBR 15575 Edificações habitacionais – Desempenho - Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE (2013) em relação aos ensaios de atenuação acústica.

Ainda segundo a autora, a parte 5 da NBR 10821 (2011) que versa sobre a instalação e manutenção das esquadrias, objeto de interesse na presente pesquisa, teve seus textos finalizados e está em análise pelo setor técnico aguardando complemento. Esta parte da norma, com consulta técnica prevista para 2015 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), versará sobre a instalação adequada das esquadrias, cuidados no recebimento e armazenamento, e manutenção de portas e janelas.

A NBR 15575 (2013) estabelece o desempenho de edificações habitacionais com base em um conjunto de critérios e requisitos, independente de seus materiais constituintes ou do seu processo de produção. Isso se deve à definição do conceito de desempenho que, segundo Borges (2010) foi expressa por um pesquisador da organização International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) que é dedicada ao avanço da tecnologia da construção e protagonista nos estudos voltados ao tema desempenho de edificações. Tal conceito, consolidado no meio acadêmico, foi definido como se segue:

A abordagem de desempenho é, primeiramente e acima de tudo, a prática de se pensar em termos de fins e não de meios. A preocupação é com os requisitos que a construção deve atender e não com a prescrição de como essa deve ser construída. (BORGES, 2010, p. 1).

De acordo com Reis (2011, p. 143) a norma, elaborada com base em exigência dos usuários, “visa incentivar e balizar o desenvolvimento de produtos e orientar a avaliação da real eficiência técnica e econômica das inovações tecnológicas”. Os requisitos dos usuários são utilizados como referência para o estabelecimento dos requisitos e critérios, sendo eles:

- Segurança: segurança estrutural; segurança contra o fogo e segurança no uso e na operação.

- Habitabilidade: estanqueidade; desempenho térmico; desempenho acústico; desempenho lumínico; saúde, higiene e qualidade do ar; funcionalidade e acessibilidade e conforto tátil e antropodinâmico.
- Sustentabilidade: durabilidade; manutenibilidade e impacto ambiental.

Quando trata de esquadrias, a NBR 15575 (2013) referencia a normativa NBR 10821 (2011). Com relação ao requisito de estanqueidade à água da chuva considerando a ação dos ventos, em fachadas, a NBR 15575-4 Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas (2013 p. 22), estabelece como critério que os sistemas de vedação vertical externos da edificação habitacional, incluindo a junção entre a janela e a parede, “devem permanecer estanques e não apresentar infiltrações que proporcionem borrifamentos, escorrimentos ou formação de gotas de água aderentes na face interna”. A norma admite a ocorrência de pequenas manchas de umidade, estabelecendo valores que limitam a área afetada.

Como premissa de projeto, a NBR 15575-4 (2013) determina que devam ser indicados em projeto os detalhes construtivos para as interfaces e juntas entre componentes para facilitar o escoamento da água e evitar sua penetração para o interior da edificação.

A NBR 15575-4 (2013) requer uma análise conjunta do desempenho dos elementos e componentes que interagem no sistema de vedação vertical sem abordar o elemento janela de forma isolada. Os critérios e requisitos de desempenho térmico, acústico e lumínico estabelecem características relacionadas às janelas, porém, não são abordados os métodos ou detalhes de instalação.

No Brasil, diferente dos outros países, não há uma associação única para as esquadrias. Existem diferentes entidades que reúnem fabricantes em função do material com o qual a esquadria é desenvolvida. Neste grupo, podem ser citadas a Associação Nacional de Fabricantes de Esquadrias de Alumínio (AFEAL), a Associação Nacional dos Fabricantes de Esquadrias de Aço (AFEAÇO), a Associação Brasileira dos Fabricantes de Perfis de PVC para a Construção Civil (AFAP PVC) e a Associação Brasileira de Alumínio (ABAL). Além da divulgação de conhecimentos técnicos, algumas entidades promovem cursos, seminários e palestras como a AFEAL que, em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), desenvolveu o curso de Instalação e Manutenção de Esquadrias de Alumínio inovando o sistema de qualificação de mão de obra.

Como programas de qualidade na construção civil, o Brasil possui o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), cujo objetivo é ampliar o acesso à moradia e possibilitar a redução do custo final das unidades sem perda de qualidade. No programa, voltado para os diversos materiais de construção, foram implantados os Programas Setoriais de Qualidade (PSQs) para componentes como esquadrias de alumínio e aço, que visam elaborar mecanismos específicos para garantir a conformidade de esquadrias com as normas brasileiras.

A AFEAL, como entidade representante do setor de esquadrias de alumínio e participante do PBQP-H, implementa o PSQ, que envolve empresas fabricantes de esquadrias. O programa consiste em avaliar permanentemente o desempenho dos produtos, por meio da coleta de amostras em pontos de venda e no estoque do fabricante. As amostras coletadas são enviadas ao IPT, que avaliam a esquadria por meio de ensaios, averiguando as especificações com o objetivo de aferir se as normas técnicas aplicáveis estão sendo atendidas pelo fabricante. Com base nos resultados dos ensaios, são emitidos laudos de avaliação e os resultados são divulgados ao mercado.

Para uma esquadria garantir sua qualidade e desempenho adequados, além da qualidade do material e certificação, ela precisa ser montada e instalada por profissionais qualificados. De acordo com a Alcoa Alumínio S.A. (2015), a montagem de esquadrias é uma área que exige mão de obra especializada e, muitas vezes, as empresas costumam ter dificuldade de encontrar este profissional, havendo a necessidade de formar os funcionários no próprio estabelecimento. Visando isso, a Alcoa criou, em 2004, a Rede Alumínio e Cia, distribuidora exclusiva de produtos extrudados Alcoa no Brasil.

Desta rede, para que todas as informações fossem transmitidas corretamente, surgiu a Universidade Alumínio e Cia objetivando a capacitação dos funcionários das lojas para que estes tenham um desempenho adequado na sua função. Para facilitar a participação dos profissionais de todas as localidades a um baixo custo, a Universidade oferece cursos via web com interação via chat e horários flexíveis para os funcionários, totalizando o fornecimento de 25 treinamentos à distância no ano de 2015. Os treinamentos práticos ministrados pela Universidade Alumínio e Cia são realizados no Centro Tecnológico de Esquadrias Alcoa (CTEA) na cidade de Santo André, no estado de São Paulo e são efetuados a cada lançamento de produto.

Para o profissional que não é funcionário de uma empresa da Rede Alumínio e Cia. e tem interesse em obter qualificação profissional, o SENAI também oferece o curso de serralheiro de alumínio no estado de São Paulo, além do curso de instalação de esquadrias mencionado anteriormente nesta pesquisa.

2.2 PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES

Nesta seção serão abordados os conceitos básicos sobre patologia das edificações, as penetrações de água pelas fachadas, um breve histórico da evolução das pesquisas sobre manifestações patológicas na construção ao longo dos tempos e a descrição das manifestações patológicas incidentes no entorno das esquadrias e suas possíveis causas.

2.2.1 Conceitos básicos

A construção civil, assim como a alvenaria, de acordo com Thomaz (1990) se desenvolveu acompanhando a própria evolução do homem, mudando da sua forma tradicionalmente pesada, espessa e rígida para as lâminas consideravelmente delgadas dos nossos dias, para os produtos com alta tecnologia e para os processos de produção industrializados. Dessa forma, os especialistas buscavam a concepção de componentes mais baratos, mais resistentes e mais duráveis. Com essa busca excessiva, aliada a evolução das técnicas de projeto e execução de obras, as falhas na construção começaram a surgir com maior frequência.

Lichtenstein (1986) comenta que a preocupação com os problemas dos edifícios é muito antiga podendo-se dizer que nasceu com o próprio ato de construir. Porém, antigamente, essa preocupação não se revestia de caráter sistemático, estando restrita ao estudo de alguns problemas mais comuns, geralmente os que provocavam insegurança estrutural. Sousa (2004) cita o Código de Construção de Hammurabi's criado em 2.200 A.C onde eram impostas punições severas ao construtor caso ocorressem falhas, o que reflete o conceito de responsabilidade inerente à patologia da construção.

Com a intensificação das falhas na construção civil concomitantemente à capacidade de adaptação a novas situações, o homem passou a analisá-las com

maior cuidado, nascendo assim, uma nova “ciência” designada “Patologia das Construções”, que se expressa através da apropriação dos termos mais usuais da medicina como diagnóstico, prognóstico, terapia, entre outros. Tais termos, de acordo com Thomaz (1990) no âmbito da construção civil, podem ser conceituados como:

- Patologia: falha, disfunção, defeito que prejudica a estética ou o desempenho da edificação ou de qualquer uma de suas partes;
- Patologia das construções: “ciência” que procura estudar de forma metodizada, os defeitos da edificação como um todo ou dos materiais, componentes e elementos diagnosticando suas causas e estabelecendo seus mecanismos de evolução, formas de manifestação, medidas de prevenção e recuperação;
- Diagnóstico: determinação das causas, dos mecanismos de formação e da gravidade potencial de um problema patológico, com base na observação das formas de manifestação e na eventual realização de estudos específicos. O diagnóstico, pra que seja bem conduzido, deve envolver vários aspectos como a origem, causas e consequências da manifestação patológica em questão;
- Prognóstico: avaliações ou conjecturas baseadas no diagnostico acerca da duração, evolução ou término do problema;
- Terapia: conjunto de medidas destinadas a sanar um problema patológico;
- Agente: causa imediata que deu origem ao problema patológico como recalque de fundação, movimentações térmicas, sobrecarga, entre outros.

Segundo o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia do Rio Grande do Sul (IBAPE RS) (2013), Patologia das Construções é o estudo de situações, ocorrências, falhas, problemas ou defeitos que comprometem uma ou mais das funções do edifício, ou todo seu conjunto, como se a edificação estivesse mesmo doente e sua doença precisasse ser diagnosticada e tratada. A terapia da patologia, assim como o tratamento na medicina, visa recuperar as funções do edifício.

Os casos de manifestações patológicas de acordo com Thomaz (1990) eram tratados com muita reserva, ao contrário da medicina, pois se encontravam associados a falhas de projeto, erros de concepção, desconhecimento dos sistemas e materiais de construção, fiscalização deficiente dos serviços, etc. Esse fato, aliado

à falta de acompanhamento às obras por parte de seus projetistas e à própria ausência de um sistema de catalogação dos problemas patológicos fez com que o avanço da “ciência patologia das construções” ocorresse de forma muito lenta, repetição de um grande e sucessivo número de erros.

Para a classificação das patologias, Maia Neto, Silva e Carvalho Junior (1999) utilizam como critério as suas origens, que podem ser:

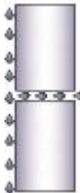
- a) congênitas: originadas na etapa de projeto, em função do detalhamento insuficiente ou deficiente dos elementos construtivos por parte dos profissionais, da não observância das Normas Técnicas, da seleção inadequada dos materiais ou técnicas construtivas que resultam em falhas no detalhamento e concepção do projeto;
- b) construtivas: originadas na fase de execução da obra, resultante da não conformidade entre o que foi projetado e o executado, das alterações inadequadas das especificações do projeto, do emprego de mão-de-obra despreparada, produtos não certificados e ausência de técnica adequada para o procedimento construtivo;
- c) adquiridas: sua origem ocorre durante a fase de utilização da edificação, sendo resultado da exposição ao meio em que se inserem, podendo ser naturais, decorrentes da agressividade do meio, decorrentes da ação humana com a degradação dos materiais por má utilização dos usuários ou de ausência ou insuficiência de manutenção;
- d) acidentais: originadas 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 incêndios.

As manifestações patológicas, independentemente do grau de comprometimento, resultam na impossibilidade de cumprimento das finalidades para os quais foram concebidos, no que se refere a aspectos estéticos, de proteção, de isolamento e de estrutura. Os tipos de manifestações mais encontrados nas edificações são descolamentos de revestimentos e argamassa, eflorescências, fissuras, vesículas, manchas e bolor. (MAIA NETO, SILVA, CARVALHO JUNIOR, 1999; THOMAZ, 1990; IOSHIMOTO, 1988; CINCOTTO, 1988).

2.2.1.1 Penetração de água em paredes no entorno da esquadria

De acordo com Thomaz (1990) em pesquisas realizadas no Brasil, verificou-se que aproximadamente 50% dos problemas que ocorrem em edificações são decorrentes da ação de umidade, e que a umidade de infiltração é responsável por 60% dos casos mencionados. Para que ocorra a penetração de água pelo envoltório da edificação, Iizuka (2001) cita que são necessários três fatores: a existência de água, a existência de acessos nas esquadrias ou na interface janela/parede de vedação podendo ser frestas, vãos ou juntas, e a presença de fenômeno que permite o movimento da água. Tais fenômenos, segundo o autor, são forças que empurram a água provocando a infiltração e estão representados graficamente no Quadro 05 a seguir.

Quadro 05 – Fenômenos da infiltração de água

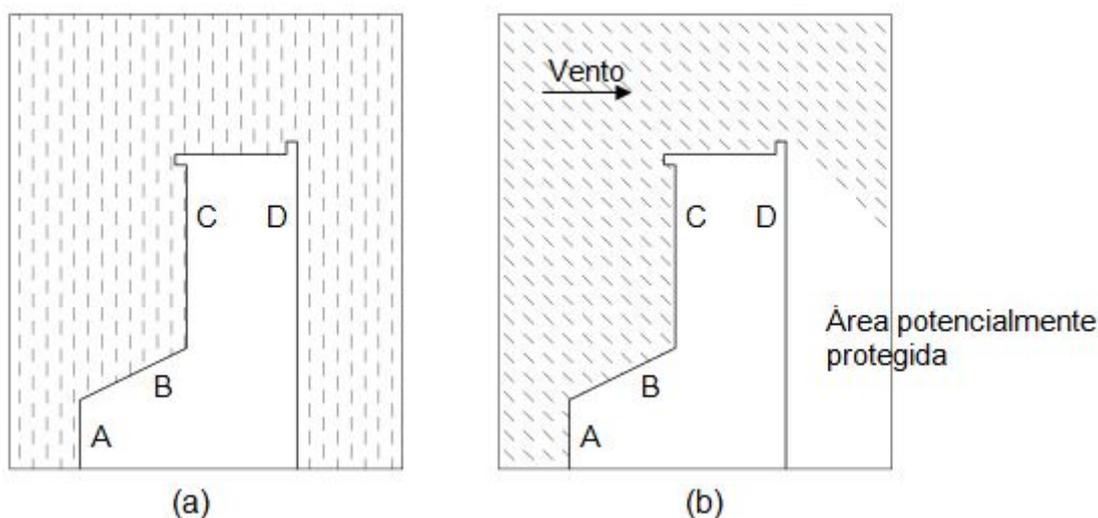
| Fenômenos | | | | | |
|------------|---|--|--|---|---|
| | FORÇA DA GRAVIDADE | TENSÃO SUPERFICIAL | CAPILARIDADE | ENERGIA CINÉTICA | DIFERENÇA DE PRESSÃO |
| Ilustração |  |  |  |  |  |
| Descrição | Caimento da junta favorável à infiltração de água de chuva pelo seu peso próprio. | A água da chuva eu vem escorrendo pela face, infiltra contornando-a e entrando pela junta. | Largura menor que 0,5 mm cria condições favoráveis à ocorrência do fenômeno da capilaridade, permitindo a infiltração da água. | A força do vento e sua energia cinética podem carrear a água para dentro da junta. | A pressão externa maior que a interna favorece a infiltração de água. |

Fonte: Adaptado de IIZUKA, 2001.

Thomaz (1990, p. 110) comenta que a penetração de água não depende exclusivamente da intensidade da chuva, mas também do vento atuante, e que “sem o vento, a chuva cairia verticalmente e pouco molharia as paredes de um edifício, sendo que nenhuma pressão seria exercida sobre a alvenaria”.

A Figura 13 ilustra a influência do vento na direção da chuva e na exposição das paredes. O autor comenta que no caso da chuva sem vento, as paredes A, C, e D só serão afetadas pela água da chuva se a condução das águas pluviais das coberturas e beirais não forem adequadamente projetados. Com a presença do vento, a chuva apresentará uma inclinação atingindo a edificação de modo diferenciado observado na Figura 13(b). Nesta configuração, a parede D poderá estar protegida enquanto as alvenarias A, e C serão atingidas pela água da chuva. Ainda se pode observar que o volume de água incidente sobre a alvenaria B aumentará devido à contribuição da água incidente sobre a parede C que provocará a formação de lâmina de água.

Figura 13 – Influência do vento na direção da chuva e na exposição das paredes (a) sem vento; (b) com vento

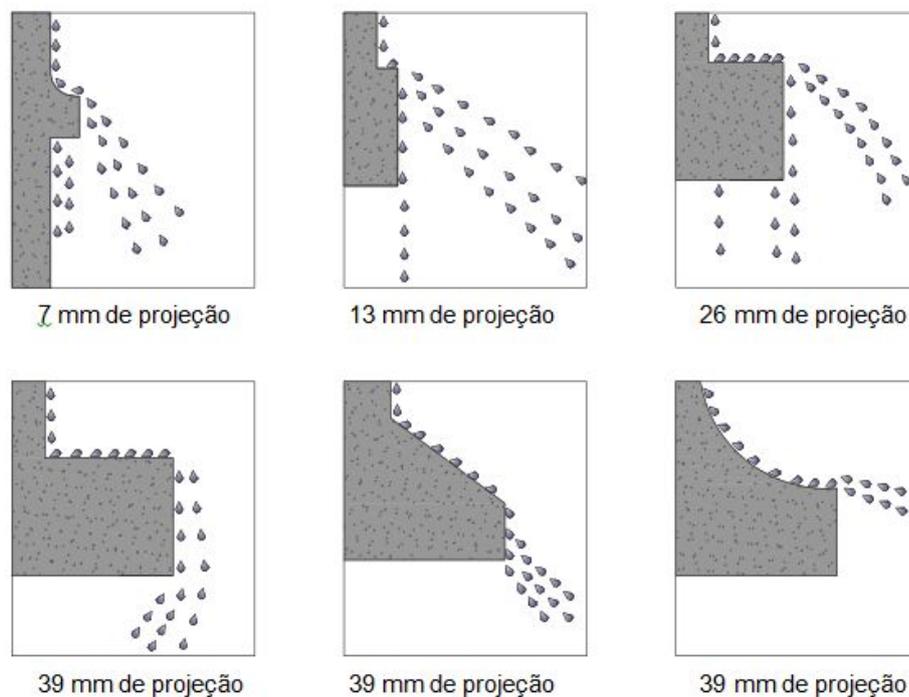


Fonte: Adaptado de THOMAZ, 1990.

Oliveira (2008) explica que o acúmulo de água na fachada em tempos chuvosos provoca manchas e reduz a vida útil dos materiais. Dessa forma, se faz necessário o afastamento das lâminas de água que escorrem pela superfície das paredes a fim de evitar possíveis manifestações patológicas futuras. Para garantir a estanqueidade e diminuir a deterioração das fachadas, Thomaz (1990) sustenta que se deve agir no sentido de dissipar as concentrações de água, efetuar um controle eficiente dos fluxos de água que atuam sobre a superfície dos edifícios, e proteger as partes vulneráveis da edificação, onde possa ocorrer a penetração de água.

Os detalhes de acabamento das fachadas podem ser utilizados como mecanismos para a dissipação das concentrações de água na superfície das paredes, devendo ter forma, tamanho e posicionamento adequado. Como exemplos, podem ser citados molduras, ressaltos, frisos, bunhas, pingadeiras e peitoris. Segundo Thomaz (1990, p. 111), “alguns estudos têm mostrado que pequenas saliências ou projeções na superfície das paredes conseguem reduzir o volume de água que escorre sobre as mesmas em até 50%”. A Figura 14 apresenta saliências que provocam o descolamento dos fluxos de água da superfície da fachada.

Figura 14 – Diagramas dos fluxos de água em ressaltos com diferentes geometrias



Fonte: Adaptado de THOMAZ, 1990.

A penetração de umidade por meio dos componentes de alvenaria de acordo com Thomaz (1990) irá depender dos seguintes fatores:

- Espessura e rugosidade da parede (superfícies mais lisas facilitam a formação de lâminas de água).
- Qualidade do tratamento superficial.
- Tratamento arquitetônico da fachada (presença ou ausência de frisos, pingadeiras, etc.).
- Orientação da fachada. (em relação aos ventos dominantes).

- Intensidade e duração das precipitações.
- Propriedades do material constituinte dos componentes de alvenaria.

Além dos problemas de proliferação de microrganismos nocivos à saúde, a penetração de água causa expansões e contrações na posterior secagem de tais componentes, conduzindo à possível fissuração da parede, configurando assim, outra tipologia de manifestação patológica.

2.2.2 Estudos das manifestações patológicas nas edificações

Percebendo a necessidade de organizar, consolidar e ampliar os conhecimentos na área de patologias das construções, de acordo com Lichtenstein (1986) os organismos internacionais de pesquisa procuraram atuar sobre a questão. Para início de estudos, foram realizados levantamentos a fim de verificar a situação dos edifícios em uso. Os primeiros resultados exibiram um grande número de edifícios com baixo desempenho, mesmo nos países com longa tradição de construir bem.

Ioshimoto (1988), Sabbatini e Baía (2000), Thomaz (1990), Maia Neto, Silva e Carvalho Junior (1999) consideram que a origem da ocorrência de problemas patológicos pode ser dada em uma das fases de produção e/ou utilização das edificações e que a sua incidência está relacionada com o nível de controle de qualidade realizado nas etapas de planejamento, de projeto, de materiais e componentes, de execução e de uso. Esta classificação foi utilizada em diversas pesquisas para designar a procedência das manifestações patológicas.

A Tabela 02 apresenta a origem das falhas nas edificações de países distintos em pesquisas realizadas do período de 1974 a 1977. Como resultado, os estudos apontavam que, em todos os países, a origem das falhas estava primeiramente ligada a erros na concepção dos projetos.

Tabela 02 – Resultados de pesquisas estrangeiras sobre a origem das falhas em edificações no período de 1974 a 1977

| Origem das falhas | País e período de pesquisa | | | | | |
|------------------------|----------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|
| | Bélgica 1974/1975 | Bélgica 1976/1977 | Grã-Bretanha 1970/1977 | República Fed. Alemã 1970/1977 | Dinamarca 1972/1977 | Romênia 1971/1977 |
| Projeto | 49 | 46 | 39 | 37 | 36 | 37 |
| Execução | 22 | 22 | 29 | 30 | 22 | 19 |
| Defeitos dos Materiais | 15 | 15 | 11 | 14 | 25 | 22 |
| Erros de Utilização | 09 | 08 | 10 | 11 | 09 | 11 |
| Diversos | 05 | 09 | 01 | 08 | 08 | 11 |

Fonte: PICCHI, 1986.

Dentre as pesquisas realizadas, Lichtenstein (1986) enfatiza que algumas instituições merecem destaque pelo seu esforço como o Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTS) na Bélgica, o Building Research Establishment (BRE) na Inglaterra, a Association pour L'étude de la Pathologie et de L'entretien du Bâtiment (EPEBAT) na França, entre outros.

A Tabela 3 a seguir é uma compilação de dados de pesquisas publicadas em diferentes países exibindo as causas dos problemas patológicos em edificações com estruturas de concreto. Cabe ressaltar que a classificação-padrão relacionada às origens das manifestações patológicas não é seguida por todos os autores, dessa forma, Ripper e Souza (1998) justificam as lacunas encontradas na tabela. Da mesma forma, em algumas pesquisas a soma percentual das parcelas é superior a 100, pois alguns autores consideram determinado problema como resultante de mais de uma causa.

Os estudos mostraram semelhança com os resultados obtidos nas pesquisas de 1970 onde a origem das falhas está, maiormente, na concepção de projeto e execução, seguidos de problemas devido à má utilização dos edifícios pelos usuários e falhas dos materiais empregados.

Tabela 03 – Causas dos problemas patológicos em edificações

| Fonte de pesquisa | Ano da Pesquisa | Concepção e Projeto | Materiais | Execução | Utilização e Outras |
|-------------------------|-----------------|---------------------|-----------|----------|---------------------|
| L.E.M.I.T (Venezuela) | 1965-1975 | 19 | 5 | 57 | 19 |
| B.R.E.A.S (Reino Unido) | 1972 | 58 | 12 | 35 | 11 |
| Bureau Securitas | 1972 | 88 | | | 12 |
| Jean Blévoit (França) | 1974 | 35 | - | 65 | - |
| E.N.R. (USA) | 1968-1978 | 9 | 6 | 75 | 10 |
| D. E. Allen (Canadá) | 1979 | 55 | 49 | | - |
| S.I.A. (Suíça) | 1979 | 46 | - | 44 | 10 |
| C.E.B. Boletim 157 | 1982 | 50 | 40 | | 10 |
| C.S.T.C. (Bélgica) | 1991 | 46 | 15 | 22 | 17 |
| FAAP - Verçoza (Brasil) | 1991 | 18 | 6 | 52 | 24 |
| Dov Kaminitzky | 1991 | 51 | 40 | | 16 |
| Edward Grunau | 1992 | 44 | 18 | 28 | 10 |

Fonte: RIPPER e SOUZA, 1998.

De acordo com Thomaz (1989) em uma pesquisa desenvolvida pelo CSTS, na Bélgica, com base na análise de 1.800 problemas patológicos chegou-se a conclusão de que a maior parte, 46%, tinham como origem as falhas de projeto, seguida pelas falhas de execução, correspondendo a 22%, e 15% que tiveram como origem a qualidade inadequada dos materiais de construção empregados em obra. Lourenço (2005) afirma que em Portugal, as fissuras e infiltrações correspondem a quase 90% do total de manifestações patológicas incidentes nas paredes de alvenaria, situação semelhante à observada na França e Espanha.

Em geral, de acordo com Sousa (2004), os dados disponíveis resultam da análise dos registros de patologias efetuada no âmbito de trabalho de investigação, realizados por instituições que estudam o problema da patologia da construção.

Além do procedimento de pesquisa, outros dados são disponibilizados pela Agence Qualité Construction (AQC), organismo responsável pelo programa de qualidade na construção, na França. A AQC criou um mecanismo de coleta e análise dos problemas patológicos declarados às companhias seguradoras, o sistema "Système de Collecte des Désordres" (SYCODÉS), no âmbito da garantia de seguros de reparação de danos, obrigatórios na França desde 1978. Na análise realizada pelo SYCODÉS, além da descrição da manifestação patológica, é identificada sua origem, bem como o custo de reparação de danos. No mecanismo

de análise SYCODÉS, 39 mil casos foram analisados por peritos entre 1999 e 2001 na França.

A Tabela 04 mostra os principais problemas patológicos encontrados na análise evidenciando a maior recorrência de problemas de estanqueidade à água, seguido de problemas de utilização, estabilidade, e falta de isolamento térmico e acústico.

Tabela 04 – Principais manifestações patológicas observadas através da análise realizada pelo SYCODÉS

| Principais Causas | Ocorrência (%) |
|--|----------------|
| Problemas de estanqueidade à água | 62 |
| Problemas de utilização | 24 |
| Problemas de estabilidade | 10 |
| Problemas de isolamento (térmico e acústico) | 4 |

Fonte: Adaptado de SOUSA, 2004.

Dessa forma, a Tabela 05 apresenta as principais causas que, de acordo com a perícia do profissional responsável pela análise, foi a que conduziu, de forma mais significativa, às manifestações patológicas.

Tabela 05 – Principais causas das manifestações patológicas observadas através da análise realizada pelo SYCODÉS

| Principais Causas | Ocorrência (%) |
|-----------------------|----------------|
| Falha de projeto | 11 |
| Defeito dos materiais | 5 |
| Falha de execução | 79 |
| Erros de utilização | 1 |
| Outras | 3 |

Fonte: Adaptado de SOUSA, 2004.

Mesmo que as causas e as responsabilidades sejam múltiplas e de difícil definição, pode-se observar na tabela que a maior incidência de problemas patológicos aponta as falhas na execução como principal agente causador, diferente dos estudos apresentados anteriormente. Este fato pode ser associado ao grande

índice de problemas ligados à estanqueidade à água, onde a falha ocorre na fase de execução do projeto.

Na pesquisa, ainda foram analisados os problemas patológicos em função dos elementos construtivos nos quais as manifestações foram encontradas. Na Tabela 06, verifica-se que 54% correspondem às manifestações que ocorrem na envolvente da edificação (coberturas, fachadas e vãos envidraçados), sendo que 20%, a maior percentagem, corresponde ao elemento fachada e 8% aos vãos envidraçados. Sousa (2004) salienta que a maioria dos problemas observados nos vãos envidraçados é inerente ao deficiente tratamento da ligação dos vãos com o envoltório da edificação.

Tabela 06 – Elementos construtivos “causadores” dos danos observados através da análise realizada pelo SYCODÉS

| Elemento Construtivo | Ocorrência (%) |
|-----------------------------|-----------------------|
| Infraestruturas | 6% |
| Cobertura inclinada | 15% |
| Vãos envidraçados | 8% |
| Fundações | 8% |
| Cobertura em terraço | 11% |
| Envolvente interior | 11% |
| Estrutura de suporte | 5% |
| Fachada | 20% |
| Equipamentos | 16% |

Fonte: Adaptado de SOUSA, 2004.

As manifestações patológicas mais decorrentes encontradas nas fachadas foram fissuras por retração da argamassa e concreto que, como consequência, conduziram à degradação do revestimento, que deixou de assegurar a estanqueidade da fachada. Nos vãos envidraçados, foram observadas as patologias relativas às falhas na própria caixilharia, seja por erros de execução ou má qualidade dos componentes constituintes da janela, ou inerentes ao deficiente tratamento da ligação dos vãos com a envolvente, o que constituiu a grande maioria dos problemas observados.

Sousa (2004) comenta que não existe, em Portugal, um sistema efetivo de seguros que permita a coleta de dados e a análise estatística do problema da

patologia da construção. Contudo, a autora afirma que é considerado que o principal problema patológico que afeta a envolvente dos edifícios está ligado à falta de estanqueidade á água e enfatiza:

Relativamente aos elementos construtivos, admite-se que a fachada e as coberturas serão, sem dúvida, os elementos que mais estarão na origem das patologias, tal como no caso francês. No entanto, considera-se que os vãos envidraçados terão também um peso significativo, tendo em atenção que não existe tradição de aplicação de caixilharias classificadas em Portugal. (SOUSA, 2004, p. 17).

O registro das manifestações patológicas e a análise dos motivos que lhe deram origem, bem como a sua divulgação, são fundamentais para o conhecimento das patologias mais recorrentes e para solucionar os problemas que afetam as edificações.

De forma a sistematizar as informações disponíveis, diversos países publicaram pesquisas de caráter técnico-científicas relativas à patologia da construção. O Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa (LNEC), no seu 1º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação, em junho de 1985, apresentou a metodologia que seria adotada para a elaboração de “Fichas de Reparação de Patologias” que estariam agrupadas nas categorias anomalias estruturais, anomalias não estruturais, instalações e equipamentos. Algumas fichas foram publicadas como exemplo.

No Reino Unido, o Departamento de Prevenção de Defeitos na Construção do BRE, organização especialista em edifícios, elaborou 144 fichas denominadas “Defect Action Sheet” entre maio de 1982 e março de 1990. O objetivo das fichas era de informar os projetistas no sentido de definir e corrigir os defeitos registrados pelos especialistas desta instituição. Nelas, constavam informações como a descrição da patologia, da causa, medidas de prevenção e leituras complementares. O BRE ainda publica periodicamente guias práticos como o “Good Repair Guides” que trata das patologias das construções auxiliando na identificação, diagnóstico e a reparação de edifícios do Reino Unido.

A “Agence Qualité Construction” (AQC) em associação com a “Foundation Excellence SMA”, do grupo SMABTP elaboraram as “Fiches Pathologie du Bâtiment”. Tais fichas foram desenvolvidas tendo como base os resultados da análise de manifestações patológicas declarados às companhias seguradoras da

França. Desde 1991, foram publicadas 67 “Fichas de Patologias”. O agrupamento das fichas é dado em função dos elementos construtivos afetados como: fundações e infraestruturas, estrutura de suporte, envolvente e revestimentos externos, coberturas e estruturas de suporte, acabamentos interiores e equipamentos.

Os conceitos de manifestações patológicas são homogeneizados com a criação pelo Conceil International Du Bâtiment (CIB), de uma nova comissão de trabalho denominada W086. A comissão tem como objetivo a aprendizagem de patologias em construções antigas para incentivar a aplicação sistemática desse conhecimento para a concepção, construção e gestão de edificações. Na publicação nº 155, de junho de 1993, a comissão apresentou um modelo de fichas de patologia denominadas “Cases of Failure Information Sheet”. Em junho de 1999, foi proposta a criação de um fórum aberto para publicação de estudos de casos de patologia, denominado “Building Pathology Forum”.

Em Portugal, o Grupo de Estudos da Patologia da Construção (PATORREB), da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, com base na pesquisa de Sousa (2004), desenvolveu um Catálogo de Patologias online com o intuito de divulgar as informações disponíveis na área de patologia e da reabilitação de edifícios. O site, disponível desde junho de 2004 possui 96 fichas de patologias publicadas.

2.2.2.1 Estudo das patologias na construção no Brasil

Silva e Jonov (2008) salientam que a preocupação com o desenvolvimento de estudos na área de patologia nas edificações ganhou importância no Brasil na década de 1970 após o desabamento do Pavilhão de Exposições da Gameleira, em Belo Horizonte e do trecho do Elevado Engenheiro Freyssinet, conhecido como viaduto Paulo de Frontin, no Rio de Janeiro. A partir daí, os estudos dos sintomas, causas e consequências das deficiências das construções são introduzidos nos currículos das escolas de engenharia e tem os seus primeiros avanços no país.

No livro publicado em 1989, Thomaz (1989, p. 17) relata que no Brasil, com ressalva de alguns levantamentos realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), “não se tem notícia da compilação de dados sobre as origens dos problemas patológicos nos edifícios e sobre suas formas mais típicas de manifestação” e considera que a ausência de tais registros retarda o

desenvolvimento da técnica de projetar e construir por não haver a possibilidade de evitar erros que já foram cometidos e repetidos no passado.

Sobre os primeiros estudos realizados pelo IPT, Perez (1988) menciona que em 1976, foi desenvolvida uma pesquisa sobre umidade nas construções no Conjunto Habitacional do Bororé, na cidade de São Paulo. No levantamento, foi contatado em média, três problemas de umidade por casa visitada. Com isso, a preocupação dos técnicos da Divisão de Edificações do IPT em realizar estudos sistemáticos sobre as manifestações patológicas foi crescendo significativamente.

Ioshimoto (1988) relata que com esta preocupação, em 1979, foi desenvolvido o projeto “Patologia na Construção”, patrocinado pela Secretaria de Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo (SICCT), tendo como objetivo sistematizar a catalogação dos problemas patológicos. No levantamento, realizado em 1980, foram visitados 462 unidades de 36 conjuntos habitacionais em 24 cidades no interior do Estado de São Paulo onde foi encontrada a distribuição de problemas como umidade, variando de 37% a 86%, trincas com variação de 12% a 35% e descolamento de revestimentos de 0% a 29%. A variação de porcentagem é dada em função da análise de comparação, onde as edificações foram agrupadas por classes de idade e tipo de construção.

Com os resultados desta pesquisa Perez (1988, p. 571) conclui que “os problemas de umidade, além de serem frequentes, representam quase 60% dos problemas de uma edificação durante a sua vida útil” e Ioshimoto (1988, p. 545) afirma que com esta coleta foi possível “subsidiar o início de outros trabalhos na área e verificar a incidência de problemas principais que afetam as edificações habitacionais no Estado de São Paulo”.

Para a sistemática da catalogação dos dados, segundo Ioshimoto (1988), o IPT consultou entidades estrangeiras e órgãos construtores que já possuíam vasto conhecimento e estudo sobre os problemas que ocorrem em edificações. Dentre eles, pode ser citado o Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTS), em Bruxelas, Bélgica; a Association pour L'étude de la Pathologie et de L'entretien du Bâtiment (EPEBAT), em Paris, França; a Cohab-Companhia Metropolitana de Habitação em São Paulo, e o Instituto de Orientação às Cooperativas Habitacionais de São Paulo (INOCOOP). A partir das informações do estudo bibliográfico, foi possível estabelecer quais dados seriam necessários para caracterizar os problemas durante o levantamento.

Gomes (1997, apud MAGALHÃES, 2004) desenvolveu um estudo sobre as manifestações patológicas em fachadas de edifícios na orla de Maceió, no Estado de Alagoas, onde constatou que apenas 17% das edificações não apresentavam manifestações patológicas. No restante, o principal sintoma observado nas eram as fissuras, com 34%, tendo ainda a incidência de 28% de manchas, 17% de descolamentos e 4% de outras manifestações.

Richter (2007) analisou a relação das não conformidades do processo construtivo de alvenaria estrutural em dezesseis empreendimentos habitacionais de baixa renda com a confiabilidade e conformidade do produto no estado do Rio Grande do Sul. Para mensurar tais características, foi proposto um método de análise sistemático por observação direta de manifestações patológicas que teve como base uma ferramenta desenvolvida pelo Ministério de Vivendas Básicas y Urbanismo (CHILE, 2004).

Entre as análises realizadas na pesquisa, foram avaliadas as consequências das manifestações patológicas, a percepção dos usuários e a influência da orientação solar e posição vertical da habitação. Como resultado, dentre as manifestações patológicas encontradas, 59,3% das manifestações observadas foram de grau médio, permitindo a passagem de umidade para a edificação, 40,6% do total foram de grau baixo, comprometendo apenas a estética, e 0,1% das manifestações foram classificadas como de alto grau, comprometendo as estruturas. As principais formas de manifestações patológicas identificadas nos empreendimentos concluídos foram fissuras e umidade por infiltração.

Moch (2009) em sua pesquisa estudou as manifestações patológicas incidentes no entorno das aberturas, portas e janelas, de conjuntos habitacionais construídos em alvenaria estrutural modular no Rio Grande do Sul. Foram coletados os dados de nove empreendimentos totalizando 147 unidades em oito cidades do estado. A ferramenta de análise empregada foi uma adaptação do método utilizado por Richter (2007). A pesquisa concluiu que o percentual de número de ocorrências de manifestações patológicas no entorno das esquadrias representa 32,5% do total, sendo o local com maior incidência neste sistema construtivo. O autor encerra seu trabalho com a sugestão de uma proposta básica de solução para a conexão janela/alvenaria por meio da utilização de um componente de conectividade na interface que incorpora não apenas as funções do contramarco, mas também de verga e contraverga.

O elemento de conexão proposto por Moch (2009) e pelo grupo de pesquisa NORIE/UFRGS, denominado Elemento de integração (EI), foi tema de estudo de Zuchetti (2010) onde o mesmo foi avaliado por sua construtibilidade. Os resultados demonstraram a adequação do EI ao sistema construtivo como alternativa para minimizar a incidência de manifestações patológicas na interface esquadria/alvenaria.

Em meios às pesquisas científicas, em 2005 foi fundada a Associação Brasileira de Patologia das Construções (ALCONPAT BRASIL) como um membro coletivo fundador da Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción (ALCONPAT INTERNATIONAL), sediada em Madrid, Espanha. Esta, fundada 1991, na cidade de Córdoba, Argentina, sob a denominação de Q+ PARECO, foi criada para congregar todos os profissionais e pesquisadores da área de Patologia das Construções da América Latina e já promoveu dez congressos com mais de 2.700 profissionais.

A ALCONPAT BRASIL visa reunir objetivos culturais de interesse público através da organização de atividades técnico-científicas, nas áreas de Controle de Qualidade e Patologia e Recuperação da Construção, sendo responsável por eventos como o Congresso Internacional de Patologia e Recuperação de Estruturas (CINPAR) e o Congresso Latino-Americano de Patologia da Construção (CONPAT).

2.2.3 Manifestações patológicas incidentes no entorno das esquadrias e suas possíveis causas

Nesta seção serão apresentadas as manifestações patológicas incidentes no entorno das esquadrias encontradas na literatura, suas características, configurações típicas e possíveis causas. Os problemas patológicos abordados nesta pesquisa são, segundo a classificação de Maia Neto, Silva e Carvalho Junior (1999), considerados de origens congênitas, construtivas e adquiridas. Estão excluídas desta pesquisa as manifestações patológicas acidentais, que originam-se devido a ocorrência de algum fenômeno atípico.

Os registros fotográficos para a ilustração de tais manifestações foram efetuados na cidade de Santa Maria. As imagens feitas no campus da Universidade Federal de Santa Maria foram realizadas com o consentimento da instituição. A

autorização de uso de imagem para os fins da presente pesquisa segue como Apêndice A.

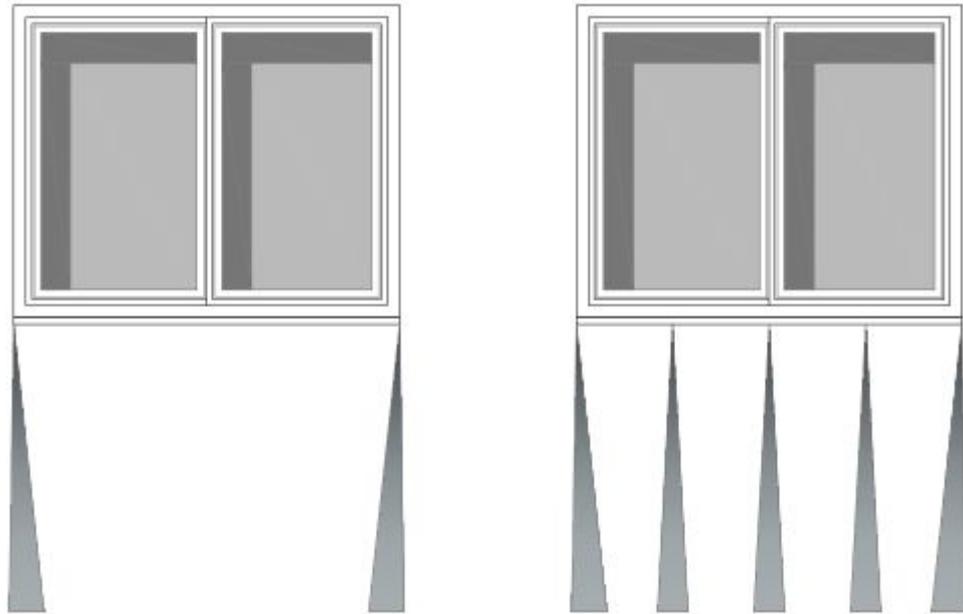
O Anexo A apresenta de forma resumida as informações descritas nesta seção visando sintetizar os dados que serão utilizados como referência para a pesquisa proposta.

2.2.3.1 Manchamento da superfície de fachada por carreamento de partículas

Quando a água em deslocamento se enriquece de elementos sólidos como a poeira, o seu poder abrasivo é aumentado pelo atrito que exerce. Carrié et. al (1975, apud PETRUCCI, 2000) explica que quando os rastros estão marcados na superfície, as trajetórias, que surgiram de forma aleatória, tendem a consolidar-se, iniciando um processo de maior abrasão, maior concentração de fluxo, que induz o incremento do rastro produzido. Como a velocidade do deslocamento da água não é suficiente para carregar toda a poeira, as partículas de sujeira podem depositar-se sobre a superfície da parede, especialmente sobre as trajetórias preferentes (PETRUCCI, 2000).

Relacionado à penetração de umidade, Oliveira (2008) ressalta que é necessário se atentar para a natureza higroscópica dos materiais de revestimento da fachada. Quanto mais atração molecular pela água, maior será a retenção de umidade que conseqüentemente contribuirá para o surgimento de manchas ocasionadas pelo carreamento de partículas na superfície da fachada (Figura 15).

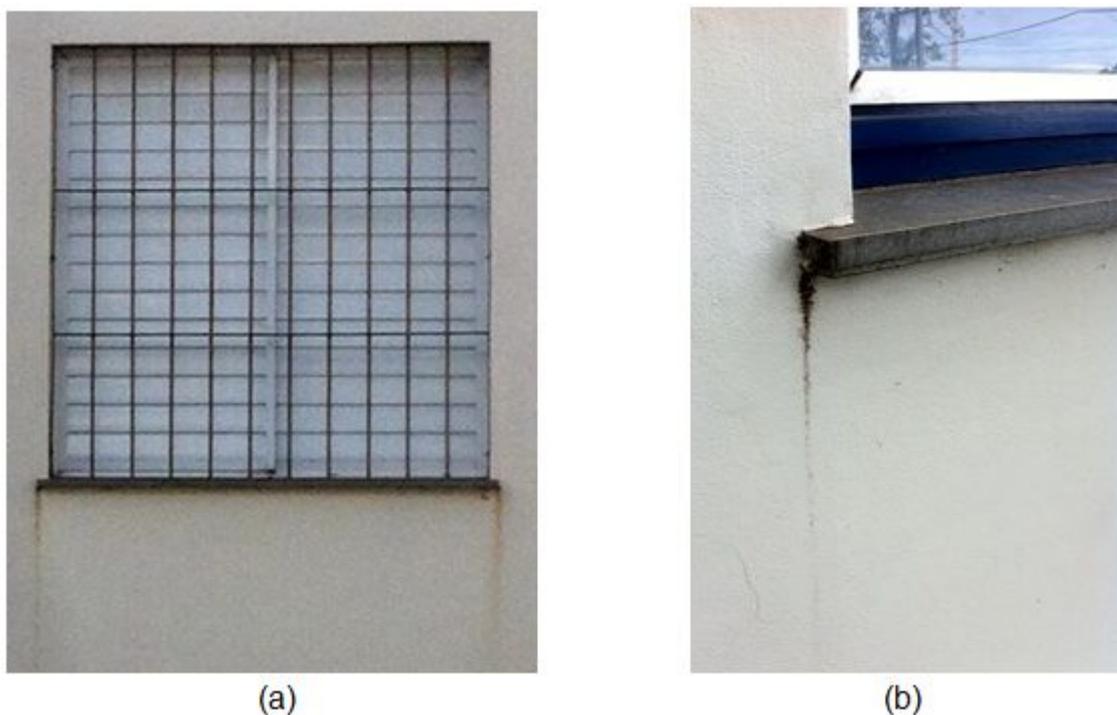
Figura 15 - Manchamento do revestimento na região próxima às extremidades do peitoril



Fonte: Autora.

- Manchamento da região próxima às extremidades do peitoril: Esta manifestação é caracterizada pela formação de manchas na face externa da edificação, próximo às extremidades do peitoril como ilustra a Figura 16. O acúmulo de pó e sujeira nas superfícies horizontais e/ou arestas laterais da janela escorrem com a água da chuva e acabam por se instalar na fachada. Este acúmulo de umidade forma manchas, que além de danificar a estética da edificação, compromete a vida útil dos materiais. A possível causa desta manifestação patológica, segundo Moch (2009), é o prolongamento longitudinal insuficiente do peitoril.

Figura 16 – Configurações típicas de manchamento do revestimento na região próxima às extremidades do peitoril



Fonte: Autora.

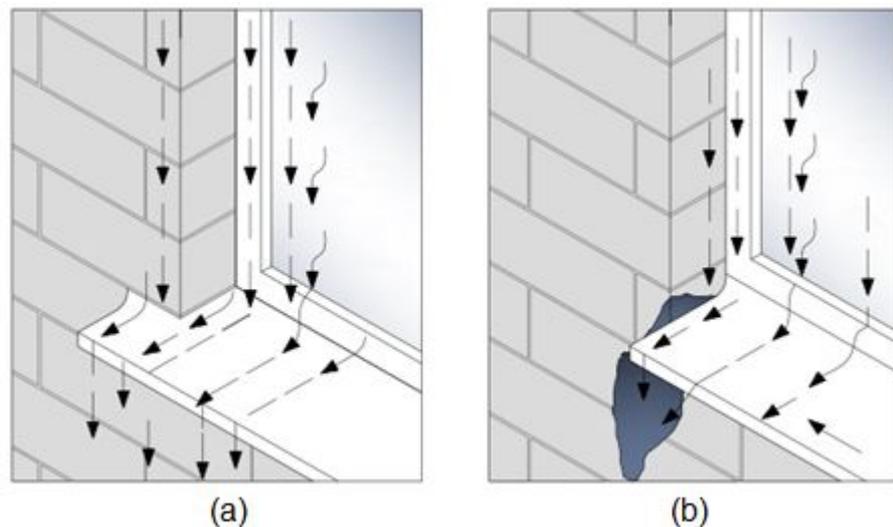
- a) prolongamento longitudinal insuficiente do peitoril: Costa (2005, p. 41) cita que “o avanço lateral do peitoril evita que o fluxo de água se concentre nas laterais desse elemento”. Nos sistemas construtivos em alvenaria modular, este problema está ligado a conflitos relacionados à modulação.

Geralmente, para que haja um prolongamento adequado é necessária a quebra da quina dos dois blocos que coincidem com as extremidades do peitoril para que este seja inserido à parede, garantindo-se transpasse em relação às arestas das faces laterais ao vão da janela. (MOCH, 2009, p.105).

Como esta quebra das arestas de blocos é uma tarefa minuciosa que requer tempo e cuidados, muitas vezes não é realizada em função do aceleramento da produção. Além do agravante do não cumprimento às especificações de projeto, ou ainda falta de cuidados com a execução de quebra das arestas dos blocos, a causa dessa manifestação pode ser também por inexistência de detalhes construtivos e especificação do projetista do componente peitoril.

Oliveira (2008) destaca que a adoção de medidas para a dissipação de água deve ser feita em toda a fachada e não apenas na janela. Em fachadas com revestimento em argamassa, podem ser utilizados recursos auxiliares para a dissipação de água evitando a incidência direta sobre as esquadrias. A Figura 17 ilustra o caso de peitoris de janelas mal projetados, onde a água incidente sobre a superfície envidraçada da janela pode resultar em fluxos laterais ao peitoril provocando manchas na fachada e umedecimento localizado da parede.

Figura 17 – (a) o fluxo é defletido para fora da fachada; (b) a água concentra-se nas laterais do peitoril, provocando manchas de umidade e sujeira na fachada



Fonte: Adaptado de THOMAZ, 1990.

- Manchamento da região sob a face inferior do peitoril: manifestação caracterizada pela manchamento da região sob a face inferior do peitoril (Figura 18). Petrucci (2000) denomina a configuração desta manifestação patológica como “dentes de serra”, cujos tamanhos estão relacionados com a textura e porosidade do revestimento. Sua causa está associada ao prolongamento transversal insuficiente do peitoril, ineficácia ou inexistência de lacrimal e ainda influenciada pela insuficiente declividade transversal do peitoril (MOCH, 2009).

Figura 18 – Configurações típicas de manchamento de revestimento na região abaixo do peitoril (a) revestimento cerâmico; (b) revestimento em argamassa



Fonte: Autora.

- a) prolongamento transversal insuficiente do peitoril: Oliveira (2008) destaca que os deslizamentos de lâminas de água devem ser afastados da fachada através da descontinuidade de planos causando alterações no fluxo da água. Tais alterações podem ser obtidas com a instalação de peitoris dotados de pingadeira, com um prolongamento transversal significativo em relação à superfície externa de revestimento de fachada. Ripper (1984) recomenda que o peitoril deva ter de três a quatro centímetros de projeção para fora da face externa da parede, assim como a presença de pingadeira, para que a água ao cair, não atinja o revestimento externo, manchando-o, lavando a poeira que se acumulou no peitoril. Este exemplo de manifestação patológica é ilustrado pela Figura 19.

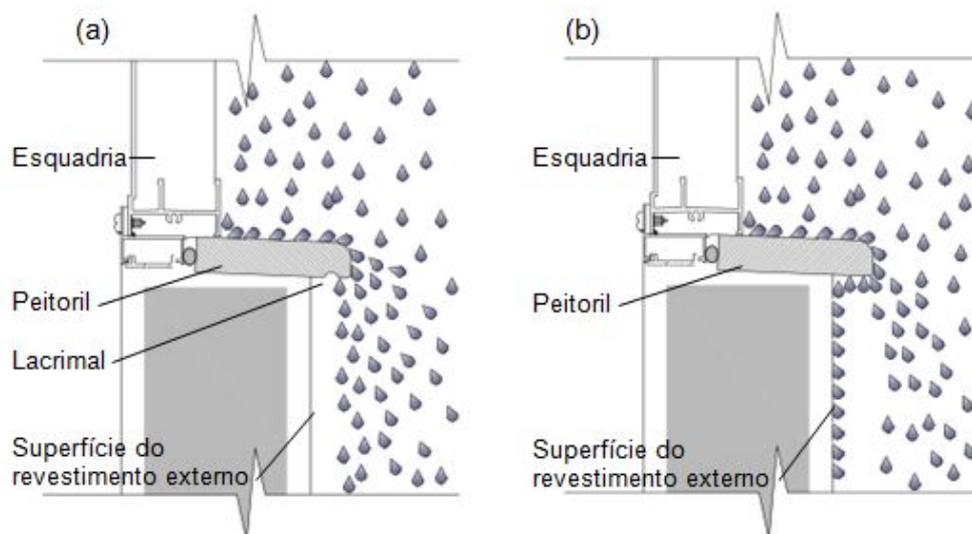
Figura 19 - Manchamento de revestimento devido ao insuficiente prolongamento transversal do peitoril



Fonte:Autora.

b) ineficácia ou inexistência de lacrimal: O lacrimal, vinco abaixo da pingadeira, segundo Moch (2009) tem a função de interceptar a lâmina d'água cortando o fluxo que tende a escorrer pela face inferior do peitoril. Assim, os pingos se projetam afastados da fachada evitando a contaminação da parede por partículas de sujeira. A Figura 20 mostra o mecanismo de corte do fluxo d'água pela presença e ausência de lacrimal no peitoril.

Figura 20 - Esquema ilustrativo de peitoris (a) com lacrimal (b) sem lacrimal



Fonte:Autora.

c) declividade transversal do peitoril insuficiente: Além das dimensões adequadas, é importante que o peitoril seja constituído de material de baixa porosidade, tenha o caimento para o lado externo e declividade suficiente para impedir que o fluxo d'água adentre a edificação. CICHELERO (2014) recomenda que o peitoril possua inclinação mínima de dois por cento para que haja não só o escoamento da água da chuva como também da poeira acumulada sobre o peitoril.

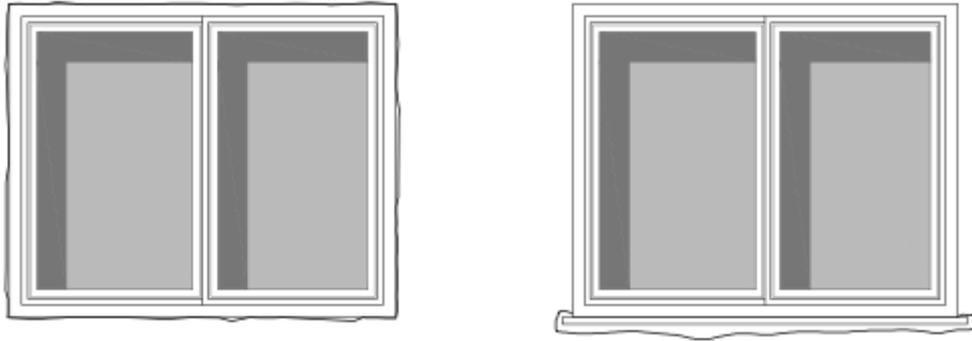
Moch (2009) reforça que as possíveis falhas em relação ao dimensionamento e características do peitoril podem ocorrer na fase de projeto, por inexistência ou erro na especificação do elemento, e na fase de execução, caso as especificações dadas pelo projetista não tenham sido cumpridas.

2.2.3.2 Fissura

Dentre as inúmeras manifestações patológicas que afetam as edificações, as trincas e fissuras merecem destaque, pois possuem grande incidência nas paredes de vedação (Figura 21). Segundo Sabbatini e Baía (2000) as fissuras e trincas que surgem na região de entorno das esquadrias afetam diretamente o desempenho em relação à durabilidade, estanqueidade à água e ar e isolamento acústica. Thomaz (1989) enfatiza que a presença de trincas ou fissuras além de comprometer o desempenho da edificação, causa constrangimento psicológico aos seus usuários.

ABCI (1991) considera que a heterogeneidade dos materiais empregados na construção é um fator de importante influência na fissuração. Segundo Thomaz (1989, p. 17) a fissuração é provocada por “tensões oriundas de atuação de sobrecargas ou de movimentações de materiais, dos componentes ou da obra como um todo”. Na pesquisa, serão consideradas apenas as fissuras provocadas por variações térmicas, de umidade e por retração de produtos à base de ligantes hidráulicos.

Figura 21 – Configurações típicas de fissuras em janelas



Fonte: Autora.

- Fissura horizontal sob o peitoril: a fissura horizontal sob o peitoril incide na conexão entre o peitoril e o sistema de fechamento da parede. Pode ocorrer na face externa da edificação, interna ou externa e interna conjuntamente ilustrada pela Figura 22. As possíveis causas das fissuras são a ineficácia do peitoril resultando em infiltração e retração por absorção de umidade, e o preenchimento excessivo do espaço entre o peitoril e a parede de vedação. (MOCH, 2009).

Figura 22 - Configuração típica de fissura horizontal sob o peitoril



Fonte: Autora.

- a) ineficácia do peitoril: dimensões inadequadas do peitoril causam trincas devido à absorção de umidade, visto que a região é propícia a infiltrações. Segundo Thomaz (1989) isto ocorre por mudanças higroscópicas que

provocam variações dimensionais nos materiais porosos que integram os elementos e componentes da construção. A argamassa, que faz a ligação da parede de fechamento com o peitoril, com o aumento do teor de umidade produz uma expansão enquanto que a diminuição desse teor provoca uma contração. O material que não tem contato com a água permanece com o seu volume inalterado restringindo a movimentação e ocasionando a fissura (Figura 23).

Figura 23 – Fissura causada pela absorção de umidade causada pela ineficácia do peitoril



Fonte: Autora.

b) preenchimento excessivo do espaço entre o peitoril e a parede de vedação: Moch (2009), em sua pesquisa, constatou que é comum em obras, a aplicação de uma espessa camada de argamassa sob a face inferior do peitoril. Esta prática causa uma fissura na parte externa da edificação que, muitas vezes, se prolonga na extremidade do peitoril em forma de curva. Esta fissuração ocorre devido à retração sofrida pela argamassa. Tal manifestação patológica também pode ser observada na instalação da pingadeira. Por vezes, é necessário realizar a quebra das arestas dos blocos ou blocos cerâmicos. Quando a quebra é demasiada como ilustra a Figura 24(a), o preenchimento se torna excessivo ocasionando infiltração e fissura por retração da densa camada de preenchimento ilustrado pela Figura 24(b).

Figura 24 – (a) quebra de blocos para a instalação de peitoril; (b) fissura por retração da camada de argamassa



(a)



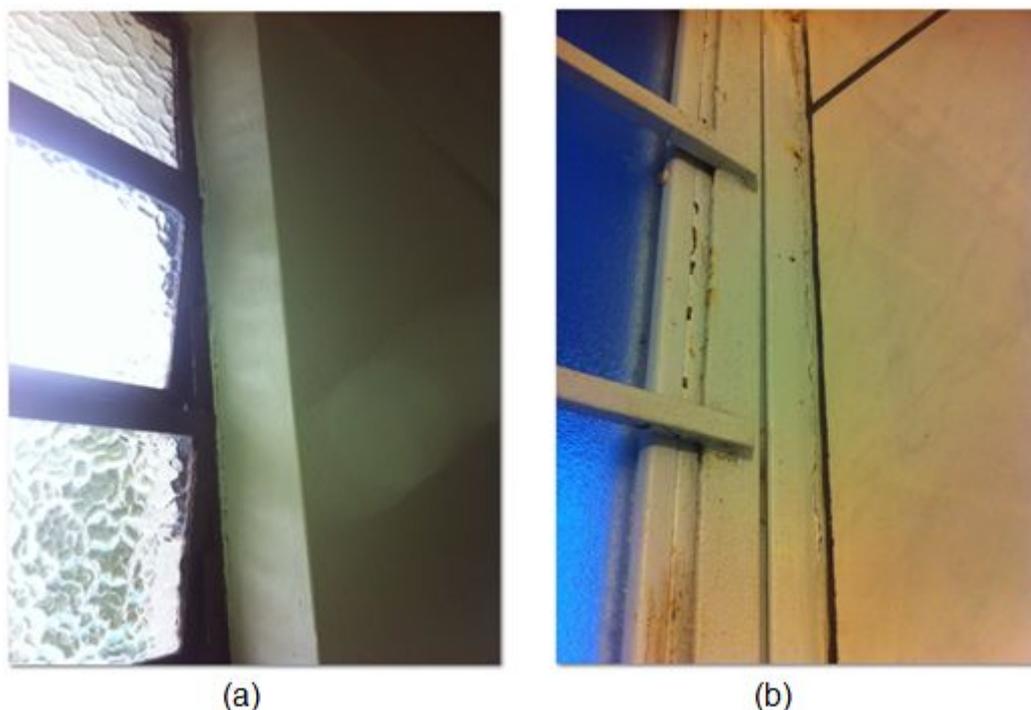
(b)

Fonte: (a) FERNANDES, 2012. (b) Autora.

Thomaz (1989, p. 42) comenta que a fissuração dos revestimentos em argamassa será acentuada em regiões onde ocorra maior incidência de água e reforça que “se os peitoris, saliências e outros detalhes arquitetônicos inseridos na fachada forem mal projetados ou mal executados, poderão gerar problemas em regiões localizadas da fachada”.

- Fissura na interface esquadria/parede de vedação: manifestação caracterizada pela fissuração na interface esquadria/parede de vedação. Moch (2009) enfatiza que esta forma de manifestação patológica está relacionada às movimentações diferenciadas dos materiais.
- a) movimentação diferencial: Cada material constituinte da interface esquadria/parede de vedação possui um coeficiente de dilatação térmica distinto, assim como coloração e posição. Essas características geram diferentes solicitações resultando na dilatação e contração dos materiais. A tensão é gerada pela restrição do movimento devido aos vínculos entre elementos e componentes, ocasionando a fissura. (MOCH, 2009; THOMAZ, 1989). A Figura 25 configura exemplos típicos de fissuras induzidas por movimentação térmica, que segundo Thomaz (1989), possui uma maior abertura nos pontos de junção entre materiais.

Figura 25 – Casos de fissura por movimentação térmica diferencial



Fonte: Autora.

2.2.3.3 Umidade

Souza (2008) afirma que as falhas mais comuns na construção civil são decorrentes da penetração de água ou devido à formação de manchas de umidade, como ilustra a Figura 26. Esses defeitos geram prejuízos de caráter funcional da edificação, desconforto dos usuários afetando também a saúde dos moradores.

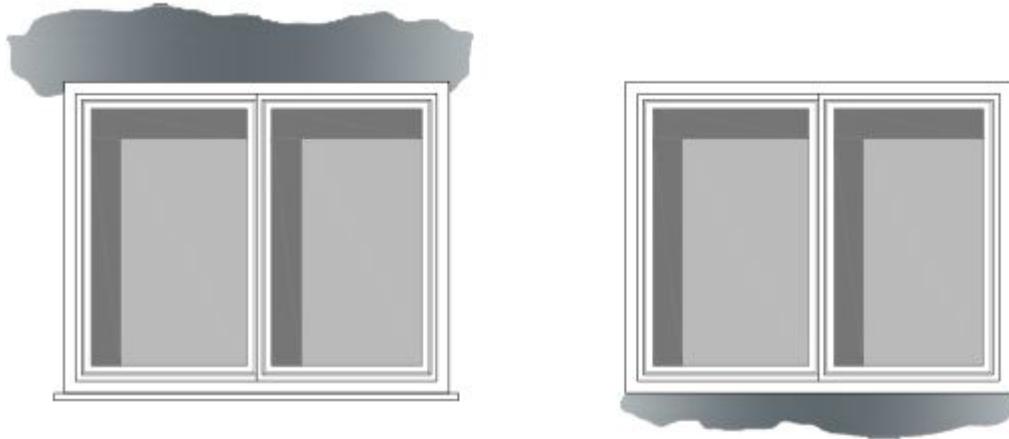
Segundo Perez (1988) e Verçoza (1991 apud SOUZA, 2008) a umidade é o fator essencial para o surgimento de bolores, mofo, eflorescências, perda de pinturas e de rebocos. Ela pode ser originada durante a construção, por capilaridade, por infiltração, por condensação ou por causas acidentais. (VERÇOZA, 1991 apud SOUZA, 2008; IIZUKA, 2001; PEREZ, 1988).

Iizuka (2001) e Perez (1988) relatam que nas pesquisas do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo) foi concluído que os problemas de umidade devido à infiltração representam em torno de sessenta a setenta por cento dos problemas de umidade e originam-se principalmente nos envoltórios como as janelas. Costa (2010, p. 59) sustenta que “a chuva é o agente mais comum para

gerar umidade, tendo como fatores importantes a direção e a velocidade do vento, a intensidade da precipitação, a umidade do ar e fatores da própria construção”.

Para a pesquisa, foram abordadas apenas as manifestações provenientes da umidade de infiltração, onde a água da chuva penetra nos edifícios através dos elementos que constituem as esquadrias e a interface esquadria/parede de vedação.

Figura 26 – Configurações típicas de infiltração por umidade em janelas



Fonte: Autora.

- Infiltração nas interfaces do peitoril (janela/peitoril e extremidades do peitoril/parede de vedação): esta manifestação caracteriza-se por manchas de umidade na região próxima ao peitoril, ilustrada na Figura 27. Como consequência, a infiltração constante provoca a formação de bolor, degradação da pintura e estragos no revestimento. (MOCH, 2009; CINCOTTO, 1988; RIPPER, 1984; IIZUKA, 2001). As principais causas são insuficiência ou inexistência de declividade do peitoril agravadas pela ausência de barreira de vedação, inexistência de prolongamento longitudinal do peitoril em relação às arestas laterais do vão da janela ou falhas na instalação do marco ou contramarco.

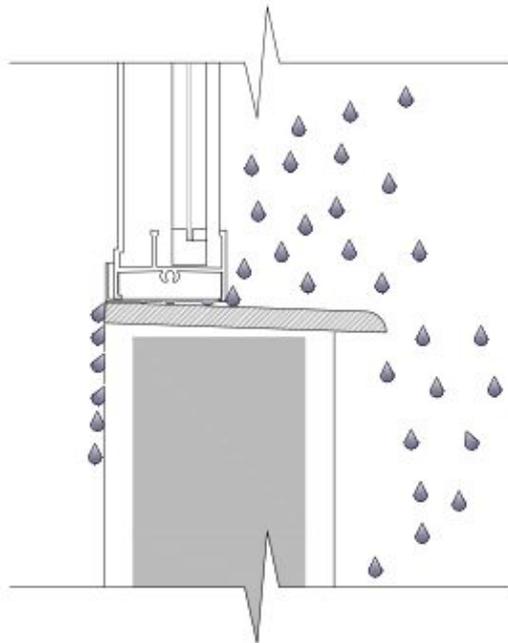
Figura 27 - Infiltração nas interfaces do peitoril (a) lado interno; (b) lado externo



Fonte: Autora.

a) insuficiência ou inexistência de declividade do peitoril agravada pela ausência de barreira de vedação: Ripper (1984) afirma que como regra básica de uma execução correta de peitoril, o mesmo deve ter um bom caimento para fora, de modo a facilitar o afastamento da lâmina de água da fachada da edificação. Mesmo que a literatura ressalte a importância da declividade do peitoril, a prática, muitas vezes, difere da teoria. Moch (2009, p. 100) considera que “a falta de declividade nos peitoris está relacionada à dificuldade da sua compatibilização dos componentes envolvidos frente ao sistema modular”. Na sua pesquisa, o autor também observou que houve tentativas de inserção de barreiras de vedação com o uso de produtos a base de silicone, porém, esta alternativa não apresentou eficiência devido à sua vida útil. ABCI (1991) destaca que o maior cuidado que se deve ter em relação às juntas refere-se a sua durabilidade. A Figura 28 mostra o mecanismo de infiltração pela conexão janela/peitoril.

Figura 28 - Corte esquemático demonstrando o mecanismo de infiltração pela conexão janela/peitoril

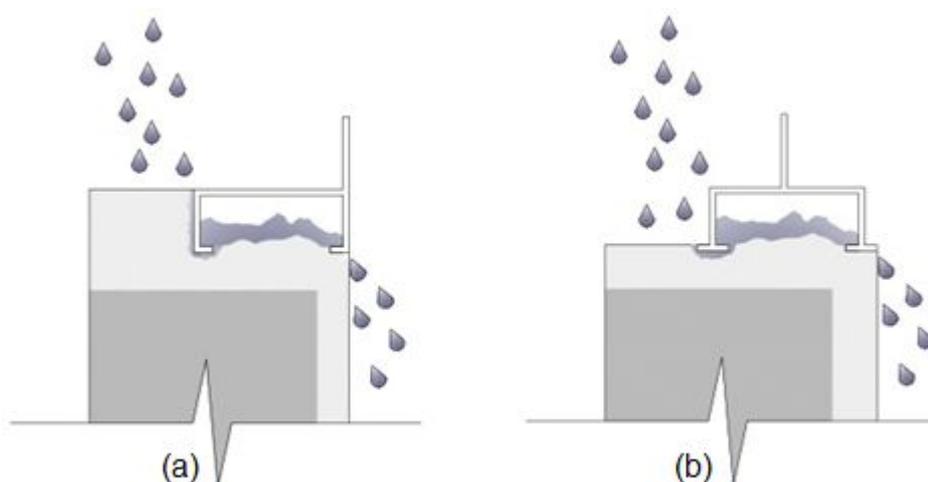


Fonte: Autora.

- b) inexistência de prolongamento longitudinal do peitoril em relação às arestas laterais do vão da janela: Segundo Moch (2009, p.100) “as extremidades do peitoril são pontos propícios a infiltrações”. Os peitoris de materiais como granito, basalto, cerâmico e ardósia não possuem barreira de vedação na direção vertical que impeçam o ingresso de água. Dessa forma, se o peitoril não avança sobre a parede adjacente, como recomenda Costa (2005), a água que escorre pela lateral da esquadria penetra diretamente pelo espaçamento entre a extremidade do peitoril e o revestimento formando manchas de umidade.
- c) falhas na instalação do marco ou contramarco: Para a obtenção de uma esquadria de qualidade, o primeiro requisito a ser atendido é a correta instalação do marco ou contramarco. Cardoso (2004) cita que para aumentar a rigidez e evitar a infiltração de água é necessário o total preenchimento do contramarco com argamassa. Iizuka (2001) reforça que a falha de chumbamento é a maior causa de infiltração pela parte inferior da esquadria sendo a manifestação patológica de maior ocorrência. O esquema é ilustrado pela Figura 29, que apresenta a falha para o

contramarco tipo “Y” e para o tipo “CADEIRINHA”. Iizuka (2001) explica que o mesmo princípio ocorre no chumbamento sem contramarco.

Figura 29 - Falha de chumbamento do contramarco (a) contramarco tipo “cadeirinha”; contramarco tipo “Y”



Fonte: Autora.

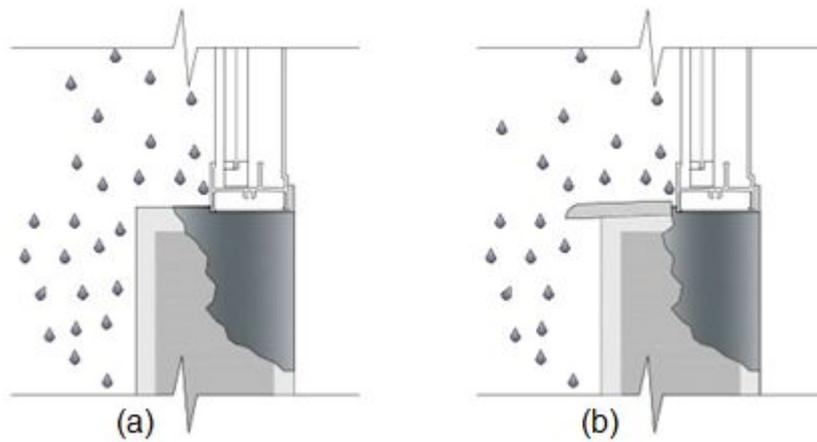
Outros cuidados fundamentais são a manutenção dos ângulos retos, ausência de torsão e embarrigamento e a obediência das linhas de referência.

Cardoso (2014, p. 112) salienta que a instalação do contramarco e da esquadria deveriam ser executados pela mesma empresa, pois, dessa forma, “teríamos hoje uma quantidade menor de problemas de desempenho envolvendo esquadrias de alumínio”.

d) falhas na execução ou projeto do peitoril: Watanabe (2014) cita que as manchas surgidas abaixo da janela podem ser resultado de infiltrações de água que ocorrem no peitoril do quadro da janela. A origem desta manifestação patológica pode estar associada à fase de projeto, por detalhamento insuficiente, ou à fase de execução, em razão da não conformidade entre o que foi projetado e executado. Alucci, Flauzino e Milano (1988, p. 566) enfatizam que nas paredes externas, qualquer falha no material de vedação de juntas pode possibilitar a infiltração de água, “com conseqüente umedecimento da face interna da parede externa, favorecendo a incidência e o desenvolvimento de bolor”. Os esquemas

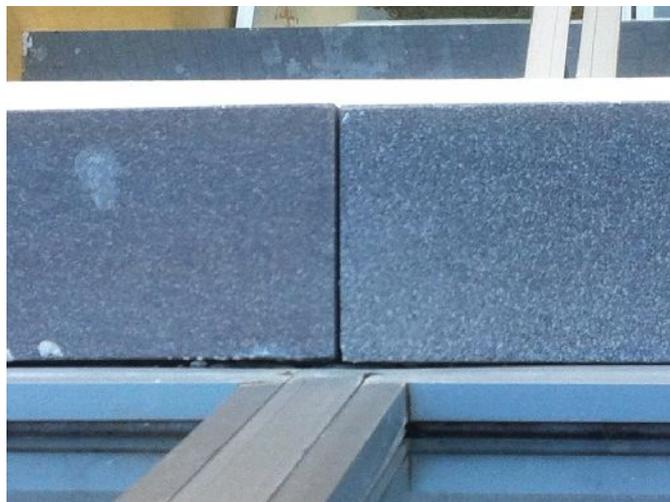
ilustram as situações típicas em que ocorre tal falha: a Figura 30 (a) onde o peitoril, ausente de pingadeira, não possui uma impermeabilização adequada no quadro da janela, e na segunda situação, Figura 30 (b), onde embora tenha pingadeira, que funciona como placa de impermeabilização, a mesma está instalada de maneira inadequada deixando uma fresta entre a placa e a janela. É nesse vão que a água da chuva penetra causando danos relativos à umidade na parede representada pela Figura 31.

Figura 30 – (a) falha ou falta de impermeabilização no peitoril da janela; (b) falha de instalação da pingadeira



Fonte: Autora.

Figura 31 – Fresta entre a placa de impermeabilização e a janela



Fonte: Autora.

- Infiltração na interface janela/verga: manifestação caracterizada por manchas de bolor e umidade na interface janela/verga devido à infiltração de água pela fissura na extremidade superior da janela (Figura 32). Outra característica é a vazão de água para o interior da edificação pela extremidade superior ou inferior da esquadria. Sua possível causa é falta de vedação da interface somada à insuficiência ou inexistência de barreira de vedação da conexão parede/janela e declividade favorável ao escoamento da água sobre a janela. Segundo Watanabe (2004) esta manifestação ocorre em janelas econômicas que não possuem o elemento contramarco. Dessa forma, outra possível causa é a presença de vedação na junta inferior da esquadria.

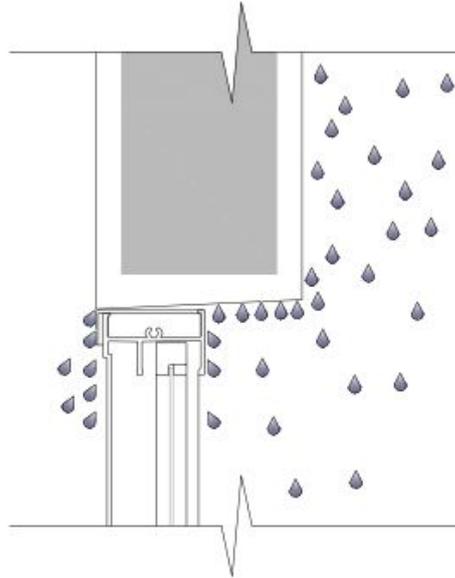
Figura 32 – (a) Infiltração na fissura da interface janela/verga; (b) falta de vedação na interface esquadria/alvenaria



Fonte: Autora.

- a) insuficiência ou inexistência de barreira de vedação e declividade favorável ao escoamento da água sobre a janela: em sua pesquisa, Moch (2009) observou a infiltração de água pela interface esquadria/verga resultante da falta de vedação desta conexão, somada a declividade favorável ao escoamento da água ilustrada na Figura 33.

Figura 33 - Corte esquemático mostrando o sistema de infiltração pela interface esquadria/verga

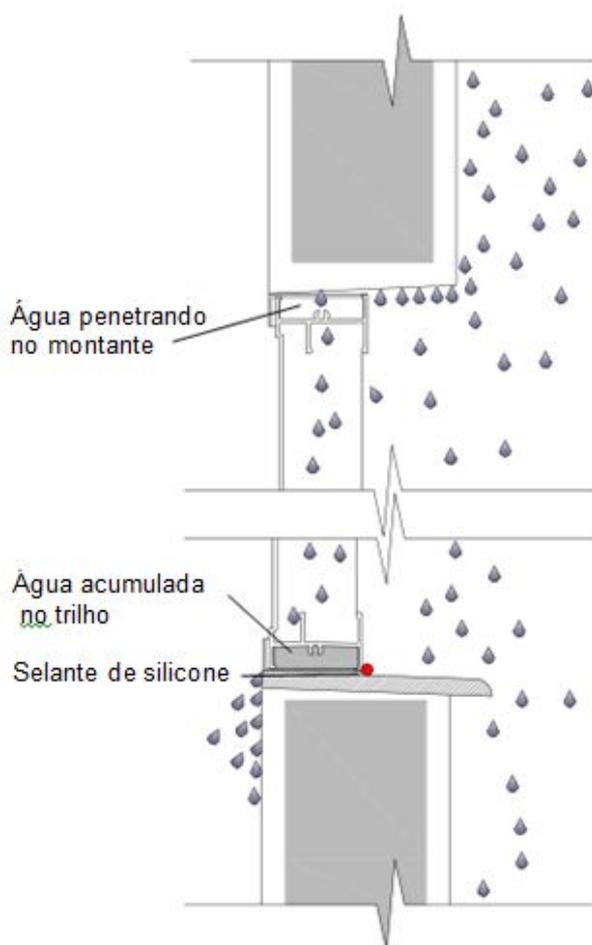


Fonte: Autora.

Watanabe (2014) considera que a verga precisa ter um caimento para fora que nem sempre é possível devido à dificuldade encontrada pela mão de obra para a execução do componente em obras de grandes alturas. Outro fator que influencia a infiltração de água é a presença de ventos ascendentes na edificação que, em dias de chuva, empurra as gotas de água fazendo com que elas escurram pela verga penetrando para o interior da edificação.

- b) presença de vedação na junta inferior da esquadria ou mau dimensionamento dos drenos da esquadria: Se a lâmina de água da chuva encontra uma declividade favorável na verga e penetra na esquadria por ausência de vedação, ela acaba escorrendo pelo perfil oco lateral da janela até a parte de baixo, o trilho. A presença de vedação na parte inferior da janela ou o mau dimensionamento do dreno bloqueiam a saída da água acumulada sobre o trilho e dessa forma, o percurso da água é forçado para o interior da edificação como ilustra o esquema da Figura 34. (WATANABE, 2014).

Figura 34 - Corte esquemático que mostra a causa do escoamento da água para o interior da edificação



Fonte: Autora.

2.2.3.4 Excessiva permeabilidade ao ar

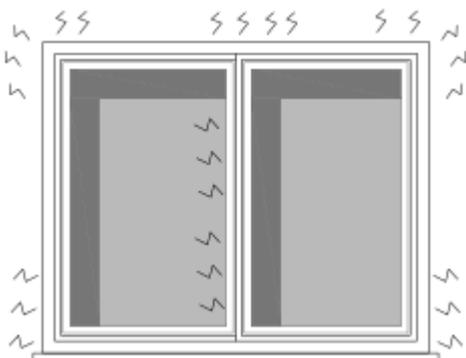
As esquadrias, independente do material ou método construtivo empregado, devem atender aos requisitos mínimos exigíveis em norma para conferir o conforto ao usuário. (IIZUKA, 2001). A NBR 15575-1 (2013), que versa sobre o desempenho dos requisitos gerais para edificações habitacionais, estabelece que a habitabilidade seja uma das necessidades do usuário a ser atendida. Dentro dos fatores atribuídos à habitabilidade da edificação, está a estanqueidade.

Para garantir a estanqueidade, a esquadria precisa ser avaliada por meio da análise de resultados dos ensaios propostos pelas normas vigentes. Iizuka (2001, p. 47) enfatiza que “além do dimensionamento criterioso dos componentes da

esquadria e da qualidade da fabricação, é fundamental que a instalação seja executada de forma correta”.

A soma destes fatores, aliados à conservação do componente durante e após obra auxiliam na ausência de patologias relativas à permeabilidade do ar como a vibração da esquadria (Figura 35).

Figura 35 – Configuração típica de janelas ausentes de estanqueidade



Fonte: Autora.

Figura 36 – Caso de vibração de janela



Fonte: Autora.

- Vibração: manifestação patológica caracterizada por efeitos acústicos devido à vibração da janela. A causa da vibração pode estar associada ao não cumprimento dos critérios mínimos estabelecidos pelas normativas referentes à janela, às falhas na fabricação ou instalação do elemento, ou ainda devido à utilização do elemento em tipologia não correspondente com a classe ao qual foi destinado.
- a) não cumprimento dos critérios mínimos estabelecidos pelas normativas em relação à permeabilidade ao ar e à resistência às ações dos ventos: Os modelos de esquadrias utilizados nas edificações devem ter sido submetidos aos ensaios previstos na NBR 10821-3 (2011) para garantir sua classificação e avaliação de desempenho. Na normativa, estão especificados os métodos de ensaios relativos à permeabilidade do ar, estanqueidade à água, resistência às cargas uniformemente distribuídas, operações de manuseio e segurança nas operações de manuseio.

As informações referentes à pressão máxima de carga de vento que a esquadria resiste, bem como sua classificação e desempenho devem ser fornecidas pelo fabricante através de catálogos, projetos, certificados ou por etiquetas fixadas na esquadria conforme prevê a NBR 10821-2 (2011) que versa sobre os requisitos e classificações das esquadrias externas para edificações.

Na presença de vibração da esquadria, as especificações do fabricante devem ser conferidas para a certificação de que a mesma apresenta desempenho mínimo mediante a normativa.

- b) falhas na fabricação ou instalação da esquadria: As operações de usinagem fazem parte da etapa de preparação no processo de fabricação da esquadria de alumínio. Segundo ABCI (1991) esta fase é considerada de extrema importância, pois qualquer falha de precisão nos cortes compromete o perfeito acabamento na montagem dos quadros e a estanqueidade do componente.

Muitas vezes, mesmo que a esquadria apresente perfeita precisão na sua montagem, ela transmite vibrações provocando indesejáveis efeitos acústicos. Esta vibração se deve às falhas na montagem final da esquadria como regulamento incorreto dos acessórios ou ausência de calços na instalação dos vidros que serve para evitar o contato direto do vidro com o alumínio. (ABCI, 1991; LOURENÇON, 2011).

- c) utilização do elemento não correspondente com a classe ao qual foi destinado: a norma NBR 10821-2 (2011) classifica as esquadrias instaladas na posição vertical, em edifícios de caráter residencial ou comercial, em relação ao número de pavimentos e à altura da edificação. Além desta classificação geral das esquadrias, a norma traz um gráfico das isopleias da velocidade básica do vento dividindo o país em cinco regiões conforme a ABNT NBR 6123 (1988), que versa sobre as forças devidas ao vento em edificações. Com o cruzamento destes dados, são especificados os valores de pressão de vento conforme a região do país e o número de pavimentos da edificação.

Dessa forma, as especificações do fabricante devem ser conferidas para certificar que as informações e classificação de desempenho estejam de

acordo com o projeto ao qual o elemento está sendo destinado a fim de evitar falhas no desempenho como a vibração da esquadria.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

O método de pesquisa adotado é apresentado neste capítulo, seguido do delineamento da pesquisa com a descrição de suas etapas.

3.1 ESTRATÉGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa científica possui uma abordagem qualitativa, onde Gil (1989) considera que há um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números, com objetivo exploratório e explicativo. Segundo Gil (1989, p. 44) a pesquisa exploratória “tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias”, habitualmente envolvendo levantamento bibliográfico e estudos de caso. O caráter explicativo da pesquisa é justificado pela “preocupação em identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos”. (GIL, 1989, p. 46). A natureza aplicada da pesquisa tem como finalidade gerar conhecimentos para aproveitamento prático, dirigido à solução de problemas específicos, de acordo com Gerhardt e Silveira (2009) e como objetivo “contribuir para fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade”. (BARROS E LEHFELD, 2000, p. 78).

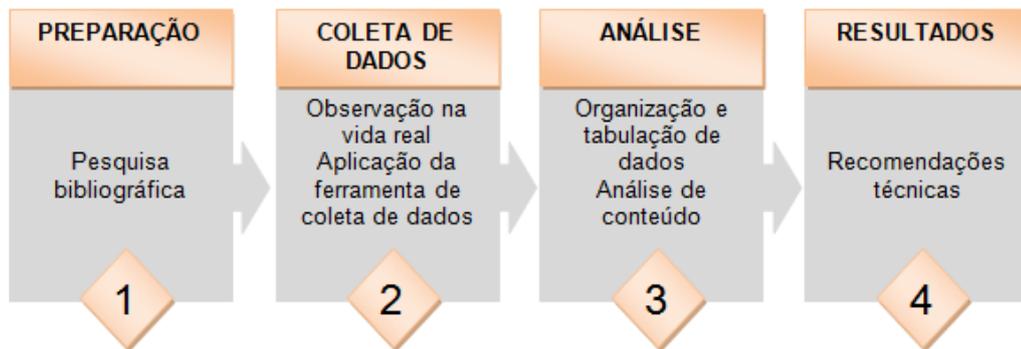
Os métodos empregados na pesquisa de método qualitativo são pesquisa bibliográfica e técnica de coleta de dados como a observação direta intensiva com a técnica de observação na vida real, individual, e observação direta extensiva por meio de formulário. Segundo Lakatos e Marconi (2003) a observação ajuda o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito de seus objetivos e obriga o investigador a um contato mais direto com a realidade. Para Nogueira (1968 apud Lakatos e Marconi, 1991, p. 212) o formulário é “destinado à coleta de dados resultantes quer da observação, quer de interrogatório, cujo preenchimento é feito pelo próprio investigador, à medida que faz as observações ou recebe as respostas”.

A ferramenta de coleta de dados foi aplicada em um grupo de amostragem não probabilístico definido por acessibilidade. Segundo Gil (1989) amostragem por acessibilidade consiste na seleção de acordo com o acesso admitindo que o mesmo represente o universo.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

De acordo com Gil (1989, p. 70), “o delineamento ocupa-se precisamente do contraste entre a teoria e os fatos e sua forma é a de uma estratégia ou plano geral que determine as operações necessárias para fazê-lo”. Na Figura 37 está apresentado o delineamento da presente pesquisa, de forma a ter-se uma visão global da metodologia empregada.

Figura 37 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Autora.

A pesquisa foi dividida em quatro etapas. A primeira delas objetiva a preparação, baseada em pesquisa bibliográfica, a segunda etapa foi a de observação tendo como objetivo principal a coleta de dados com aplicação de formulário. A seguir, como terceira etapa, os dados coletados foram organizados e tabulados para que houvesse a análise de conteúdo. A partir da análise dos resultados, para as falhas recorrentes, foram feitas recomendações técnicas, quarta etapa, como forma de prevenção às manifestações patológicas e melhoramento do desempenho do componente em estudo.

3.2.1 Primeira etapa - Preparação

Na etapa de preparação foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica tendo como objetivo ampliar o conhecimento científico da autora sobre o contexto da pesquisa, obter informações aprofundadas no assunto pertinente para a elaboração

de formulário para coleta de dados, permitir o reforço paralelo na análise da investigação e definir o escopo da pesquisa. Lakatos e Marconi (2003) afirmam que:

A pesquisa bibliográfica serve para se saber em que estado se encontra atualmente o problema, que trabalhos já foram realizados a respeito e quais são as opiniões reinantes sobre o assunto. Como segundo passo, permitirá que se estabeleça um modelo teórico inicial de referência, da mesma forma que auxiliará na determinação das variáveis e elaboração do plano geral da pesquisa. (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 186).

Gil (1989) salienta que a pesquisa bibliográfica permite ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente.

A exploração das fontes bibliográficas concentra-se na busca de informações a respeito de temas relacionados à instalação e fixação de esquadrias do tipo janela, às manifestações patológicas em edificações localizadas no entorno das esquadrias e na consulta de base legal e normativa que afeta o objeto em estudo visando obter um referencial teórico, parâmetros e conceitos para a pesquisa.

3.2.2 Segunda etapa - Coleta de dados

3.2.2.1 Caracterização dos empreendimentos

Na segunda etapa, foi realizado um levantamento para a coleta de dados na cidade de Santa Maria, no Estado do Rio Grande do Sul. A metodologia utilizada foi de observação direta intensiva utilizando a técnica de observação individual, intensificando a objetividade de suas informações, e a observação feita no ambiente real, sendo a melhor ocasião para o registro reduzindo as tendências seletivas. (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Os empreendimentos selecionados para constituir o grupo de amostragem não probabilística por acessibilidade desta pesquisa são edificações em construção, multifamiliares, executados em sistemas construtivos distintos, de diferentes bairros da cidade, sendo executados por diferentes construtoras, de forma a ter-se uma amostra mais abrangente. O objetivo inicial de composição do grupo de amostragem era abranger, em tempo hábil, todas as edificações multifamiliares em construção na cidade que estivessem na fase de execução das elevações ou na fase de

acabamentos, pois segundo a literatura, são as etapas responsáveis pelo surgimento de manifestações patológicas no entorno das esquadrias. Seguindo o critério inicial estabelecido pela pesquisa, foi selecionado um total de quinze empreendimentos para compor a amostra representativa desta dissertação, as quais foram permitidas a observação da pesquisadora por ordem do responsável técnico no período compreendido entre os meses de agosto a novembro de 2015.

A pesquisa é voltada para a observação de falhas no processo de projeto arquitetônico e executivo de janelas na construção civil que possam ocasionar manifestações patológicas de origens congênitas, construtivas e adquiridas, sendo excluídos os problemas patológicos devido às solicitações atípicas denominadas acidentais e as manifestações patológicas que envolvem danos estruturais gerando alto grau de comprometimento.

Nas obras, foram investigados todos os procedimentos que envolvem o projeto e instalação de esquadrias do tipo janela. As etapas que contribuem para o surgimento de manifestações patológicas ou para a diminuição do desempenho e vida útil do componente foram observadas para posterior análise. Para a coleta de dados foi utilizada a observação sistemática com um plano específico para a organização e registro das informações. A observação direta extensiva foi realizada através de aplicação de formulário, juntamente com registros fotográficos que tinham por objetivo ilustrar a realidade do grupo de amostragem.

3.2.2.2 Ferramenta de coleta de dados

O instrumento de coleta de dados foi desenvolvido pela própria autora, com o objetivo de coletar as informações com um grau de precisão satisfatório para o objetivo proposto. O formulário, apresentado de forma completa como apêndice B, foi realizado com base no referencial teórico a fim de observar criteriosamente as possíveis causas das manifestações patológicas descritas segundo a literatura. Ele foi preenchido pela própria pesquisadora durante as observações nos empreendimentos selecionados para compor o grupo de amostragem.

Vale ressaltar que, no início da aplicação do formulário, a única informação repassada aos profissionais técnicos responsáveis pelos empreendimentos foi de que se tratava de uma pesquisa sobre instalação de esquadrias. Nenhuma outra informação complementar foi oferecida para não influenciar nas respostas e não

dificultar o acesso aos empreendimentos, tornando possível um grupo de amostragem representativo em relação à extensão do universo.

A ferramenta de coleta de dados é dividida em três seções descritas a seguir totalizando 35 questões e espaços para observações. A primeira seção, destinada às informações gerais, foi seccionada em três partes distintas, sendo a primeira desenvolvida para marcar as características do empreendimento, como o sistema construtivo utilizado e a presença e especificação de tratamento arquitetônico na fachada.

A informação referente à fase em que a obra em observação se encontra, também é especificada nesta primeira parte. Dessa forma, pelo formulário é possível verificar se a obra foi observada quando estava em fase de execução das elevações ou na fase de acabamentos.

Como a fase de execução de elevações e a fase de acabamentos são etapas distintas em uma obra, a pesquisa, muitas vezes, não engloba as duas fases em cada empreendimento. Portanto, parte do formulário será preenchida baseada na observação direta feita pela pesquisadora e parte será preenchida baseada nas informações fornecidas pelo responsável técnico. O perfil do profissional consultado também é especificado nessa primeira parte da seção do formulário.

Para classificação do número de pavimentos dos empreendimentos em observação foi utilizada a divisão de até cinco pavimentos e edificações com mais de cinco pavimentos. Entende-se por até cinco pavimentos, edificações que possuem da soleira de entrada da edificação até a laje de piso do último pavimento de uso privativo uma altura máxima de dez metros. Tal classificação foi considerada coerente pela pesquisadora pelo fato de que as edificações que constituem o grupo de até cinco pavimentos não necessitam a realização de instalação imediata do elevador, segundo normativas vigentes na cidade. Este fator faz com que o número de edificações deste porte torne-se numeroso, muitas vezes, por ter a possibilidade de ser construídos por empresas de pequeno porte, devido à facilidade, redução de custos e outros fatores. Com isso, tal fato foi utilizado para o estabelecimento de categorias da pesquisa.

A segunda parte do formulário é específica para registrar a documentação referente às janelas. Para preenchimento do formulário, primeiramente é observado se alguma documentação se faz presente em obra para posteriormente realizar o questionamento para o profissional técnico responsável pelo empreendimento.

A terceira parte da primeira seção do formulário é reservada para características da janela, como o material e especificações técnicas. Da mesma forma que a parte anterior, os dados que não foram de possível observação, foram questionados.

Na segunda seção da ferramenta de coleta de dados são observados e registrados dados referentes à fase de obra de execução de elevações abrangendo itens relativos à instalação de marco e/ou contramarco e declividade da verga. Visando manter a confiabilidade do formulário, para as questões que não puderam ser observadas, foi marcada a alternativa que consta como “não observado” para que o profissional consultado não interferisse na validade dos resultados.

A terceira seção é destinada para a fase de acabamentos da obra e é composto por questões que tratam de fatores relacionados ao peitoril e vedações da esquadria. As Figuras 38, 39 e 40 apresentam o formulário adotado.

Figura 38 – Primeira seção da ferramenta de coleta de dados

| | | | |
|--|--|--|---|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA UFSM-PPGEC | |  |  |
| COLETA SISTEMÁTICA DAS CARACTERÍSTICAS DAS JANELAS E SUAS CONEXÕES POR OBSERVAÇÃO DIRETA | | | |
| SEÇÃO 1 - CARACTERÍSTICAS GERAIS | | | |
| Obra: | | Pag. | |
| Data de observação: | | Questionário n°: 1 de 3 | |
| CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO | | | |
| PROFISSIONAL CONSULTADO: () Engenheiro () Arquiteto () Mestre de obra () Outro: | | | |
| NÚMERO DE PAVIMENTOS: () Até 5 pavimentos () Mais de 5 pavimentos | | | |
| SISTEMA CONSTRUTIVO: () Concreto Armado () Alvenaria Estrutural () Outro: | | | |
| FASE DA OBRA: () Execução das elevações () Acabamentos | | | |
| TRATAMENTO ARQUITETÔNICO DA FACHADA: () Sim () Não | | | |
| TRATAMENTO: | | | |
| DOCUMENTAÇÃO RELACIONADA ÀS ESQUADRIAS | | | |
| PLANTA PROJETO ARQUITETÔNICO COM A LOCALIZAÇÃO DAS ESQUADRIAS: () Sim () Não | | | |
| PROJETO DE DETALHAMENTO ARQUITETÔNICO/EXECUTIVO DA ESQUADRIA: () Sim () Não | | | |
| CERTIFICAÇÃO DA JANELA: () Sim () Não | | | |
| INFORMAÇÕES DO FABRICANTE: NBR 10821 – Resultados dos ensaios normativos () Sim () Não | | | |
| INFORMAÇÕES DO FABRICANTE: Classificação técnica, especificação e desempenho () Sim () Não | | | |
| OBSERVAÇÕES: | | | |
| CARACTERÍSTICAS DA JANELA | | | |
| MATERIAL DAS JANELAS: () Aço () Madeira () Alumínio () PVC () Outro: | | | |
| TIPO DE INSTALAÇÃO: () Marco () Contramarco () Espuma de Poliuretano () Parafusada | | | |
| INSTALAÇÃO DE VIDROS: () Vidros já instalados () Não Obs.: | | | |
| JANELAS NO CANTEIRO DE OBRAS () Sim () Não () Janelas já fixadas | | | |
| Formulário elaborado por Thesse Luduvico | | | |
| Orientação de Dr. Gihad Mohamad | | | |

Figura 39 – Segunda seção da ferramenta de coleta de dados

| | | | |
|---|--|--|---|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA UFSM-PPGEC | |  |  |
| COLETA SISTEMÁTICA DAS CARACTERÍSTICAS DAS JANELAS E SUAS CONEXÕES POR OBSERVAÇÃO DIRETA | | | |
| SEÇÃO 2 | | | |
| FASE DA OBRA: | | | Pag. 2 de 3 |
| EXECUÇÃO DAS ELEVAÇÕES | | | |
| <input type="checkbox"/> Execução | | <input type="checkbox"/> Observação | |
| INSTALAÇÃO DO MARCO/CONTRAMARCO | | | |
| VÃO PREPARADO COM CHAPISCO ROLADO: | | | |
| <input type="checkbox"/> Sim | | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Não observado |
| TRAVAMENTO DO CONTRAMARCO: | | | |
| <input type="checkbox"/> Sim | | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Não observado |
| ÂNGULO DE CORTE DE CONTRAMARCO: | | | |
| <input type="checkbox"/> 45° | | <input type="checkbox"/> 90° | <input type="checkbox"/> Sem contramarco |
| TIPO DE CONTRAMARCO: | | | |
| <input type="checkbox"/> Y | | <input type="checkbox"/> Cadeirinha | <input type="checkbox"/> Outro: <input type="checkbox"/> Sem contramarco |
| MATERIAL DO CHUMBAMENTO DO CONTRAMARCO: | | | |
| <input type="checkbox"/> Argamassa | | <input type="checkbox"/> Espuma expansiva | <input type="checkbox"/> Sem contramarco |
| FOLGA ENTRE PAREDE DE FECHAMENTO E MARCO/CONTRAMARCO: | | | |
| <input type="checkbox"/> 2cm | | <input type="checkbox"/> 2,5cm | <input type="checkbox"/> 3cm <input type="checkbox"/> Outro: <input type="checkbox"/> Não observado |
| QUEBRAMENTO DA PAREDE PARA POSICIONAMENTO DOS CHUMBADORES: | | | |
| <input type="checkbox"/> Sim | | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Não observado |
| AUSÊNCIA DE SOM CAVO NO CHUMBAMENTO: | | | |
| <input type="checkbox"/> Sim | | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Não observado |
| RESPONSÁVEIS PELA INSTALAÇÃO DO CONTRAMARCO: | | | |
| <input type="checkbox"/> Própria equipe | | <input type="checkbox"/> Equipe especializada (esquadrias) | |
| OBSERVAÇÕES: | | | |
| OUTRAS INFORMAÇÕES | | | |
| DECLIVIDADE DA VERGA: | | | |
| <input type="checkbox"/> Para fora da edificação | | <input type="checkbox"/> Para dentro da edificação | <input type="checkbox"/> Sem declividade |
| OBSERVAÇÕES: | | | |
| Formulário elaborado por Thesse Luduvico | | | |
| Orientação de Dr. Gihad Mohamad | | | |

Fonte: Autora.

Figura 40 – Terceira seção da ferramenta de coleta de dados

| | | | |
|---|-----------------------------------|--|---|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA UFSM-PPGEC | |  |  |
| COLETA SISTEMÁTICA DAS CARACTERÍSTICAS DAS JANELAS E SUAS CONEXÕES POR OBSERVAÇÃO DIRETA | | | |
| SEÇÃO 3 | | | |
| FASE DA OBRA: | | | Pag. |
| ACABAMENTOS | | | 3 de 3 |
| <input type="checkbox"/> Execução | | <input type="checkbox"/> Observação | |
| PEITORIL | | | |
| PRESENÇA DE PINGADEIRA: | | | |
| <input type="checkbox"/> Sim | | <input type="checkbox"/> Não | |
| MATERIAL: | | | |
| <input type="checkbox"/> Basalto | <input type="checkbox"/> Concreto | <input type="checkbox"/> Granito | <input type="checkbox"/> Outro: |
| PRESENÇA DE PINGADEIRA EM TODA A DIMENSÃO DO VÃO: (desde a borda interna) | | | |
| <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sem pingadeira | |
| INCLINAÇÃO DO PEITORIL/PINGADEIRA: | | | |
| <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | Obs: | |
| PROLONGAMENTO TRANSVERSAL DO PEITORIL/PINGADEIRA: (projeção) | | | |
| <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | Dimensão: | |
| PROLONGAMENTO LONGITUDINAL DO PEITORIL/PINGADEIRA: | | | |
| <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | Dimensão: | |
| PRESENÇA DE LACRIMAL: | | | |
| <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | Obs: | |
| VEDAÇÕES | | | |
| SELANTE UTILIZADO ENTRE PINGADEIRA E MARCO/CONTRAMARCO: | | | |
| <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | Tipo: | |
| SELANTE NA VEDAÇÃO PERIMETRAL ENTRE ESQUADRIA/CONTRAMARCO: | | | |
| <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | Tipo: | |
| SELANTE NA VEDAÇÃO PERIMETRAL ENTRE ESQUADRIA/PAREDE LADO EXTERNO: | | | |
| <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | Tipo: | |
| SELANTE UTILIZADO NA VEDAÇÃO NA DIREÇÃO VERTICAL DA PINGADEIRA: (cantos) | | | |
| <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | Tipo: | |
| OBSERVAÇÕES: | | | |
| Formulário elaborado por Thesse Luduvico | | | |
| Orientação de Dr. Gihad Mohamad | | | |

Fonte: Autora.

3.2.3 Terceira etapa – Análise e Interpretação

Nesta etapa, os resultados alcançados foram analisados e comparados com as informações obtidas por meio da pesquisa bibliográfica. O referencial teórico foi a base para a determinação dos critérios considerados como prática adequada da instalação e fixação das esquadrias, além de terem sido analisados os critérios

considerados como possíveis causadores das manifestações patológicas. Segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 224) “é imprescindível correlacionar a pesquisa com o universo teórico, optando-se por um modelo teórico que serve de embasamento à interpretação do significado dos dados e fatos colhidos ou levantados”.

Os dados de observação foram tabulados para possibilitar o fornecimento de respostas e a verificação das inter-relações entre eles. Os resultados, representados em forma de gráficos de distribuição percentual, foram interpretados tendo como objetivo a procura do sentido mais amplo das respostas, que é realizado mediante sua ligação a outros conhecimentos obtidos anteriormente. (GIL, 1989, p. 166). Registros fotográficos foram anexados ao longo da análise e interpretação de dados para ilustrar detalhes e questões encontradas nos empreendimentos observados.

A interpretação dos dados obtidos tem por objetivo principal o esclarecimento das seguintes questões:

- a) Quais as falhas que estão ocorrendo no processo de projeto e execução das janelas que possam ocasionar futuras manifestações patológicas na região de entorno?

Esta questão revelará as falhas percebidas no processo de execução de janelas englobando sua escolha, projeto, cuidados pré-instalação, instalação e fixação.

- b) Dentre as falhas encontradas na execução das janelas, quais apresentaram maior incidência?

Com esta questão serão conhecidos os problemas que deverão receber soluções prioritárias na etapa de execução das janelas a fim de evitar a formação de manifestações patológicas futuras. A partir da questão, poderão ser elaboradas as recomendações técnicas.

3.2.4 Quarta etapa - Recomendações técnicas

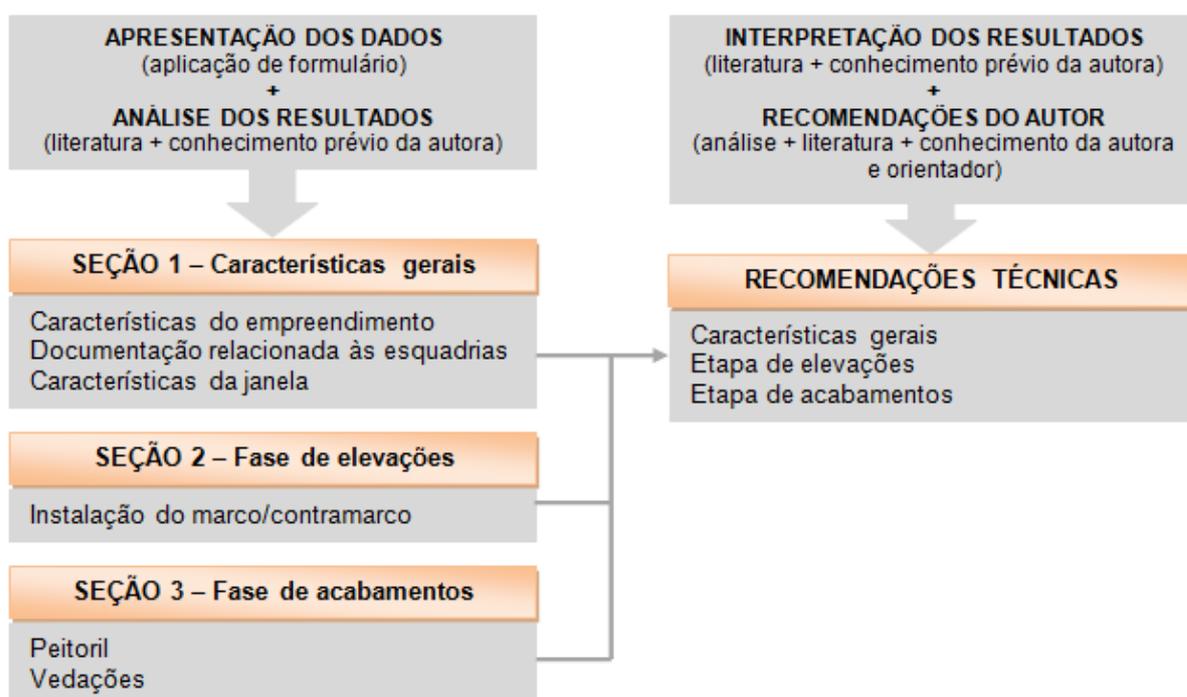
Esta etapa tem como base a comprovação da ocorrência de falhas no processo de execução de janelas. Deste modo, através dos resultados obtidos, serão elaboradas recomendações técnicas para os erros com maior incidência. Tais recomendações visam corrigir as falhas dos procedimentos de projeto e execução de janelas englobando sua escolha, projeto, instalação e fixação da esquadria com o intuito de diminuir a incidência de manifestações patológicas.

4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos na pesquisa aplicada e as recomendações técnicas desenvolvidas com base na análise e interpretação dos dados da pesquisa propriamente dita. A interpretação dos resultados foi realizada com o auxílio do embasamento teórico por meio da revisão bibliográfica e dos conhecimentos adquiridos pela pesquisadora através da prática construtiva observada no grupo de amostragem.

A apresentação foi dividida em três seções para melhor entendimento e abordagem exploratória do assunto. Na primeira seção estão as características gerais dos empreendimentos, na seção dois estão as características relacionadas à etapa de execução de elevações dos empreendimentos observados, e na seção três, são apresentados os resultados obtidos relacionados à fase de acabamentos dos empreendimentos. Por fim, as recomendações técnicas são descritas para cada seção visando a prática adequada da construção civil. A Figura 41 ilustra a visão global do capítulo mostrando a forma de apresentação dos resultados, assim como seus respectivos embasamentos.

Figura 41 – Visão global do capítulo



4.1 SEÇÃO 1 – CARACTERÍSTICAS GERAIS

4.1.1 Características dos empreendimentos

A pesquisa em questão foi realizada em quinze empreendimentos, valor este considerado como amostra representativa desta dissertação, no período compreendido entre agosto e novembro de 2015. Os dados apurados correspondem aos resultados obtidos a partir da aplicação de formulário apresentado no capítulo 3, preenchidos pela própria autora conforme observação direta. Para a ausência de observação de determinadas questões, foram cedidas informações por parte do administrador, engenheiro, arquiteto ou mestre de obras responsável por cada empreendimento. A Figura 42 apresenta a síntese da participação percentual dos perfis dos profissionais que acompanharam a autora na observação e aplicação de formulário desta dissertação e a Figura 43 apresenta graficamente em que etapa os empreendimentos foram observados.

Figura 42 – Perfis dos profissionais



Fonte: Autora.

Figura 43– Etapa do empreendimento



Fonte: Autora.

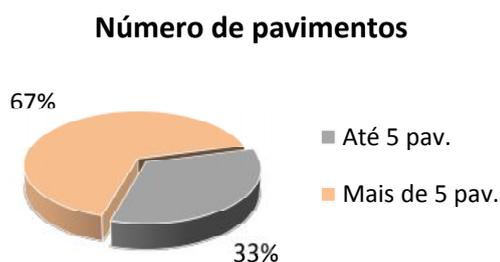
De acordo com os resultados obtidos, o perfil dos profissionais consultados é composto primordialmente por mestres de obras, com 53% das posições. Em segundo lugar estão os administradores de empresa com um percentual de 20% assim como os arquitetos, seguidos dos engenheiros civis, cuja representatividade é de 7% da amostra selecionada. Tal percentual mostra ainda a ausência constante de engenheiros civis na fiscalização e acompanhamento da execução das obras.

Como mostra o gráfico da Figura 43, 87% dos empreendimentos encontravam-se na fase de execução das elevações e 13% estavam na fase de acabamentos.

As Figuras 44 e 45 a seguir mostram os percentuais relativos ao número de pavimentos e sistema construtivo das edificações consideradas na amostra. A maior porcentagem, 67%, são empreendimentos com mais de cinco pavimentos e 33% possuem até cinco pavimentos.

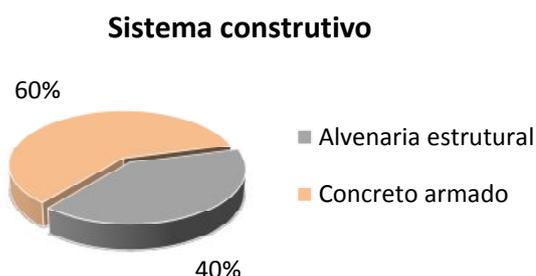
Relacionado ao sistema construtivo, 60% dos empreendimentos foram executados com estrutura em concreto armado com alvenaria convencional como vedação e 40% das edificações foram executadas em alvenaria estrutural.

Figura 44 – Número de pavimentos



Fonte: Autora.

Figura 45 – Sistema construtivo

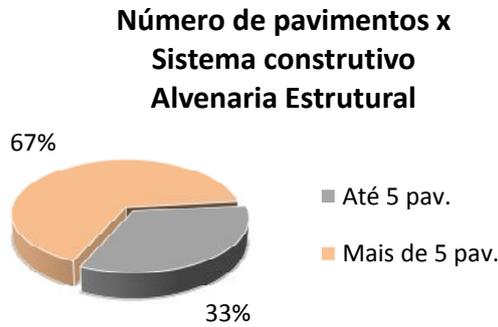


Fonte: Autora.

Objetivando o detalhamento do grupo de amostragem e um panorama da realidade do mercado civil na cidade, foi realizada a relação do sistema construtivo empregado com o número de pavimentos do empreendimento. Isto posto, das amostras construídas em alvenaria estrutural, 67% possuem mais de cinco pavimentos e os 33% restantes, é destinado para edificações com até cinco pavimentos, como apresentado no gráfico de percentual da figura 46.

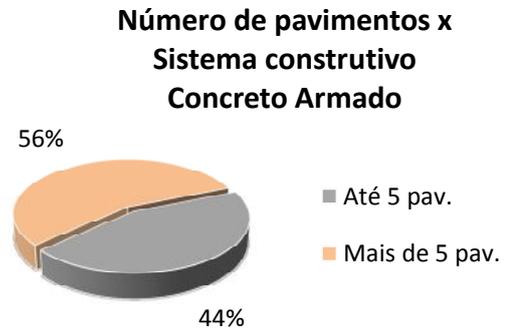
Das edificações que apresentam a estrutura em concreto armado com o fechamento em alvenaria de vedação como sistema construtivo, 56% dos empreendimentos possuem mais de cinco pavimentos e 44% correspondem às edificações com até cinco pavimentos, apresentados pelo gráfico percentual da Figura 47.

Figura 46 – Número de pavimentos versus sistema – Alvenaria Estrutural



Fonte: Autora.

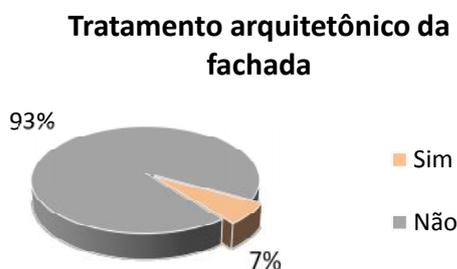
Figura 47 – Número de pavimentos versus sistema – Concreto Armado



Fonte: Autora.

O tratamento arquitetônico na fachada expresso no gráfico de percentual da Figura 48 refere-se aos detalhes de acabamento das fachadas utilizados para a dissipação e controle dos fluxos de água da chuva. Os detalhes ponderados são ressaltos e frisos, desconsiderando a componente pingadeira. Observa-se que em sua maioria, totalizando um percentual de 93%, as edificações em construção não possuem nenhum detalhe arquitetônico ou componente que auxilie no controle das águas pluviais. A Figura 49 ilustra o ressaltado observado na pesquisa.

Figura 48 – Tratamento arquitetônico na fachada



Fonte: Autora.

Figura 49 – Friso na fachada



Fonte: Autora.

4.1.2 Documentação relacionada às esquadrias

Durante a observação direta em local de obra, foi verificada a documentação relacionada às esquadrias. Na ausência da documentação no local, o responsável técnico pela obra foi questionado. Como mostra o gráfico da Figura 50, 73% dos empreendimentos apresentaram a planta baixa do projeto arquitetônico com a locação e dimensão das esquadrias e 27% não possuíam a documentação em obra.

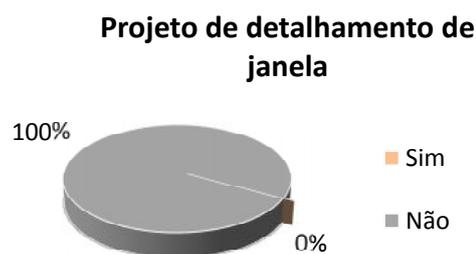
Já quando questionados a respeito do projeto de detalhamento de esquadria, 100% dos responsáveis afirmaram que o empreendimento não possui nenhum tipo de projeto de detalhamento arquitetônico ou executivo de janelas (Figura 51).

Figura 50 – Planta de projeto arquitetônico



Fonte: Autora.

Figura 51 – Projeto de detalhamento de janela



Fonte: Autora.

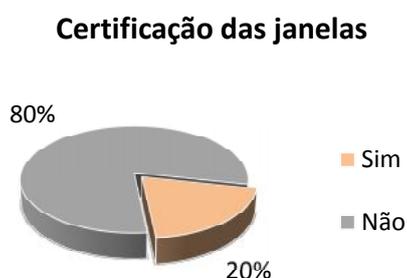
Em observância quanto à certificação das janelas apresentada pelo gráfico da Figura 52, 80% dos empreendimentos não apresentaram nenhum tipo de certificação. Segundo os responsáveis técnicos, a empresa fornecedora de esquadrias é contatada durante o andamento da obra, após a execução das elevações. Os fornecedores realizam as medições das aberturas no local e fabricam as esquadrias conforme o vão encontrado no empreendimento ou ainda, conforme o projeto arquitetônico enviado. Como a esquadria é fabricada em empresas de pequeno porte, os produtos não possuem certificação ou qualquer tipo de ensaio normativo realizado em laboratórios acreditados. Isso leva as incorporadoras a assumir responsabilidades alheias, muitas vezes por negligência ou por

desconhecimento da importância da compra de produtos de fornecedores credenciados.

Os empreendimentos que apresentaram a certificação das esquadrias representam um total de 20%. Neste grupo, encontram-se os empreendimentos que contatam os fornecedores de esquadrias de forma antecipada com relação ao projeto executivo. O projeto arquitetônico do empreendimento é enviado para os fornecedores, e estes, contatam um fabricante credenciado pela ALCOA, que realiza o projeto das esquadrias com a utilização de um software especializado. O programa computacional possui limites dimensionais de acordo com o produto escolhido, com base no atendimento aos ensaios da normativa NBR 10821-3 (2011). Aos fornecedores é enviada uma planilha constando informações referentes às esquadrias definidas no projeto como o modelo, quantidade, dimensões, áreas e a vista frontal do produto. Uma das planilhas à qual se teve acesso durante o processo de observação consta nesta pesquisa como Anexo B para exemplo e ilustração do caso. Os profissionais responsáveis pela montagem das esquadrias seguem o manual disponível pelo fabricante, de forma a assegurar a garantia do produto.

Analisando os resultados da pesquisa, pode-se ainda observar que, do total de empreendimentos que possuem a certificação adequada das esquadrias, as edificações com mais de cinco pavimentos representam 80% da amostra como mostra o gráfico da Figura 53. Os empreendimentos com menos de cinco pavimentos correspondem ao total de 20%. Através deste dado, pode-se interpretar que a procura por produtos certificados aumenta de acordo com o porte da edificação.

Figura 52 – Certificação das janelas



Fonte: Autora.

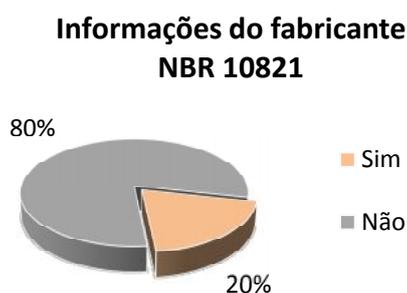
Figura 53 – Janela certificada versus número de pavimentos



Fonte: Autora.

O gráfico apresentado pela Figura 54, que versa sobre as informações do fabricante referentes aos ensaios da normativa NBR 10821 (2011), expressa que 80% das edificações não possuem informações do fabricante das janelas nem em obra, nem no escritório. Os 20% restantes é reservado aos responsáveis técnicos dos empreendimentos cujo catálogo de informações encontra-se no escritório enviado previamente pela empresa responsável pelo fornecimento das esquadrias. Destaca-se que em obra, nenhum empreendimento apresentou informações do fabricante das esquadrias. A Figura 55 ilustra o manual fornecido previamente às construtoras.

Figura 54 – Informações do fabricante NBR 10821 Figura 55 – Catálogo fornecido



Fonte: Autora.



Fonte: Autora.

A Figura 56 apresenta o gráfico com os valores percentuais relacionados às informações do fabricante sobre as classificações técnicas, especificações e desempenho das esquadrias dos empreendimentos. O mesmo mostra que 100% das edificações observadas não apresentaram nenhum dos dados correlatados. Vale ressaltar que tais informações do fabricante são requisitos da normativa NBR 10821-1, em vigência desde o ano de 2011.

Figura 56 – Informações do Fabricante – Especificações técnicas

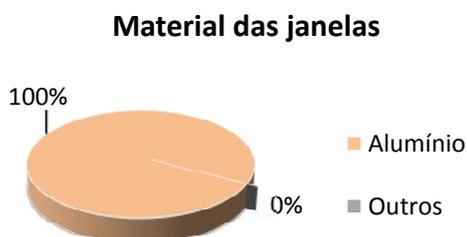


Fonte: Autora.

4.1.3 Características das janelas

No grupo amostral desta pesquisa, conforme mostra o gráfico da Figura 57, 100% das janelas observadas são constituídas em alumínio, como ilustra a Figura 58. A escolha do material, segundo os profissionais consultados, deve-se à leveza, durabilidade, relação custo/benefício do material, juntamente com a possibilidade de utilização do contramarco, pois o mesmo cumpre a função de “gabarito” de execução de abertura de alvenaria.

Figura 57 – Material das janelas



Fonte: Autora.

Figura 58 – Esquadria de alumínio

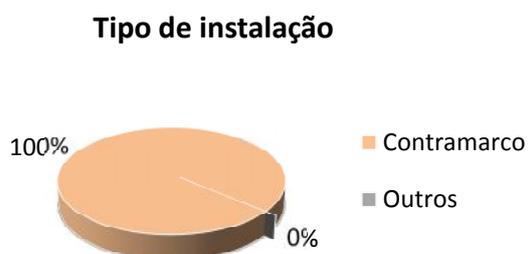


Fonte: Autora.

Como mostra os gráficos das Figuras 59 e 60, todas as janelas dos empreendimentos observados foram instaladas com contramarco de alumínio e

possuem os vidros previamente instalados, todos com gaxetas internas para o correto travamento do vidro na sua posição.

Figura 59 – Tipo de instalação das janelas



Fonte: Autora.

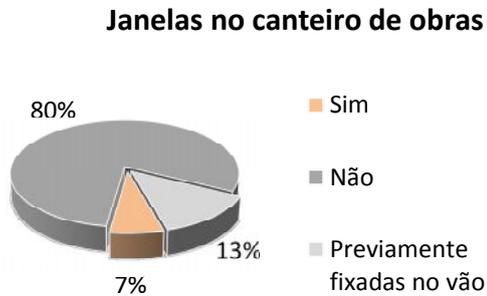
Figura 60 – Instalação de vidros



Fonte: Autora.

Quanto aos cuidados pré-instalação das esquadrias, Beltrame, Esaf Ibrap e Lizuka (2014, 2014, 2001) apontam que as esquadrias devem entrar no canteiro de obras somente no estágio de acabamento da edificação. De acordo com o resultado da pesquisa, representado no gráfico da Figura 61, em 80% dos empreendimentos as esquadrias somente entram na obra no momento da sua fixação realizada pelos próprios fornecedores. Os empreendimentos que foram observados na fase de acabamentos representam um percentual de 13%, onde as janelas já haviam sido instaladas e 7% representam os empreendimentos onde as janelas estavam no local da obra previamente. Como ilustra a Figura 62, no caso verificado, as esquadrias estavam estocadas em contato com o chão, sem calços intercalados no empilhamento vertical, em ângulo inferior à 15° , e demonstrando contato entre os acessórios das janelas, podendo assim, danificar o produto final. Dessa forma, observam-se negligências sobre os cuidados necessários para armazenamento das esquadrias.

Figura 61 – Esquadrias no canteiro de obras



Fonte: Autora.

Figura 62 – Esquadria em obra



Fonte: Autora.

Na pesquisa também foram identificados diversos casos de negligência com relação ao componente contramarco (Figura 63). Na maioria dos empreendimentos, não havia um local adequado para armazenamento dos mesmos, sendo eles mal escorados nas paredes, muitas vezes, apresentando torções e empenamentos. Tais falhas podem gerar problemas de alinhamento do nível e prumo, dificultando e reduzindo a qualidade da instalação da esquadria e podendo originar futuras manifestações patológicas.

Figura 63 – (a),(b),(c) Contramarcos observados nos empreendimentos



(a)



(b)



(c)

Fonte: Autora.

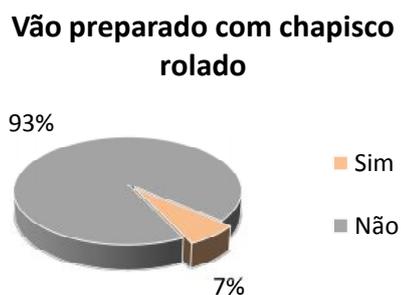
4.2 SEÇÃO 2 – EXECUÇÃO DAS ELEVAÇÕES

4.2.1 Instalação do marco/contramarco

Na segunda seção foram observadas as questões referentes às instalações dos contramarcos das janelas nos empreendimentos. As falhas durante o processo de instalação do marco/contramarco é destacado por diversos autores como o principal agente causador de possíveis manifestações patológicas no envoltório das janelas, especificamente na conexão entre janela e parede de vedação. Cardoso (2004, p. 107) enfatiza que “os profissionais interessados em qualidade e diminuição do retrabalho devem estar muito atentos à fabricação e colocação do contramarco”. O autor ainda destaca que o correto treinamento do profissional envolvido é fundamental.

A Esaf Ibrap e Allmax (2014, 2014), assim como outros fabricantes de esquadrias, indicam que em paredes de alvenaria convencional, estrutural e vãos de concreto, a preparação do vão seja feita com chapisco rolado objetivando a criação de uma superfície rugosa de modo a favorecer a ancoragem do material de chumbamento e a regularidade do vão. Na pesquisa, em 93% dos casos não havia preparação do vão de abertura, como mostra o gráfico percentual da Figura 64. Os 7% restantes do percentual correspondem à edificação construída em alvenaria estrutural que possuía o tratamento adequado para o vão como ilustrado na Figura 65 a seguir.

Figura 64 – Preparação do vão



Fonte: Autora.

Figura 65 – Preparação do vão com chapisco rolado



Fonte: Autora.

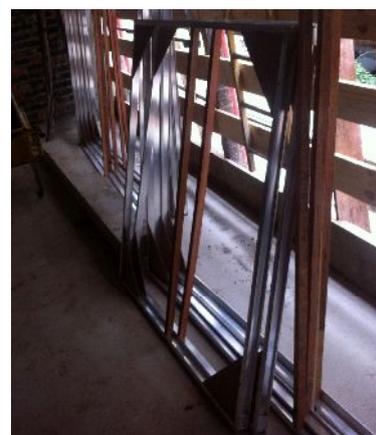
Quanto à observância relativa ao travamento do contramarco, a figura 66 ilustra o gráfico percentual representativo da pesquisa. Em 80% dos casos, não havia o travamento do contramarco realizado de forma completa. Os contramarcos não foram travados de forma a manter os ângulos retos. Segundo Lizuka e Cardoso (2001, 2004) este fator pode gerar a redução no desempenho do conjunto final em termos de vedação. Em 7% dos casos, a manutenção dos ângulos e retidão dos lados não pôde ser observada, pois o empreendimento já se encontrava em fase de acabamentos e em 13% dos casos foi observada a correta manutenção do contramarco como mostra a Figura 67. Destacando que a correta manutenção de esquadrias em alumínio, de acordo com Cardoso (2004), envolve a aplicação de mão-francesa nos quatro lados e travamentos verticais interligando o lado superior e inferior do contramarco.

Figura 66 – Travamento do contramarco



Fonte: Autora.

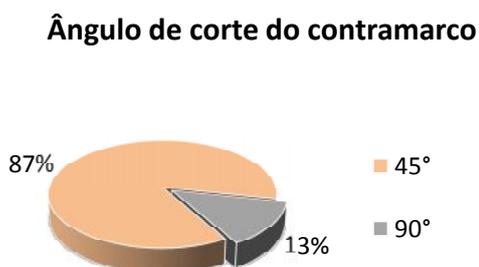
Figura 67 – Contramarco observado



Fonte: Autora.

Quanto ao ângulo de corte do contramarco, 87% dos empreendimentos observados apresentaram contramarcos com o ângulo de corte em 45° e 13% em ângulos de corte a 90° (Figura 68). Cardoso (2004) orienta que em contramarcos fabricados em alumínio, o encontro dos perfis horizontais com verticais deve ser feito em esquadria, ou seja, ângulos de 45° . Nesse caso, o autor ressalta que a habilidade do montador, a precisão e qualidade do corte são fundamentais para não resultar em uma conexão “aberta”, que pode permitir a passagem de luz, ar água e poeira, ilustrada pelo caso observado e representada pela Figura 69.

Figura 68– Ângulo de corte do contramarco



Fonte: Autora.

Figura 69 – Passagem de luz por meio da conexão da esquadria



Fonte: Autora.

De acordo com Cardoso (2004) em contramarcos cortados a 90°, a montagem é extremamente mais simples e rápida, não exigindo mão-de-obra especializada. Com isso, o componente, muitas vezes, passa a ser desenvolvido por profissionais sem especialização, gerando como consequência diminuição do desempenho de toda a esquadria. A negociação do contramarco e da esquadria realizada por empresas distintas também é uma prática comum na construção civil na cidade que deveria ser evitada, pois muitas empresas acabam fugindo da responsabilidade da garantia de qualidade e na presença de alguma manifestação patológica futura. Na Figura 70, pode-se observar a instalação de um contramarco em corte dos perfis a 45°, encontrado em 87% dos empreendimentos da cidade, adquiridos pelo mesmo fornecedor; e na Figura 71, um contramarco com o corte dos perfis a 90°, de fabricação própria de uma empresa de pequeno porte da região de Santa Maria. A falta de certificação do material e o tipo de encontro utilizado aumenta o potencial do surgimento de manifestações patológicas.

Figura 70 – Contramarco corte 45°



Fonte: Autora.

Figura 71 – Contramarco corte 90°



Fonte: Autora.

Com relação ao tipo de contramarco, em 100% dos casos foi utilizado o contramarco do tipo “cadeirinha”, vide Figura 5(a), instalado na face interna do vão, expressado pelo gráfico da Figura 72. Vale ressaltar que o modelo de contramarco utilizado é específico de acordo com a tipologia da esquadria. Todos os contramarcos observados foram chumbados com grapas utilizando a argamassa de cimento e areia como material de chumbamento (Figura 73). As grapas normalmente são fixadas posteriormente ao contramarco podendo deslizar na direção horizontal. O ajuste da posição é feito pelo próprio responsável pelo chumbamento. Não foram observadas irregularidades no posicionamento das grapas, embora muitas vezes, ela tenha sido realizada de forma empírica.

Figura 72 – Tipo de contramarco



Fonte: Autora.

Figura 73 – Material de chumbamento

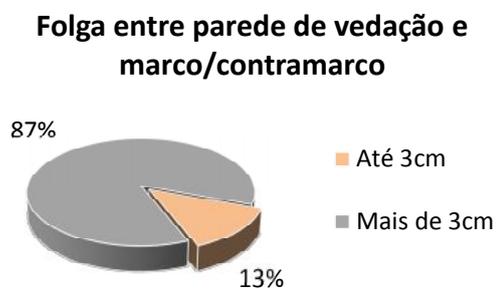


Fonte: Autora.

As orientações dimensionais da folga para o adequado chumbamento entre a parede de vedação e a esquadria, variam de acordo com o autor, fabricante, produto ou ano da publicação. Para os fins desta pesquisa, foram considerados como correspondentes à prática adequada de instalação de esquadrias, dimensões que correspondam a até três centímetros. Dessa forma, foi desconsiderada a dimensão de cinco centímetros citada previamente no referencial teórico. Tal decisão foi baseada no fato de que o valor é maior do que o considerado adequado pela autora deste estudo, pelo ano da publicação, 1991, visto que a indústria tecnológica e o processo construtivo evoluíram significativamente nos últimos anos; e porque tal fase está intimamente ligada ao desempenho final do produto. (GADIOLI E AFEAL, 2010; IIZUKA, 2001; CARDOSO, 2004; MOCH, 2009; RIPPER, 1984; SABATTINI E BAÍA, 2000).

Dessa forma, o gráfico expresso pela Figura 74, está dividido em duas categorias. Com o resultado dos dados, observa-se que em 87% dos empreendimentos, a folga de chumbamento possui mais de três centímetros. Em alguns empreendimentos, a folga apresentava dimensões de até oito centímetros. As Figuras 75, 76, 77, 78 e 79 ilustram os casos de dimensionamento excessivo da folga para chumbamento. Na figura 80 são ilustrados dois casos onde foi observada a presença de material inadequado para o preenchimento da folga com o objetivo de reduzir os gastos com a argamassa de preenchimento. No primeiro caso foi utilizada a massa de reboco de gesso (80.a) e no segundo caso foram utilizadas as embalagens de argamassa (80.b).

Figura 74 – Folga para chumbamento



Fonte: Autora.

Figura 75 – Folga de chumbamento 1



Fonte: Autora.

Figura 76 – Folga de chumbamento 2



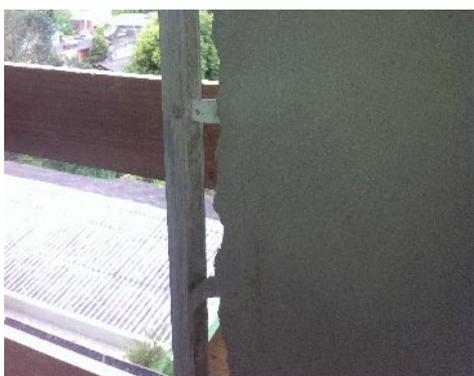
Fonte: Autora.

Figura 77 – Folga de chumbamento 3



Fonte: Autora.

Figura 78 – Folga de chumbamento 5



Fonte: Autora.

Figura 79 – Folga de chumbamento 6



Fonte: Autora.

Figura 80 – Material de preenchimento inadequado: (a) massa de gesso; (b) embalagens de argamassa



(a)

Fonte: Autora.



(b)

Fonte: Autora.

O preenchimento excessivo da folga para chumbamento com argamassa, como visto no capítulo dois desta pesquisa, pode vir a causar diversas manifestações patológicas devido às movimentações diferenciais, infiltrações, umidade, retrações do material de preenchimento, entre outros fatores. No grupo de amostragem foram detectadas tais falhas, de forma precoce nos empreendimentos, uma vez que nenhuma edificação estava concluída e já apresentavam manifestações patológicas incidentes no entorno das esquadrias. As falhas são ilustradas pelas Figuras 81 e 82.

Figura 81 – Fissuras no preenchimento 1



Fonte: Autora.

Figura 82 – Fissuras no preenchimento 2



Fonte: Autora.

Outro fator que está diretamente ligado ao superdimensionamento de folgas para o chumbamento das esquadrias é a ausência de coordenação modular no processo de criação do projeto arquitetônico. Greven e Baldauf (2007, p. 11) afirmam que a coordenação modular não está sendo utilizada na atualidade devido à interrupção abrupta de bibliografia e ausência de estudos e também pelo “caos dimensional de grande parte dos componentes construtivos”.

De acordo com ABDI (2009) o segmento de esquadrias em alumínio possui dois subsegmentos distintos quanto aos procedimentos dimensionais: o de esquadrias especiais e o de esquadrias padronizadas.

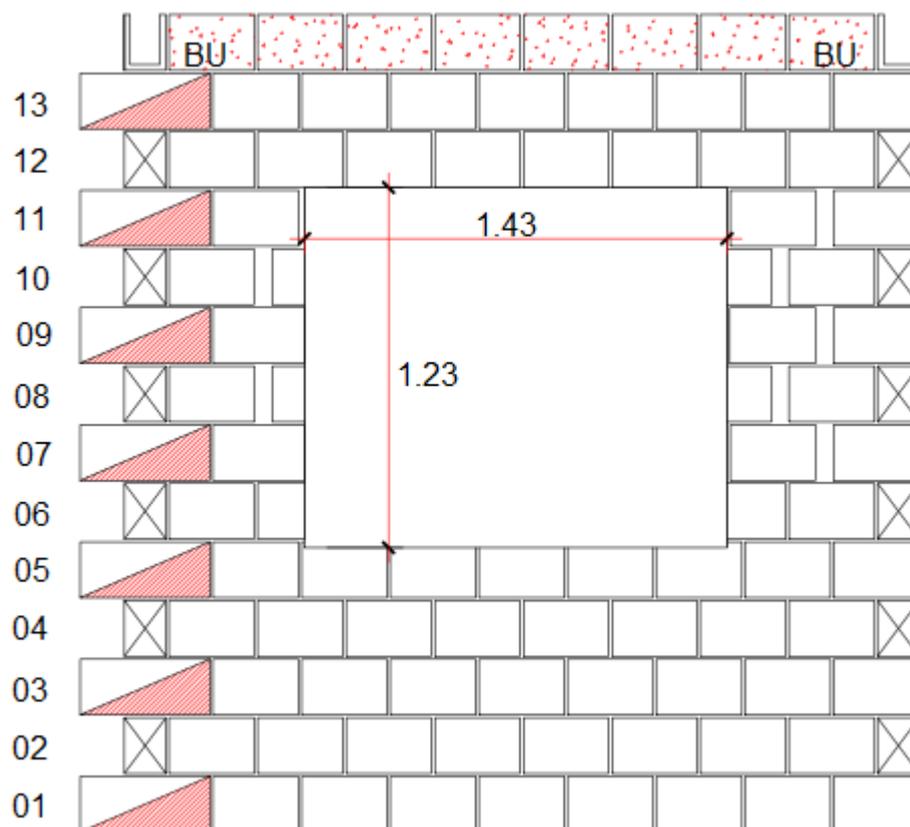
As esquadrias padronizadas são produzidas em escala e distribuídas em lojas de materiais de construção com medidas definidas previamente independente da sua aplicação. Em um estudo realizado pela ABDI (2009) foram pesquisadas as esquadrias de alumínio de onze fabricantes onde pôde ser observado que as dimensões reais não coincidem com as medidas especificadas na embalagem do produto. Além da ausência de precisão dimensional, todas as esquadrias foram fabricadas em módulos de 10 cm, valor este que, de acordo com ABDI (2009), do ponto de vista de sua coordenação modular com outros componentes torna-se ineficiente. Isso se deve ao fato de que a medida modular deve englobar o produto e suas folgas para deformação e instalação.

A compatibilização dos projetos é importante para a minimização das manifestações patológicas visto que racionaliza a construção evitando cortes de

materiais e improvisos no canteiro de obras além de garantir previamente a solução da interface evitando que o construtor busque por soluções durante a execução da obra.

A figura 83 a seguir apresenta uma elevação de parede em alvenaria estrutural onde é possível observar a necessidade de utilização de blocos compensadores para os ajustes das dimensões dos vãos. Esta prática, como vista anteriormente, deve ser evitada, pois dificulta a execução e reduz a racionalização e produtividade da obra. Para abolir a necessidade de ajustes no sistema construtivo, neste caso, a solução completa da janela deve totalizar a medida modular.

Figura 83 – Ajuste modular do vão com a utilização do compensador



Fonte: adaptado de MOHAMAD, 2015 apud PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO EMPRESARIAL – GDA – UFSC, 1998.

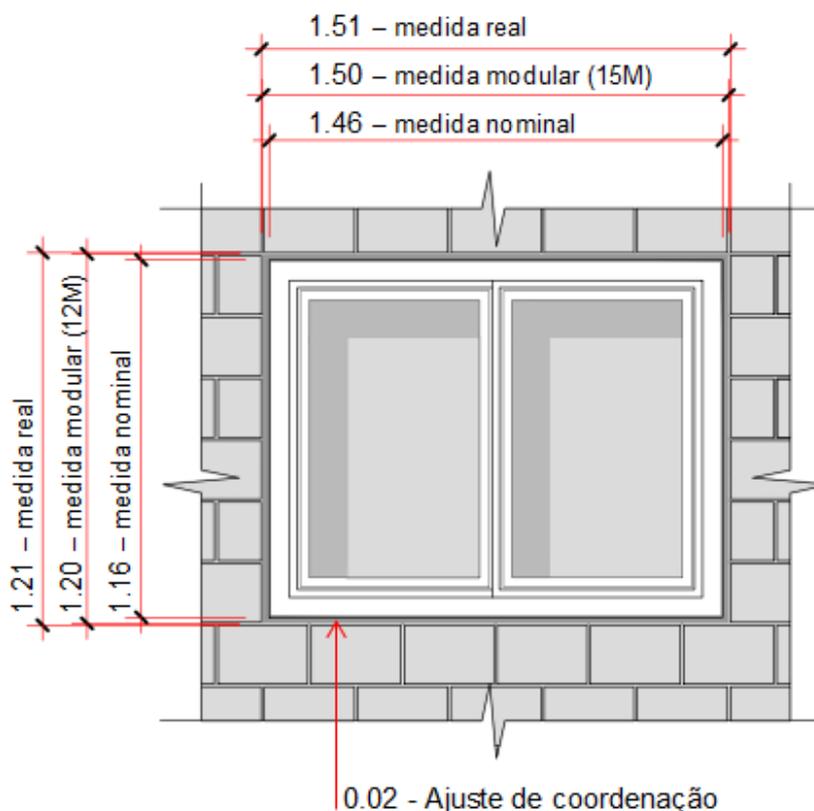
Todos os empreendimentos pertencentes ao grupo de amostragem desta pesquisa utilizam-se das esquadrias especiais, onde as medidas das aberturas são definidas no projeto arquitetônico e os produtos são fabricados e instalados por

encomenda. Mesmo havendo a possibilidade de aperfeiçoar a dimensão da esquadria para uma melhor adaptação ao sistema construtivo, o mesmo não é realizado. O que pode ser constatado com base nas observações do estudo é que as esquadrias possuem medidas modulares e as compensações e ajustes são descontados na alvenaria resultando assim em quebras de blocos, diminuição da racionalização do projeto e possíveis pontos originadores de futuras manifestações patológicas.

Para que as janelas obedeçam ao padrão de coordenação modular, a solução global de todo o componente deve totalizar a dimensão modular e não somente a dimensão da esquadria. Leusin (2010) aponta que o fabricante deverá oferecer soluções técnicas e construtivas para a montagem da esquadria numa obra ordenada modularmente e ainda indicar na embalagem a medida de coordenação modular além da medida nominal da esquadria.

A Figura 84 a seguir apresenta o dimensionamento de componentes modulares exemplificando a aplicação em uma esquadria em uma parede de constituída em alvenaria estrutural. A medida real é o vão de alvenaria, que corresponde a 1.51x1.21 metros, porém a folga de 1 centímetro corresponde à coordenação de alvenaria servindo para absorver suas tolerâncias. Dessa forma, a medida modular para o vão é de 1.50x1.20 metros, ou seja, 15Mx12M. Neste caso, a folga necessária para a instalação da esquadria é de dois centímetros em cada lado. Assim, este é o valor do ajuste de coordenação e a medida nominal é o tamanho correto da janela, neste caso correspondente a 1.46x1.16 metros.

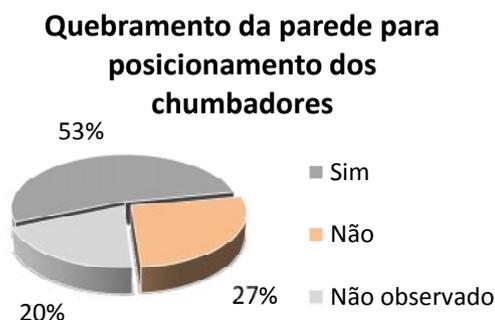
Figura 84 - Dimensionamento de componentes modulares - janela



Fonte: Autora.

Os resultados obtidos referentes à quebra da parede para posicionamento dos chumbadores, apresentados na Figura 85, mostra que, em 53% dos empreendimentos, a parede de vedação é quebrada para a inserção dos chumbadores como se observa na Figura 86. Em 27% das edificações, os chumbadores são parafusados no vão e em 20% dos empreendimentos, esta etapa não pôde ser observada. Verificou-se, em muitos casos, uma irregularidade dos espaçamentos deixados para o posterior chumbamento entre o contramarco e a parede de vedação (vide Figura 75), onde no mesmo contramarco alguns chumbadores eram parafusados e outros mantinham contato com a parede por meio da adição de argamassa, podendo significar a não concordância entre a dimensão do contramarco e o vão executado em obra. Tal incompatibilidade pode ser atribuída a erros de projeto ou execução, alterações na execução com relação ao projeto ou ainda a redução de custos com alterações na dimensão da esquadria.

Figura 85 – Quebra da parede para posicionamento dos chumbadores



Fonte: Autora.

Figura 86 – Quebra da parede para posicionamento do chumbador



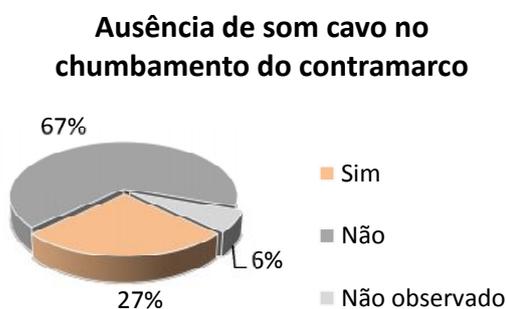
Fonte: Autora.

A ausência de som cavo, ou seja, qualidade adequada do chumbamento entre o contramarco e a parede de vedação, corresponde a um percentual de 27% nos empreendimentos observados, como apresenta a Figura 87. Para a verificação da correta fixação da esquadria no vão de acordo com as técnicas construtivas, foi utilizado um método não destrutivo pela autora a fim de verificar o som produzido ao longo de todo o perfil do contramarco. O som cavo pôde ser constatado em 67% dos empreendimentos representando a falta de argamassa de preenchimento na parte interna do contramarco. E em 6% dos casos, o som emitido pelo contramarco não pôde ser verificado.

Relacionado aos profissionais responsáveis pela instalação dos contramarcos (Figura 88), em 73% das edificações, os contramarcos são instalados pela própria equipe de obra. Na maioria destes casos, o contramarco é adquirido em uma empresa distinta da que fornece as esquadrias. Assim, a equipe da obra instala os contramarcos, para posteriormente a empresa fornecedora de esquadria ser contatada para a medição de vãos e fabricação das esquadrias. Tal processo é desaconselhado por Cardoso (2004) sob o risco de desenvolver problemas de desempenho, visto que muitas empresas esquivam-se da responsabilidade da instalação do contramarco.

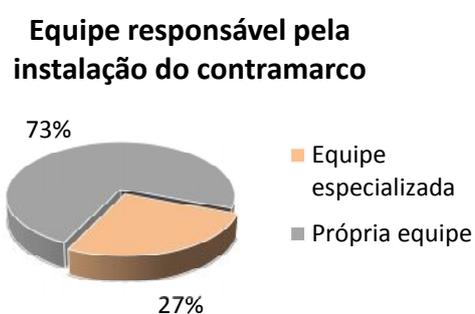
As empresas fornecedoras de esquadrias que instalam os contramarcos correspondem a um percentual de 27%, porém, em sua maioria, não executam o chumbamento. Dessa forma, mesmo que o material e a instalação sejam fornecidos pela mesma empresa, uma etapa fundamental do processo ainda é executado por profissionais não especializados, o que pode comprometer a qualidade do produto final.

Figura 87 – Ausência de som cavo no chumbamento



Fonte: Autora.

Figura 88 – Equipe responsável pela instalação do contramarco

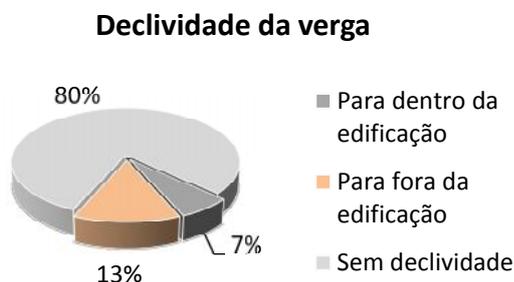


Fonte: Autora.

4.2.2 Outras informações

A declividade da verga consta como informação adicional no formulário a ser observada, pois tal questão possui influência sobre a possibilidade de haver futuras manifestações patológicas no entorno das esquadrias. Como resultado apresentado pela Figura 89, em 80% dos casos, a verga não apresentou declividade, portanto tais edificações não são nem beneficiadas, nem prejudicadas com a declividade da mesma.

Figura 89 – Declividade da verga

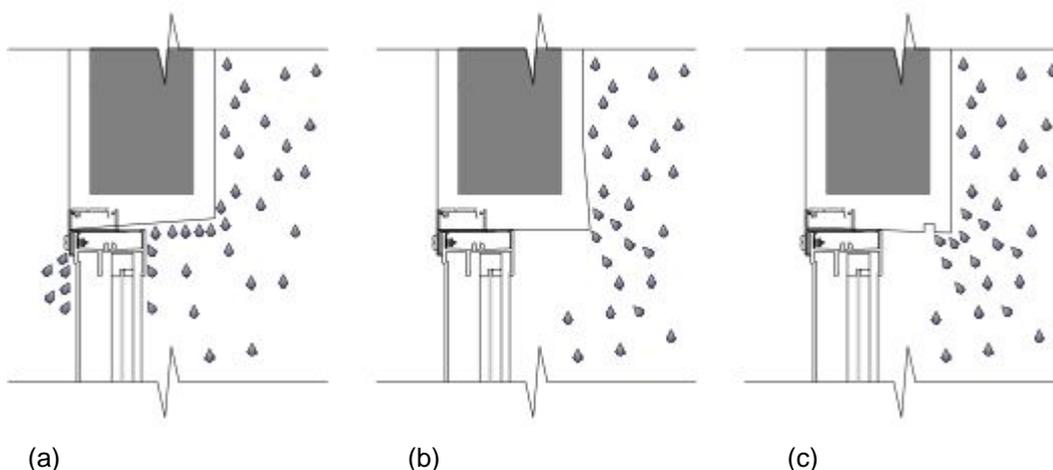


Fonte: Autora.

Em 13% dos casos, a verga apresentou inclinação para dentro da edificação como mostra o esquema da Figura 90.a, exibindo uma declividade favorável ao escoamento da água sobre a janela por meio do fenômeno da força de gravidade. Quando questionado, um dos profissionais consultados especificou que a declividade é justificada para facilitar a fixação da esquadria pelo lado externo. Tal procedimento é construído de forma empírica, ausente de embasamento teórico e utilizado em muitas edificações sem haver nenhum estudo prévio sobre a consequência desta prática construtiva. Cardoso (2004) comenta que na Europa, as janelas são fixadas pelo lado interno, uma ideia que pode ser uma alternativa em nosso mercado futuramente evitando o tipo de prática relatada anteriormente.

Os 7% restantes das edificações apresentaram a verga com declividade para fora da edificação, fator este que auxilia no impedimento da água adentrar o empreendimento através do fenômeno de capilaridade (Figura 90.b). Aluparts (2013) também orienta que na face externa e superior da parede, a declividade seja invertida com relação ao peitoril, havendo ainda uma depressão superior para a quebra do fluxo de água como mostra a Figura 90.c.

Figura 90 – Cortes esquemáticos laterais representando as possíveis inclinações da verga em relação ao interior da edificação para distintos sistemas construtivos: (a) para dentro; (b) para fora; (c) invertida com relação ao peitoril



Fonte: (a)(b) Autora; (c) Adaptação de ALUPARTS, 2013.

4.3 SEÇÃO 3 – ACABAMENTOS

4.3.1 Peitoril

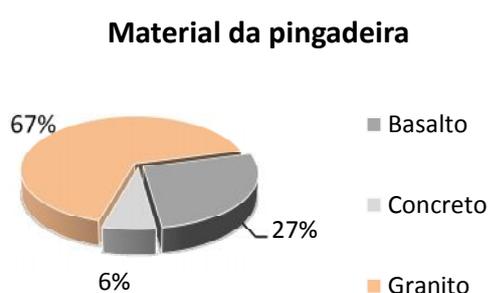
Como parte inicial do formulário proposto, na etapa de obra de acabamentos, foram observados detalhes relativos ao peitoril das janelas. Como apresenta o gráfico da Figura 91, todos os empreendimentos apresentaram acabamento externo de proteção, a componente pingadeira. Com relação ao material constituinte das pingadeiras expressos no gráfico da Figura 92, em 67% das edificações a pingadeira era constituída de granito, 27% em basalto e 6% em concreto.

Figura 91 – Presença de pingadeira



Fonte: Autora.

Figura 92 – Material da pingadeira



Fonte: Autora.

Relacionada à dimensão da pingadeira, Ripper e Watanabe (1986; 2010) aconselham que a mesma deva passar por baixo do caixilho ou janela a fim de evitar uma junta vertical entre esquadria e peitoril, que facilita a penetração de água. Em 100% dos empreendimentos observados, como ilustra o gráfico da Figura 93, a pingadeira não cobria toda a dimensão do vão (Figura 94), havendo um espaçamento entre ela e o contramarco do tipo cadeirinha instalado.

O vão entre os dois componentes é normalmente preenchido com argamassa, fato este desaconselhado por Ripper (1986) devido à rigidez do material que se torna suscetível às trincas quando sob influência de variações de temperatura. A Figura 95 (a) apresenta o detalhamento de pingadeira aconselhado por Ripper e Watanabe (1986; 2010) e a Figura 95 (b) esquematiza o modelo de instalação de pingadeira observada na pesquisa.

Vale ressaltar que nos empreendimentos observados na pesquisa, o cobrimento total do vão com a componente pingadeira foi impossibilitado devido à utilização do contramarco para instalação da janela.

Figura 93 – Presença de pingadeira em toda a dimensão do vão



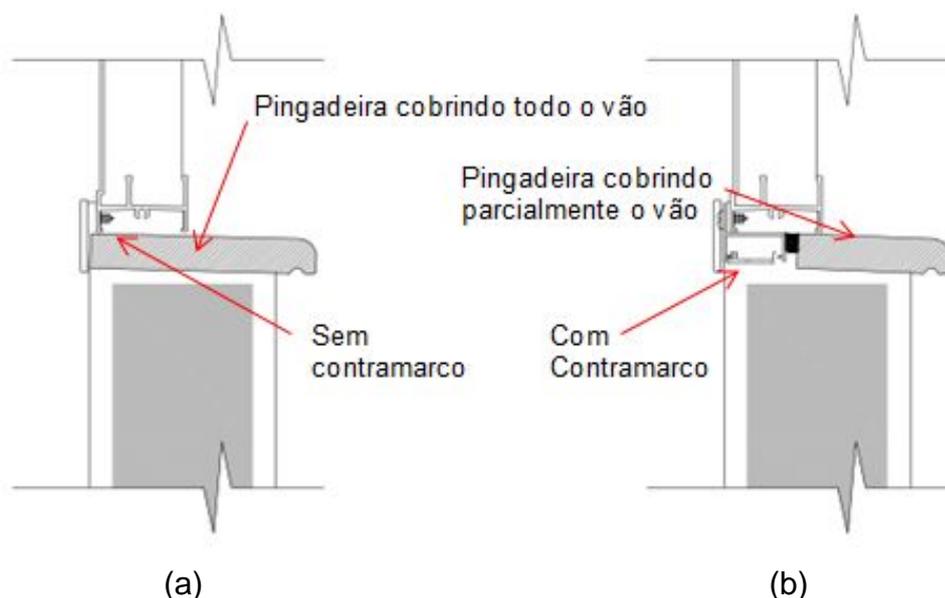
Fonte: Autora.

Figura 94 – Modelo de instalação de pingadeira observada na pesquisa



Fonte: Autora.

Figura 95 – (a) detalhamento de pingadeira aconselhado por Ripper e Watanabe; (b) detalhamento de pingadeiras observadas na pesquisa



Fonte: Autora.

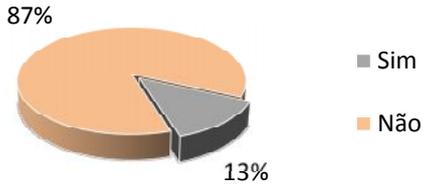
Em observância quanto à inclinação da pingadeira (Figura 96), 87% das edificações não apresentaram declividade do componente. Nos 13% restantes das edificações observadas, a componente pingadeira possuía inclinação, porém esta, na maioria dos casos, possuía declividade de 0,5%, considerada insuficiente segundo o embasamento teórico e conclusões da pesquisadora.

Ripper e Iizuka (1986, 2001) destacam que a pingadeira deve possuir caimento para fora de no mínimo 1% para facilitar o afastamento da água. Watanabe e Cichelero (2014, 2014) indicam que tal declividade seja de 2% e Aluparts (2013) orienta um caimento de 5% para a face externa da parede.

A ausência de declividade deve-se à incompatibilidade dos sistemas, falta de detalhamento da janela e região de entorno e carência de solução adequada para a componente pingadeira. A Figura 97 ilustra o caso de pingadeira sem inclinação.

Figura 96 – Inclinação do peitoril/pingadeira Figura 97 – Pingadeira sem inclinação

Inclinação do peitoril/pingadeira



Fonte: Autora.

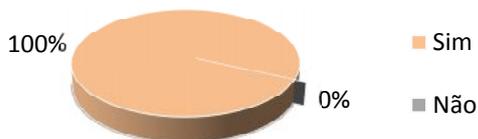


Fonte: Autora.

Quanto ao prolongamento transversal da pingadeira, como apresenta o gráfico da Figura 98, todos os empreendimentos apresentaram projeção da componente. Ripper e Watanabe (1986, 2014) aconselham que o prolongamento transversal da pingadeira tenha no mínimo quatro centímetros. Dessa forma, a categoria foi dividida pela autora com base na teoria, constatando que apenas 13% dos empreendimentos possuem um prolongamento transversal considerado adequado, como pode ser observado no gráfico da Figura 99. Um percentual de 87% possuem prolongamentos de dois a três centímetros. Tal dimensão, segundo Oliveira (2008), assemelha-se a um friso que ajuda a dissipar as águas da chuva por criar perturbações no vento que empurra as águas contra a parede, porém, não apresenta tanta eficiência como uma pingadeira com dimensionamento correto.

Figura 98 - Prolongamento transversal

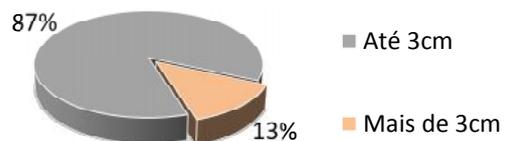
Prolongamento transversal do peitoril/pingadeira



Fonte: Autora.

Figura 99 – Dimensão da projeção

Dimensão do prolongamento transversal do peitoril/pingadeira



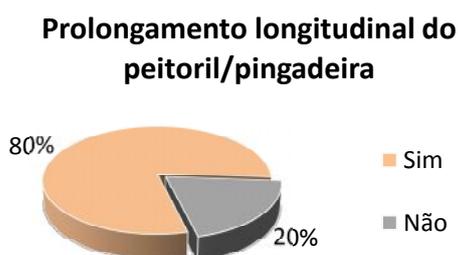
Fonte: Autora.

A próxima questão observada com relação à pingadeira foi seu prolongamento longitudinal. De acordo com o gráfico expresso pela Figura 100, em 80% dos empreendimentos a componente pingadeira apresentavam prolongamento longitudinal. Os 20% restantes correspondem aos empreendimentos onde a finalização da pingadeira coincide com as faces laterais do vão da janela. Este procedimento, como visto no capítulo dois, pode dar origem à diferentes manifestações patológicas.

Com base no percentual de edificações que apresentaram um prolongamento longitudinal da pingadeira, foram analisadas as dimensões de tais prolongamentos expressos no gráfico da Figura 101. Em todos os casos, o prolongamento longitudinal possui menos de três centímetros. Segundo observações desta pesquisa, tal prolongamento normalmente possui apenas a espessura do reboco para que não haja a quebra da quina dos blocos que coincidem com as extremidades do peitoril.

Watanabe (2014) indica que o prolongamento longitudinal da pedra de pingadeira tenha dimensão mínima de sete centímetros. Dessa forma, os prolongamentos longitudinais encontrados no grupo de amostragem desta pesquisa são considerados insuficientes pela autora, pois sua dimensão exerce pouca influência para o desvio da trajetória preferente e carreamento das águas e partículas sólidas. A consideração de insuficiência tem base no levantamento prévio realizado pela pesquisadora na etapa de preparação da pesquisa, onde foram registrados casos de prolongamentos longitudinais que apresentavam manchamento da fachada, vide Figura 16 do capítulo dois desta pesquisa.

Figura 100- Prolongamento longitudinal Figura 101 – Dimensão do prolongamento



Fonte: Autora.



Fonte: Autora.

A Figura 102 registra a observação desta pesquisa apresentando um vão de janela com pingadeira sem prolongamento longitudinal (Figura 102 a), e um vão de janela com prolongamento longitudinal insuficiente (Figura 102 b).

Figura 102 – (a) vão de janela com pingadeira sem prolongamento longitudinal, (b) vão de janela com prolongamento longitudinal insuficiente

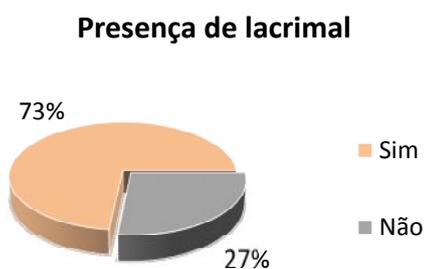


Fonte: Autora.

A última questão observada de acordo com o formulário seguido era a presença de lacrimal na pingadeira. Como apresenta a Figura 103, as pingadeiras eram dotadas de lacrimais em 73% dos empreendimentos. Nas pingadeiras constituídas em pedra de granito ou basalto, o lacrimal ou gotejador, era formado basicamente por um pequeno sulco realizado com uma serra de corte. Em alguns casos, este sulco era tão pequeno, que se torna possível afirmar a insuficiência do mesmo, pois tal reentrância é realizada de forma empírica dependendo de um profissional sem especialização para o ofício. Foi observado também que, em algumas pingadeiras, o lacrimal coincidia com a parede de vedação devido ao prolongamento transversal insuficiente. Tais detalhes observados são esquematizados na Figura 105. Watanabe (2011) especifica que a distância entre o sulco e a parede, deve ser de no mínimo quatro centímetros. Este valor, como mostra o gráfico da Figura 104, não foi verificado em nenhuma das pingadeiras observadas, pois tal dimensão corresponde ao tamanho máximo de projeção encontrada, sendo que a maioria das pingadeiras apresentava projeção transversal

de dois centímetros. Tal fator contribui para o surgimento de problemas e pode desencadear o desenvolvimento de futuras manifestações patológicas.

Figura 103 – Presença de lacrimal



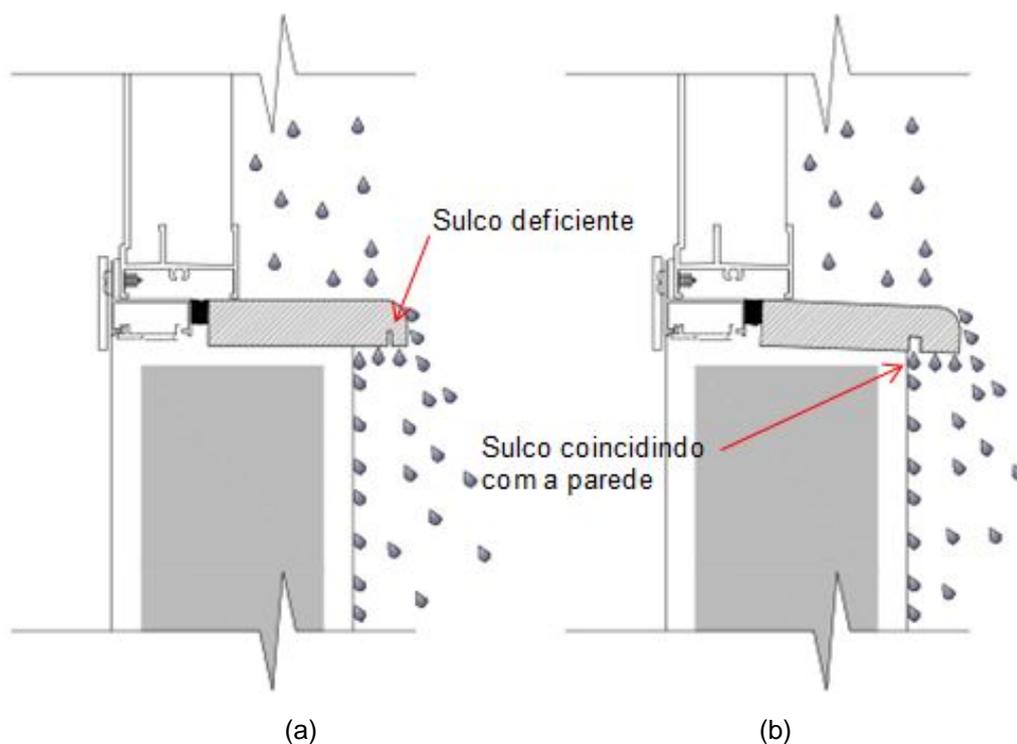
Fonte: Autora

Figura 104 – Distância do lacrimal



Fonte: Autora

Figura 105 – (a) lacrimal de dimensão insuficiente produzido por ferramenta de corte; (b) lacrimal coincidindo com a parede de vedação



Fonte: Autora.

4.3.2 Vedações

O processo de selagem das janelas consta no formulário como última parte referente à fase de acabamentos. Nesta etapa foi observada a vedação das aberturas no grupo de amostragem selecionado previamente.

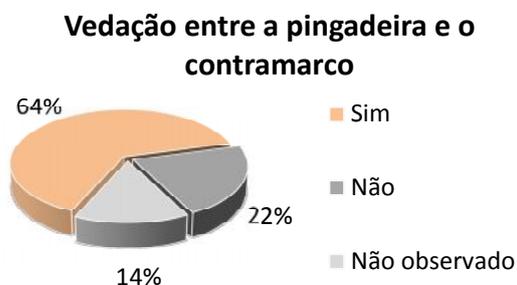
Na maioria dos empreendimentos observados, a responsabilidade da etapa de vedação pertencia à empresa fornecedora de esquadrias. Dessa forma, muitos profissionais consultados desconheciam o processo de selagem das aberturas.

O gráfico da Figura 106 apresenta os percentuais obtidos com a investigação referente à vedação da junta entre o contramarco e a pingadeira. Os dados mostram que 64% dos empreendimentos apresentaram a selagem da junta de acordo com os procedimentos técnicos de referência. O material mais utilizado para a vedação desta interface foi o selante à base de poliuretano.

Em 22% dos casos, a junta não apresentava selante elástico, apenas argamassa de preenchimento. Esta prática é desaconselhada, pois segundo a Associação Brasileira da Construção Industrializada (1991, p. 144), “os selantes precisam ser elásticos o suficiente de forma a absorver e acomodar as dilatações dos diversos materiais em contato”. Com a ausência de material vedante e elástico, esta junta é um ponto suscetível à infiltração de água podendo originar futuras manifestações patológicas.

Nos 14% restantes, não foi possível realizar a observação de tal etapa, devido a fato de que o mesmo encontrava-se em uma etapa anterior ou posterior ao processo investigado. A Figura 107 a seguir mostra um caso observado de vedação da junta com selante do tipo poliuretano.

Figura 106 – Vedação entre a pingadeira e o contramarco



Fonte: Autora.

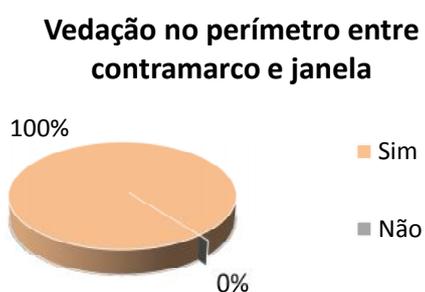
Figura 107 – Vedação observada



Fonte: Autora.

A Figura 108 apresentada a seguir mostra os dados resultantes da questão que abrange a vedação no perímetro das janelas. Através do gráfico pode-se observar que todos os empreendimentos apresentaram a vedação das esquadrias realizada entre o marco e o contramarco da janela. O material utilizado nas edificações observadas foi o selante do tipo silicone (Figura 109).

Figura 108 – Vedação no perímetro entre o contramarco e a janela



Fonte: Autora.

Figura 109 – Vedação observada



Fonte: Autora.

Quanto à vedação no perímetro externo das esquadrias, o gráfico da Figura 110 mostra que 93% das edificações não realizam a selagem das janelas pela face externa. Como descrito no capítulo dois desta pesquisa, muitas manifestações patológicas advêm da falta de uma barreira de vedação na parte superior, inferior e lateral das aberturas (MOCH, 2009). Watanabe (2014) destaca que não deve ocorrer a vedação externa na parte inferior da janela, sob o risco de bloquear a saída de água acumulada sobre o trilho, porém no restante do perímetro a selagem é fortemente recomendada. Recomenda-se nesta pesquisa que para as vedações das esquadrias sejam utilizados selante à base de silicone por possuírem maior capacidade de movimentação, maior resistência ao envelhecimento exposto à intempéries e à temperaturas e melhor capacidade de adesão aos suportes do que os demais tipos de selantes.

Nos 7% restantes, segundo informações dos profissionais consultados, a selagem externa seria realizada futuramente nas faces laterais e superiores. A escolha teria partido da própria construtora a fim de evitar manifestações patológicas como infiltrações, ocorridas previamente em outras edificações construídas. A Figura 111 exemplifica o caso de ausência de vedação na face externa da esquadria de alumínio.

Figura 110 – Vedação no perímetro externo



Fonte: Autora.

Figura 111– Ausência de selante observada



Fonte: Autora.

A questão final sobre a vedação das esquadrias é relacionada à selagem na direção vertical da pingadeira. Como mostra o gráfico percentual da Figura 112, esta vedação é inexistente em 93% das edificações observadas.

Esta conexão não recebe o devido tratamento possivelmente por não haver nenhum detalhamento arquitetônico ou executivo que envolva todos os componentes da abertura. Outro motivo deve-se ao fato de que a equipe fornecedora de esquadrias se responsabiliza apenas pela vedação do sistema janela, excluindo dessa forma, o peitoril.

Em apenas 7% dos empreendimentos, os cantos das pingadeiras foram vedados. A Figura 113 mostra o tratamento de impermeabilização realizado pela própria equipe da obra, de forma prévia ao processo de vedação que será desenvolvido posteriormente pela equipe fornecedora de esquadrias.

Figura 112 – Vedação na direção vertical da pingadeira



Fonte: Autora.

Figura 113– Vedação observada



Fonte: Autora.

4.4 RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

4.4.1 Quadro de recomendações

Após a etapa de análise e interpretação dos dados coletados, são descritas as recomendações técnicas relativas ao processo produtivo de instalação de janelas com o intuito de eliminar ou prevenir as manifestações patológicas de possível

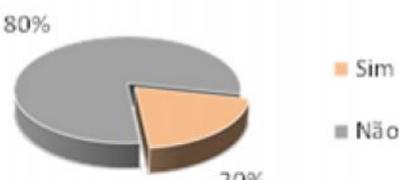
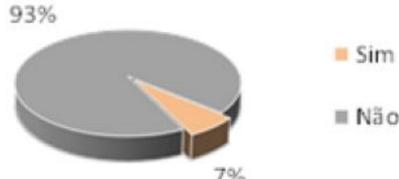
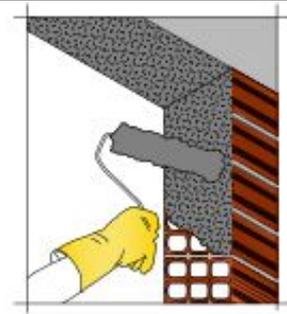
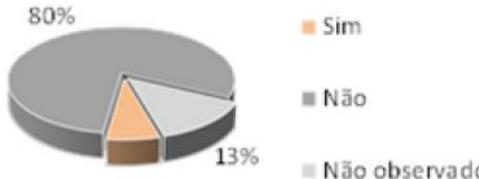
ocorrência no entorno das esquadrias em decorrência da falta de estanqueidade à água. O quadro 06 a seguir é organizado de forma a apresentar as falhas encontradas através da pesquisa com seu respectivo gráfico representante e as recomendações técnicas com o intuito de evitar tal falha, seguida de um esquema ilustrativo da sugestão descrita.

Quadro 06 – Recomendações técnicas para as falhas recorrentes encontradas na pesquisa

| (continua) | |
|---|---|
| Falha Recorrente (1) | Gráfico Representante |
| Ausência de tratamento arquitetônico na fachada | <p style="text-align: center;">Tratamento arquitetônico da fachada</p> <p>93% Sim 7% Não</p> |
| Recomendações Técnicas | Esquema Ilustrativo |
| O projetista deve projetar detalhes de acabamento na fachada visando à dissipação das concentrações de água nas superfícies das paredes. | <p>7 mm 13 mm 26 mm 39 mm 39 mm 39 mm</p> |
| Falha Recorrente (2) | Gráfico Representante |
| Ausência de projeto de detalhamento do sistema janela | <p style="text-align: center;">Projeto de detalhamento de janela</p> <p>100% Sim 0% Não</p> |
| Recomendações Técnicas | Esquema Ilustrativo |
| O projetista deve desenvolver todo o processo de detalhamento do sistema janela envolvendo componentes como a própria esquadria, o peitoril, as folgas e as vedações. | <p>janela em alumínio anodizado modelo X alizares de encaixe contramarco cadeirinha folga máx. 2,5cm vedação junta selante de poliuretano vedação externa em selante poliuretano pingadeira em granito X inclinação 1% lacrimal d= 1cm DET. PEITORIL escala X</p> |

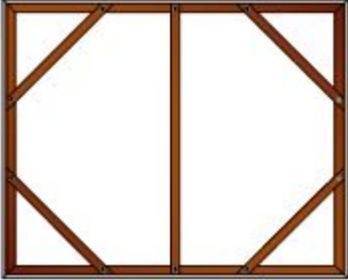
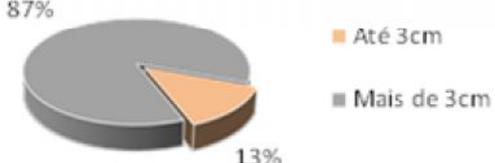
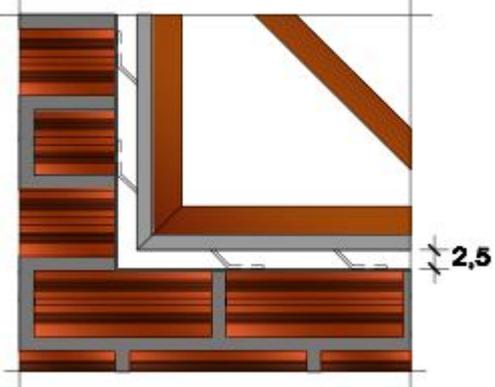
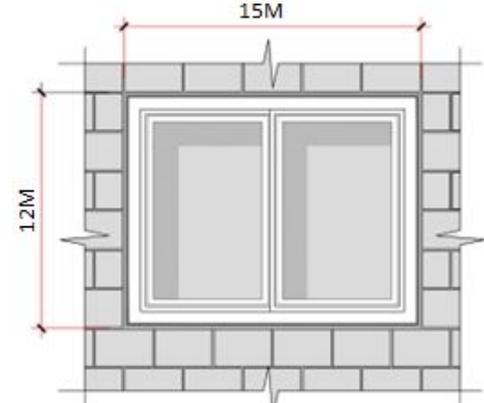
Quadro 06 – Recomendações técnicas para as falhas recorrentes encontradas na pesquisa

(continuação)

| Falha Recorrente (3) | Gráfico Representante | | | | | | | | |
|---|---|----------|-------------|-----|-----|-----|-----|---------------|-----|
| <p>Utilização de janelas não certificadas e normalizadas</p> | <p>Certificação das janelas</p>  <table border="1"> <caption>Certificação das janelas</caption> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sim</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Não</td> <td>80%</td> </tr> </tbody> </table> | Resposta | Porcentagem | Sim | 20% | Não | 80% | | |
| Resposta | Porcentagem | | | | | | | | |
| Sim | 20% | | | | | | | | |
| Não | 80% | | | | | | | | |
| <p>Recomendações Técnicas</p> | <p>Esquema Ilustrativo</p> | | | | | | | | |
| <p>Contratar fornecedores que disponham de esquadrias normalizadas segundo a NBR 10821, dando preferência às empresas associadas à AFEAL e ao programa PSQ e exigindo todas as informações do fabricante.</p> | <p>www.afeal.com.br/</p>  | | | | | | | | |
| <p>Falha Recorrente (4)</p> | <p>Gráfico Representante</p> | | | | | | | | |
| <p>Ausência de preparação do vão com chapisco rolado</p> | <p>Vão preparado com chapisco rolado</p>  <table border="1"> <caption>Vão preparado com chapisco rolado</caption> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sim</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Não</td> <td>93%</td> </tr> </tbody> </table> | Resposta | Porcentagem | Sim | 7% | Não | 93% | | |
| Resposta | Porcentagem | | | | | | | | |
| Sim | 7% | | | | | | | | |
| Não | 93% | | | | | | | | |
| <p>Recomendações Técnicas</p> | <p>Esquema Ilustrativo</p> | | | | | | | | |
| <p>Preparar o vão com chapisco rolado com argamassa de cimento e areia com traço em volume de 1:3, objetivando o favorecimento da ancoragem do material de chumbamento e regularidade do vão. Aplicar o chapisco com a utilização de um rolo de textura alta.</p> |  | | | | | | | | |
| <p>Falha Recorrente (5)</p> | <p>Gráfico Representante</p> | | | | | | | | |
| <p>Ausência de travamento do contramarco</p> | <p>Travamento do contramarco</p>  <table border="1"> <caption>Travamento do contramarco</caption> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sim</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Não</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>Não observado</td> <td>13%</td> </tr> </tbody> </table> | Resposta | Porcentagem | Sim | 7% | Não | 80% | Não observado | 13% |
| Resposta | Porcentagem | | | | | | | | |
| Sim | 7% | | | | | | | | |
| Não | 80% | | | | | | | | |
| Não observado | 13% | | | | | | | | |

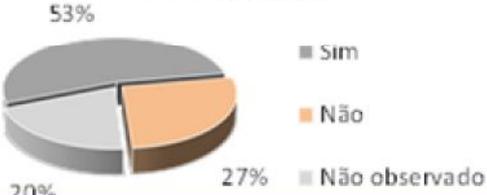
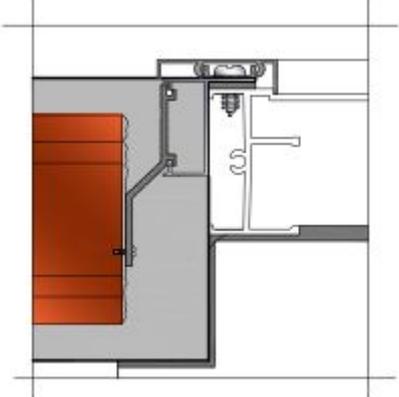
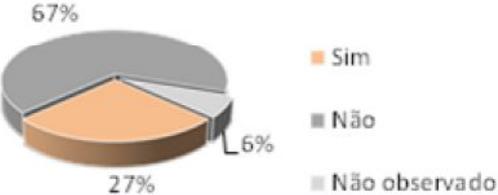
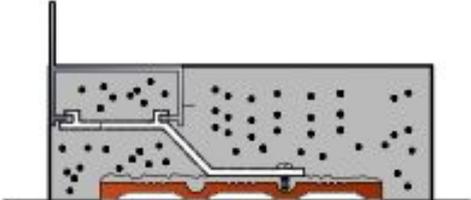
Quadro 06 – Recomendações técnicas para as falhas recorrentes encontradas na pesquisa

(continuação)

| Recomendações Técnicas | Esquema Ilustrativo | | | | | | |
|---|--|-------|-------------|---------|-----|-------------|-----|
| <p>Garantir a estabilidade do conjunto da janela através da fixação de mãos francesas e travamentos no contramarco que devem ser mantidos até a etapa de chumbamento.</p> |  | | | | | | |
| Falha Recorrente (6) | Gráfico Representante | | | | | | |
| <p>Superdimensionamento da folga para chumbamento do contramarco</p> | <p>Folga entre parede de vedação e marco/contramarco</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Folga</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Até 3cm</td> <td>87%</td> </tr> <tr> <td>Mais de 3cm</td> <td>13%</td> </tr> </tbody> </table> | Folga | Porcentagem | Até 3cm | 87% | Mais de 3cm | 13% |
| Folga | Porcentagem | | | | | | |
| Até 3cm | 87% | | | | | | |
| Mais de 3cm | 13% | | | | | | |
| Recomendações Técnicas | Esquema Ilustrativo | | | | | | |
| <p>Estabelecer o tamanho máximo de 3 cm para a folga entre parede vedação e contramarco, considerando dimensão ideal da folga de 2,5 cm.</p> |  | | | | | | |
| <p>Os vãos para esquadrias devem ser projetados seguindo a coordenação modular decimétrica, assim como a fabricação da janela para que haja compatibilização dos componentes.</p> |  | | | | | | |

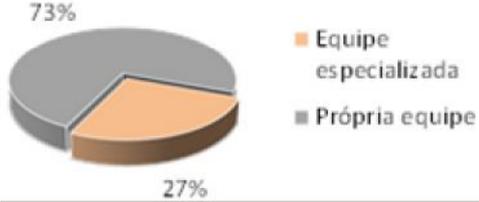
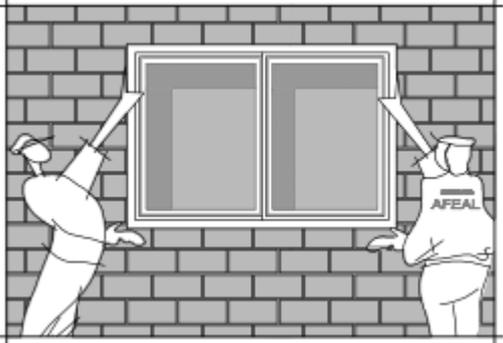
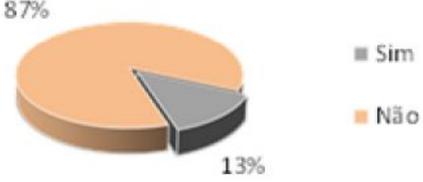
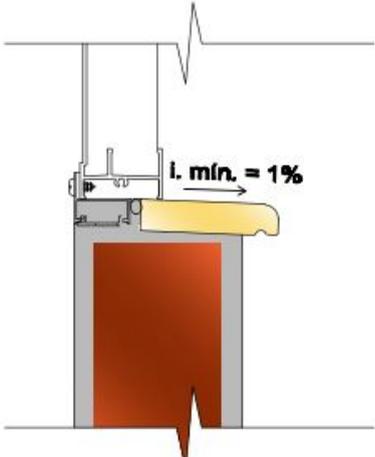
Quadro 06 – Recomendações técnicas para as falhas recorrentes encontradas na pesquisa

(continuação)

| Falha Recorrente (7) | Gráfico Representante | | | | | | | | |
|--|---|----------|-------------|-----|-----|-----|-----|---------------|-----|
| <p>Quebra da parede para posicionamento dos chumbadores</p> | <p>Quebramento da parede para posicionamento dos chumbadores</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sim</td> <td>53%</td> </tr> <tr> <td>Não</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Não observado</td> <td>27%</td> </tr> </tbody> </table> | Resposta | Porcentagem | Sim | 53% | Não | 20% | Não observado | 27% |
| Resposta | Porcentagem | | | | | | | | |
| Sim | 53% | | | | | | | | |
| Não | 20% | | | | | | | | |
| Não observado | 27% | | | | | | | | |
| <p>Recomendações Técnicas</p> | <p>Esquema Ilustrativo</p> | | | | | | | | |
| <p>Chumbar o contramarco com a utilização de buchas e parafusos sem quebrar a parede. Em paredes de alvenaria convencional, utilizar o auxílio de blocos maciços para a ancoragem dos chumbadores.</p> |  | | | | | | | | |
| Falha Recorrente (8) | Gráfico Representante | | | | | | | | |
| <p>Presença de som cavo no chumbamento do contramarco</p> | <p>Ausência de som cavo no chumbamento do contramarco</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sim</td> <td>67%</td> </tr> <tr> <td>Não</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Não observado</td> <td>27%</td> </tr> </tbody> </table> | Resposta | Porcentagem | Sim | 67% | Não | 6% | Não observado | 27% |
| Resposta | Porcentagem | | | | | | | | |
| Sim | 67% | | | | | | | | |
| Não | 6% | | | | | | | | |
| Não observado | 27% | | | | | | | | |
| <p>Recomendações Técnicas</p> | <p>Esquema Ilustrativo</p> | | | | | | | | |
| <p>Preencher todo o vão do contramarco cuidadosamente com argamassa de cimento e areia com traço em volume de 1:3 de modo a evitar vazios, resultando em travessa oca no peitoril. É preciso evitar igualmente o empenamento do contramarco.</p> |  | | | | | | | | |

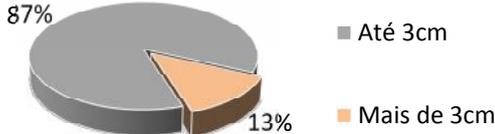
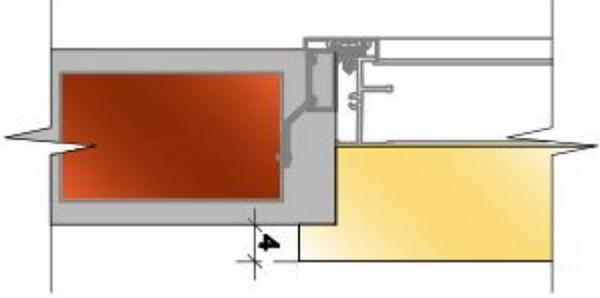
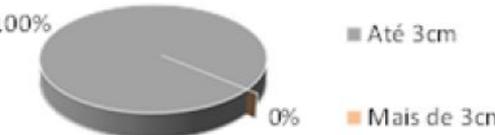
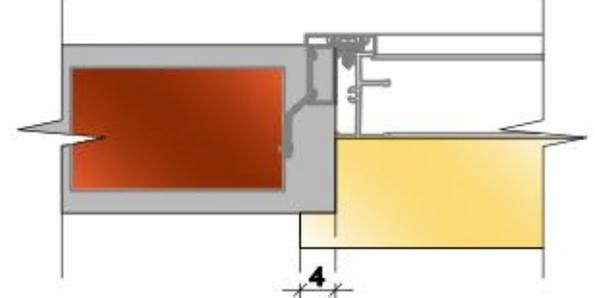
Quadro 06 – Recomendações técnicas para as falhas recorrentes encontradas na pesquisa

(continuação)

| Falha Recorrente (9) | Gráfico Representante | | | | | | |
|---|--|-----------|-------------|----------------------|-----|----------------|-----|
| <p>Equipe responsável pela instalação do contramarco</p> | <p>Equipe responsável pela instalação do contramarco</p>  <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Pizza</caption> <thead> <tr> <th>Categoria</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Equipe especializada</td> <td>73%</td> </tr> <tr> <td>Própria equipe</td> <td>27%</td> </tr> </tbody> </table> | Categoria | Porcentagem | Equipe especializada | 73% | Própria equipe | 27% |
| Categoria | Porcentagem | | | | | | |
| Equipe especializada | 73% | | | | | | |
| Própria equipe | 27% | | | | | | |
| <p>Recomendações Técnicas</p> | <p>Esquema Ilustrativo</p> | | | | | | |
| <p>Os contramarcos devem ser instalados por equipe especializada, da mesma forma que as janelas. De preferência, ambas as instalações devem ser executadas pela mesma empresa, e que esta, seja ligada ao fabricante associado à AFEAL.</p> |  | | | | | | |
| <p>Falha Recorrente (10)</p> | <p>Gráfico Representante</p> | | | | | | |
| <p>Ausência de inclinação da pingadeira</p> | <p>Inclinação do peitoril/pingadeira</p>  <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Pizza</caption> <thead> <tr> <th>Categoria</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Não</td> <td>87%</td> </tr> <tr> <td>Sim</td> <td>13%</td> </tr> </tbody> </table> | Categoria | Porcentagem | Não | 87% | Sim | 13% |
| Categoria | Porcentagem | | | | | | |
| Não | 87% | | | | | | |
| Sim | 13% | | | | | | |
| <p>Recomendações Técnicas</p> | <p>Esquema Ilustrativo</p> | | | | | | |
| <p>Prever caimento do componente com inclinação mínima de 1% para a face externa da edificação.</p> |  | | | | | | |

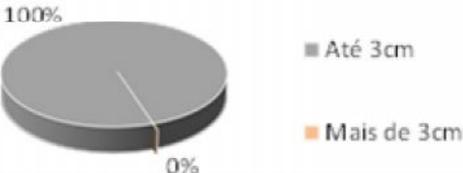
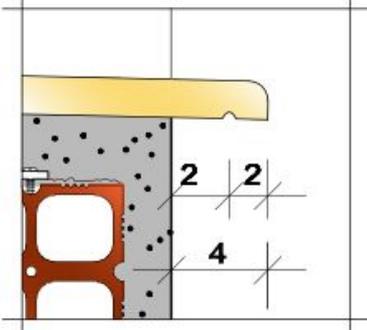
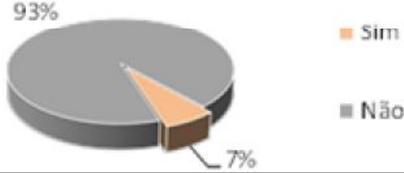
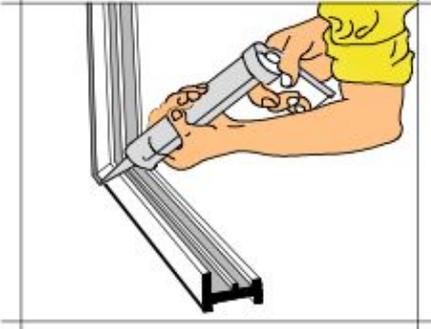
Quadro 06 – Recomendações técnicas para as falhas recorrentes encontradas na pesquisa

(continuação)

| Falha Recorrente (11) | Gráfico Representante | | | | | | |
|---|---|----------|-------------|---------|------|-------------|-----|
| <p>Subdimensionamento do prolongamento transversal da pingadeira</p> | <p>Dimensão do prolongamento transversal do peitoril/pingadeira</p>  <table border="1"> <caption>Dimensão do prolongamento transversal do peitoril/pingadeira</caption> <thead> <tr> <th>Dimensão</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Até 3cm</td> <td>87%</td> </tr> <tr> <td>Mais de 3cm</td> <td>13%</td> </tr> </tbody> </table> | Dimensão | Porcentagem | Até 3cm | 87% | Mais de 3cm | 13% |
| Dimensão | Porcentagem | | | | | | |
| Até 3cm | 87% | | | | | | |
| Mais de 3cm | 13% | | | | | | |
| <p>Recomendações Técnicas</p> | <p>Esquema Ilustrativo</p> | | | | | | |
| <p>Prever prolongamento transversal do componente com dimensão mínima de 4 cm de projeção.</p> |  | | | | | | |
| Falha Recorrente (12) | Gráfico Representante | | | | | | |
| <p>Subdimensionamento do prolongamento longitudinal da pingadeira</p> | <p>Dimensão do prolongamento longitudinal do peitoril/pingadeira</p>  <table border="1"> <caption>Dimensão do prolongamento longitudinal do peitoril/pingadeira</caption> <thead> <tr> <th>Dimensão</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Até 3cm</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Mais de 3cm</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Dimensão | Porcentagem | Até 3cm | 100% | Mais de 3cm | 0% |
| Dimensão | Porcentagem | | | | | | |
| Até 3cm | 100% | | | | | | |
| Mais de 3cm | 0% | | | | | | |
| <p>Recomendações Técnicas</p> | <p>Esquema Ilustrativo</p> | | | | | | |
| <p>Prever prolongamento longitudinal do componente com dimensão mínima de 4 cm de projeção.</p> |  | | | | | | |

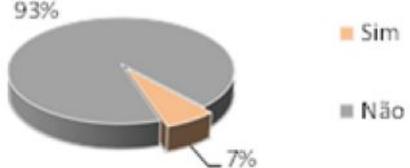
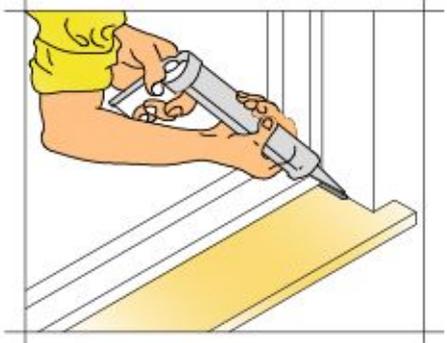
Quadro 06 – Recomendações técnicas para as falhas recorrentes encontradas na pesquisa

(continuação)

| Falha Recorrente (13) | Gráfico Representante | | | | | | |
|---|--|----------------|-------------|---------|------|-------------|----|
| <p>Deficiência no lacrimal</p> | <p>Distância entre o lacrimal e a parede</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Distância (cm)</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Até 3cm</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Mais de 3cm</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Distância (cm) | Porcentagem | Até 3cm | 100% | Mais de 3cm | 0% |
| Distância (cm) | Porcentagem | | | | | | |
| Até 3cm | 100% | | | | | | |
| Mais de 3cm | 0% | | | | | | |
| <p>Recomendações Técnicas</p> | <p>Esquema Ilustrativo</p> | | | | | | |
| <p>O sulco deve ser bem executado de modo a impedir que o fluxo de água deslize sobre a fachada e estar locado o mais distante possível da parede dentro da limitação estabelecida pelo material da pingadeira.</p> |  | | | | | | |
| Falha Recorrente (14) | Gráfico Representante | | | | | | |
| <p>Ausência de vedação no perímetro externo das janelas</p> | <p>Vedação no perímetro externo</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sim</td> <td>93%</td> </tr> <tr> <td>Não</td> <td>7%</td> </tr> </tbody> </table> | Resposta | Porcentagem | Sim | 93% | Não | 7% |
| Resposta | Porcentagem | | | | | | |
| Sim | 93% | | | | | | |
| Não | 7% | | | | | | |
| <p>Recomendações Técnicas</p> | <p>Esquema Ilustrativo</p> | | | | | | |
| <p>Vedar o perímetro externo da janela em todas as suas faces com selante à base de silicone.</p> |  | | | | | | |

Quadro 06 – Recomendações técnicas para as falhas recorrentes encontradas na pesquisa

(conclusão)

| Falha Recorrente (15) | Gráfico Representante | | | | | | |
|--|--|----------|-------------|-----|-----|-----|----|
| <p>Ausência de vedação na direção vertical da pingadeira</p> | <p>Vedação na direção vertical da pingadeira</p>  <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Pizza</caption> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sim</td> <td>93%</td> </tr> <tr> <td>Não</td> <td>7%</td> </tr> </tbody> </table> | Resposta | Porcentagem | Sim | 93% | Não | 7% |
| Resposta | Porcentagem | | | | | | |
| Sim | 93% | | | | | | |
| Não | 7% | | | | | | |
| Recomendações Técnicas | Esquema Ilustrativo | | | | | | |
| <p>Vedar as conexões da parede de vedação e pingadeira com selante à base de silicone.</p> |  | | | | | | |

Fonte: Autora

4.4.2 Detalhamento da disposição dos componentes do elemento esquadria

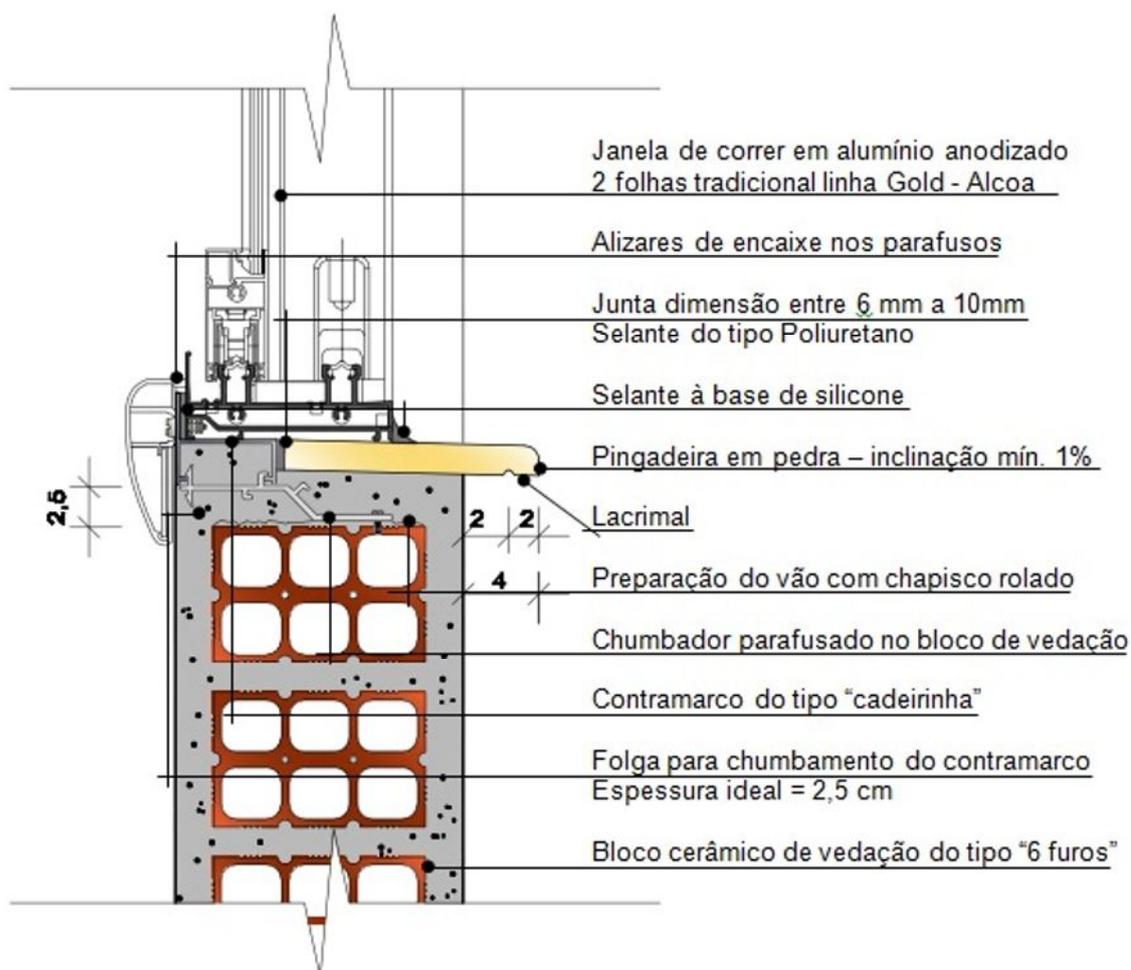
Com base no Quadro 06 apresentado na seção anterior, referente às recomendações técnicas para as falhas recorrentes desta presente pesquisa, foram desenvolvidos cortes esquemáticos objetivando detalhar a disposição dos componentes do elemento esquadria.

Os detalhamentos são baseados na instalação tradicional de esquadria com a utilização de contramarco, por ser o tipo de instalação encontrado em todo o grupo de amostragem desta pesquisa. Ademais, tal tipologia é recomendada devido às vantagens que a utilização do contramarco proporciona ao sistema construtivo como proteger a esquadria dos danos que poderiam ser causados na obra, servir como gabarito para o acabamento do vão, proporcionar uma melhor fixação da esquadria e possibilitar a retirada da esquadria para futuras manutenções nos componentes.

Os detalhamentos ilustram a disposição dos componentes em uma parede de vedação de alvenaria convencional com a utilização de bloco cerâmico do tipo “seis

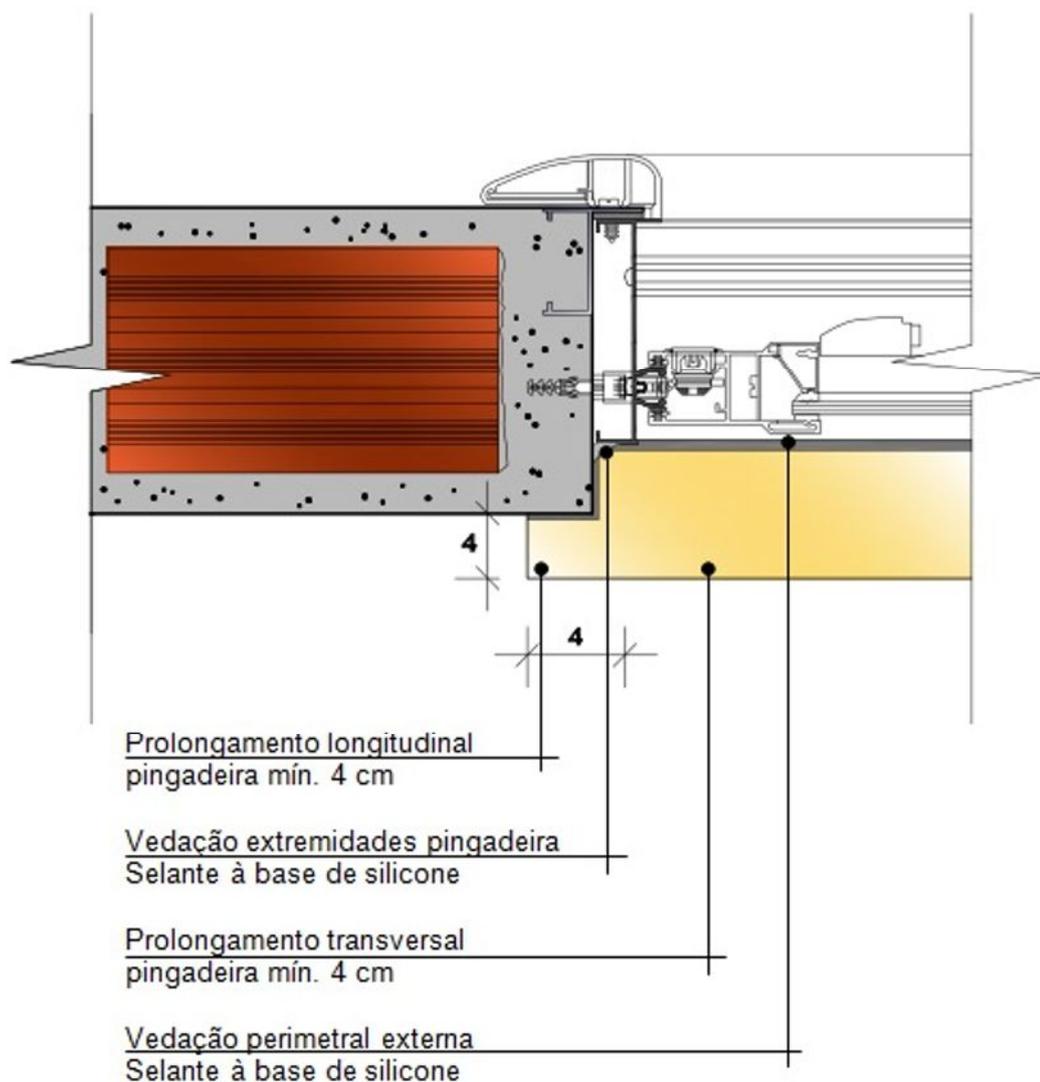
furos”. O corte transversal é apresentado na Figura 114 e o corte longitudinal, na figura 115 a seguir.

Figura 114 – Corte transversal elemento esquadria



Fonte: Autora

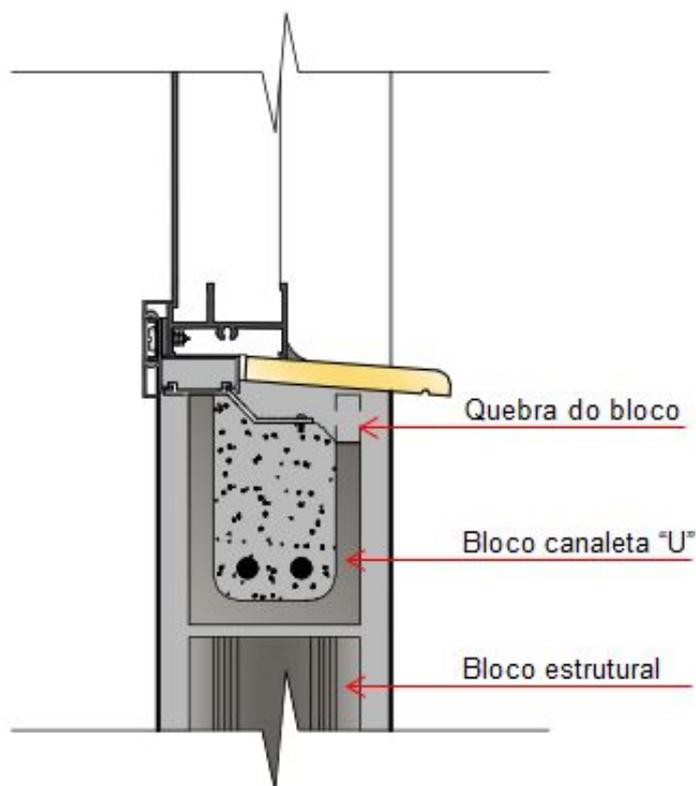
Figura 115 – Corte longitudinal do elemento esquadria



Fonte: Autora

Vale ressaltar que os esquemas valem igualmente para paredes em alvenaria estrutural, com a diferença de que, na contraverga, o bloco canaleta “U” deve ser cortado de modo a permitir o caimento para o lado externo da componente pingadeira como ilustra o esquema da Figura 116.

Figura 116 – Bloco canaleta para inclinação da pingadeira



Fonte: Autora

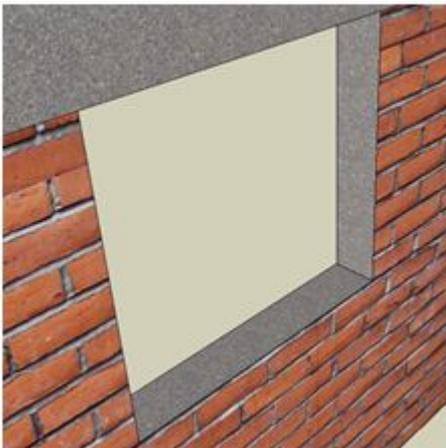
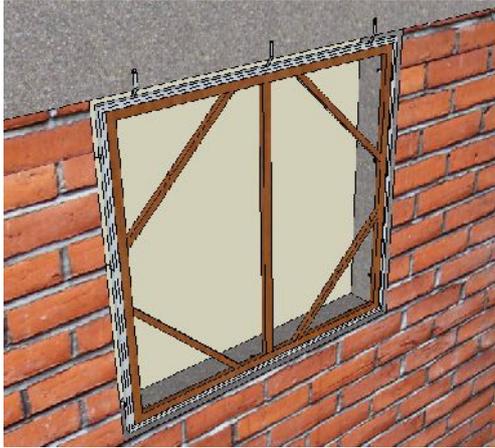
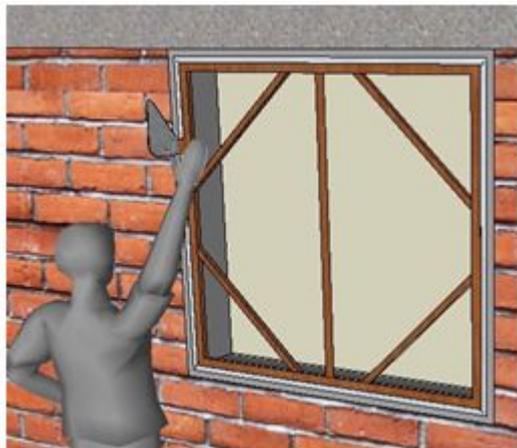
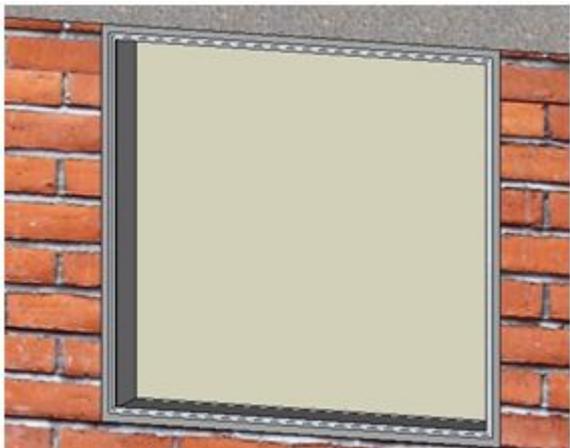
4.4.3 Síntese da instalação de esquadrias em alumínio com a utilização de contramarco

Nesta seção é apresentada em síntese, a instalação de uma esquadria em alumínio com a utilização de contramarco em uma parede de alvenaria convencional seguindo a prática adequada na construção civil. Tal síntese foi elaborada para servir de balizamento para os profissionais do ramo visando prevenir o surgimento de manifestações patológicas especificamente na conexão entre janela e parede de vedação.

A instalação da janela foi dividida em três etapas, conforme observado no grupo de amostragem desta pesquisa. Na primeira etapa, apresentada pelo Quadro 07, durante a execução das elevações, é efetuado o chumbamento do contramarco e na etapa subsequente, a componente pingadeira é instalada e selada como mostra o Quadro 08. Na terceira e última etapa, durante a fase de acabamentos da

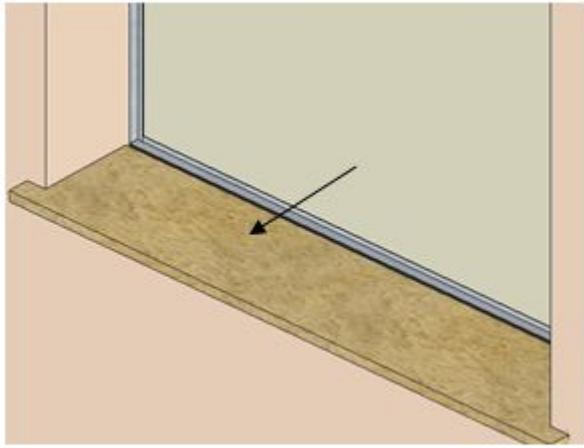
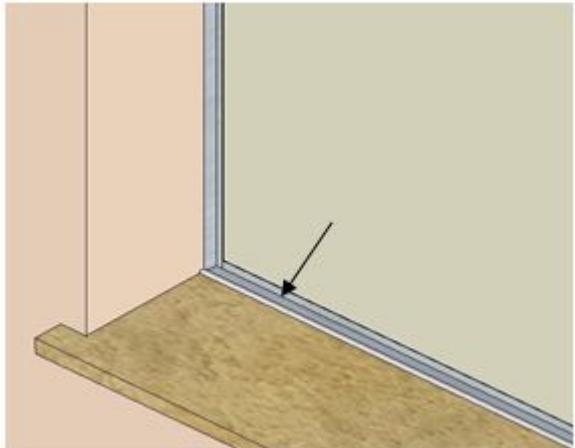
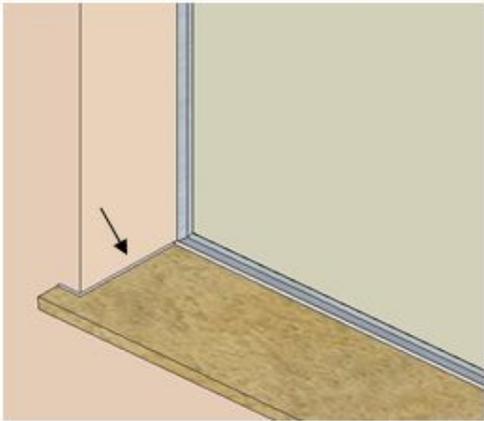
obra, a esquadria é fixada e vedada no vão de alvenaria, apresentada pelo Quadro 09.

Quadro 07 – Síntese da instalação de esquadrias em alumínio com a utilização do contramarco – primeira etapa

| Síntese da instalação de esquadrias em alumínio com a utilização do contramarco | |
|--|--|
| Etapa 1 – Chumbamento do contramarco | |
|  |  |
| 1. Preparar o vão com chapisco rolado com rolo de textura alta. | 2. Posicionar o contramarco e parafusar os chumbadores |
|  |  |
| 3. Chumbar o contramarco com de cimento e areia com traço em volume de 1:3 | 4. Após a cura do chumbamento, remover o travamento do contramarco |

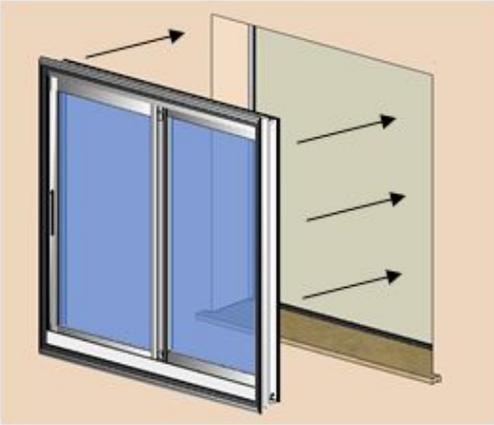
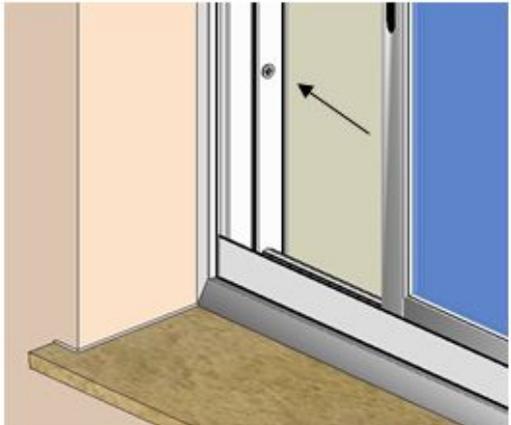
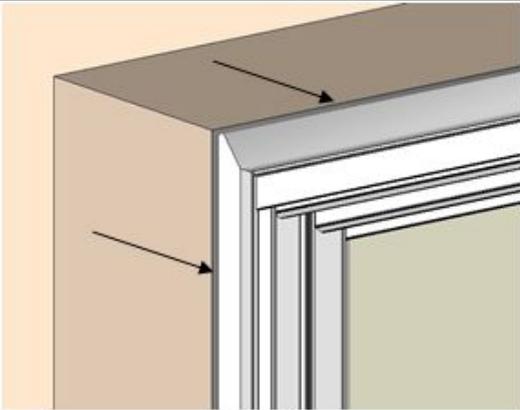
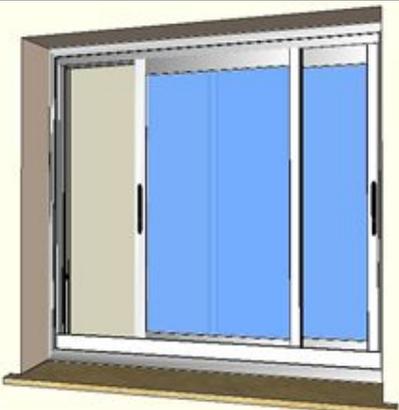
Fonte: Autora

Quadro 08 – Síntese da instalação de esquadrias em alumínio com a utilização do contramarco – segunda etapa

| Síntese da instalação de esquadrias em alumínio com a utilização do contramarco | |
|--|--|
| Etapa 2 – Instalação da Pingadeira | |
|  |  |
| 5. Instalar a pingadeira | 6. Vedar a junta entre pingadeira e contramarco com selante à base de silicone |
|  |  |
| 7. Vedar os cantos da pingadeira com selante à base de silicone | 8. Limpar o contramarco. Se necessário, aplicar impermeabilizante ou primer |

Fonte: Autora

Quadro 09 – Síntese da instalação de esquadrias em alumínio com a utilização do contramarco – terceira etapa

| Síntese da instalação de esquadrias em alumínio com a utilização do contramarco | |
|---|---|
| Etapa 3 – Instalar a janela e efetuar as vedações | |
|  Diagrama 9: Uma janela de alumínio com vidro azul está sendo posicionada sobre um contramarco de madeira. Arrows indicam a aplicação de um selante de silicone na base da janela para vedá-la ao contramarco. |  Diagrama 10: A janela já está instalada no contramarco. Um parafuso está sendo apertado na base da janela para fixá-la firmemente ao contramarco. |
| 9. Fixar e vedar a janela no contramarco com selante à base de silicone | 10. Parafusar a janela no contramarco |
|  Diagrama 11: Um detalhe da instalação mostra a aplicação de um selante de silicone no perímetro externo da janela, onde ela se encontra com a parede, para garantir a vedação. |  Diagrama 12: A janela está completamente instalada e vedada. O diagrama mostra a janela pronta para uso, com o contramarco e o selante de silicone visíveis. |
| 11. Vedar perímetro externo da janela - conexão janela/parede - com selante à base de silicone | 12. Revisar a esquadria e realizar o ajuste fino para conclusão da instalação |

Fonte: Autora

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo objetiva-se apresentar a reflexão dos resultados obtidos por meio das análises realizadas nesta dissertação. Após as conclusões e recomendações, são sugeridos temas para futuros estudos que possam dar prosseguimento às contribuições científicas nesta linha de pesquisa.

5.1 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

O escopo da presente pesquisa foi a avaliação do processo de projeto e execução de janelas em edificações em construção com foco no desempenho da conexão janela e parede. De acordo com a ocorrência de falhas nas etapas descritas foram desenvolvidas recomendações técnicas visando à redução ou eliminação de futuras manifestações patológicas.

Com base na análise dos resultados obtidos, verifica-se uma ampla incidência de falhas no processo produtivo, tanto na fase de projeto quanto na execução. Das observações relatadas durante a coleta de dados, cerca de 80% das questões apresentaram irregularidades com relação às técnicas e procedimentos empregados. Tais falhas podem originar futuras manifestações patológicas que reduzem o desempenho e qualidade final do sistema.

Dessa forma conclui-se que os processos consolidados na construção civil brasileira precisam passar por mudanças em toda a cadeia produtiva para que exista uma compatibilização entre os componentes de uma obra, incluindo o projeto e instalação de esquadrias.

As alterações devem ocorrer desde a graduação de engenheiros e arquitetos em universidades e também em instituições técnicas, onde se faz necessária a instauração de disciplinas que contemplem a coordenação modular decimétrica, implantada no país através de normativa há mais de 60 anos e que atualmente, muitas vezes, é desconhecida ou pouco e mal utilizada. Nas disciplinas de projeto arquitetônico, os alunos precisam aprender a desenvolver projetos, detalhamentos e soluções para as esquadrias englobando também a escolha adequada de material e tipologia específica para cada projeto.

Os projetistas como um dos setores da cadeia produtiva, devem possuir um amplo conhecimento técnico a respeito do sistema construtivo a ser empregado para

que as estratégias e soluções de projeto não condicionem a sua utilização devido a falhas no sistema. Na fase de anteprojeto, o profissional deve dialogar com os fornecedores dos componentes da construção para que haja compatibilidade entre os custos, linhas e modulações. As soluções de projeto devem ser definidas na fase de anteprojeto sendo posteriormente detalhadas na fase de projeto executivo. Os projetos arquitetônicos e executivos devem ser entendidos como documentos a serem respeitados e cumpridos. Para isso, o projetista deve definir todos os detalhes e realizar a compatibilização com os projetos complementares de forma a evitar que o canteiro de obras busque por soluções. A proposta de tratamentos de fachada para a dissipação das concentrações de água que objetivam a redução da deterioração do envoltório da edificação igualmente são competências dos projetistas da obra.

As construtoras e empreendedoras constituem o próximo setor a ser modificado no ramo da construção civil. Isso porque tal divisão precisa primar pela qualidade, desempenho adequado e vida útil projetada da construção acima de preocupações relativas aos custos e velocidade da obra. O emprego de materiais e componentes certificados e normatizados é de fundamental importância para a garantia do desempenho adequado.

No caso das esquadrias, aquelas que possuem certificação dão a garantia e respaldo técnico por parte do fornecedor que oferece um produto que atende às exigências normativas brasileiras como a NBR 10821, além de ter sido submetido a uma série de avaliações, testes, ensaios e fiscalizações. Com a vigência da normativa NBR 15575, que versa sobre o desempenho das edificações, é preciso assegurar que os produtos utilizados no empreendimento estão em conformidade. Competem também às construtoras e empreendedoras a exigência de manuais, e todas as informações do fabricante acerca do elemento janela.

Outra questão a ser abordada é relativa à instalação do componente contramarco e da própria esquadria. A instalação de ambos deve ser realizada preferencialmente pela mesma equipe técnica especializada, normalmente disponibilizada pelo próprio fornecedor de esquadrias. A execução das etapas realizada por equipes distintas e sem especialização faz com que as empresas se esquivem da responsabilidade da instalação do contramarco, fator desencadeante de muitas falhas no sistema de instalação das janelas, como visto na pesquisa, que podem ser futuros ponto de origem de manifestações patológicas.

Por parte dos fornecedores de esquadrias, estes, devem trabalhar com produtos qualificados pelo PBQP-H e pelo programa PSQ, certificados pelo Inmetro, e normatizados. A associação das empresas locais a fabricantes que estejam ligados à ALCOA e a AFEAL garantem qualidade técnica ao produto final devido a submissão de rigoroso controle de qualidade e cumprimento de todas as normas vigentes no Brasil.

Os fornecedores devem também disponibilizar ao consumidor todos os manuais e informações do fabricante referente à esquadria para que a construtora ou empreendedora esteja ciente do produto que está sendo utilizado em seu empreendimento. Isto porque em caso de problemas com as esquadrias de um imóvel, o responsável primeiro é a construtora, e é ela quem deve ser acionada.

Relacionada à instalação do contramarco e esquadria, os fornecedores devem disponibilizar uma equipe com mão de obra especializada e qualificada para a prestação de tal serviço visto que esta etapa é de fundamental importância para o adequado desempenho da esquadria. Os instaladores devem realizar cursos de capacitação e treinamento constantemente visando a atualização e melhoramento da prática.

O momento da construção nacional indica que a racionalização e a industrialização são imperativas e as mudanças devem ocorrer em toda a cadeia produtiva, como mencionado anteriormente. A industrialização exige uma coordenação modular rigorosa para a compatibilização dos componentes como as esquadrias, e este avanço somente acontecerá com a contribuição dos projetistas, fabricantes, fornecedores e empreendedores. A construção civil deve introduzir trabalhos de montagem no canteiro de obras, extinguindo a prática de serrar e cortar materiais. Com isso, todas as etapas da obra seriam facilitadas.

A compatibilização dos componentes, os trabalhos de montagem e os projetos executivos detalhados além de abreviarem as dificuldades de execução, reduzem os imprevistos em obras e extinguem as soluções das interfaces dadas pelo construtor. Dessa forma, muitos problemas e falhas de execução podem ser reduzidos e evitados.

A redução e correção de falhas em todas as etapas do processo construtivo visam gerar a melhoria da qualidade do produto final principalmente através da redução do surgimento de manifestações patológicas. Deste modo, as recomendações técnicas para o processo construtivo atual, desenvolvidas com base

nas falhas recorrentes encontradas no grupo de amostragem desta pesquisa, devem provocar a melhoria do processo de projeto e execução de janelas diminuindo a incidência de manifestações patológicas e contribuindo, assim, para a qualidade, desempenho adequado e vida útil projetada das edificações.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base na problemática abordada nesta dissertação, sugere-se a realização de estudos de observação e análise quanto ao atendimento ao esforço mecânico das esquadrias, aos efeitos da sucção do vento, a relação entre o atendimento à estanqueidade da esquadria e o seu desempenho acústico e ainda pesquisas relacionadas à mudança na formatação de contratos para empreiteiros de esquadrias.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15873:** Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010. 09 p.

_____. **NBR 10821-1:** esquadrias externas para edificações. Parte 1: Terminologia. Rio de Janeiro, 2011. 13 p.

_____. **NBR 10821-2:** Esquadrias externas para edificações. Parte 2: Requisitos e classificação. Rio de Janeiro, 2011. 17 p.

_____. **NBR 10821-3:** Esquadrias externas para edificações. Parte 3: Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 2011. 54 p.

_____. **NBR 15575-1:** Edificações habitacionais – Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. 71 p.

_____. **NBR 15575-4:** Edifícios habitacionais – Desempenho - Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013. 63 p.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Relatório de Avaliação dos Esforços para Implantação da Coordenação Modular no Brasil.** São Paulo. 2009. 80 p.

ALCOA ALUMÍNIO S.A. Capacitação Profissional. **Revista Alumínio e Cia.** São Paulo: Grupo CDI, n.39, mar/abr. 2015. Disponível em: <http://www.alcoa.com/brazil/aluminioecia/pt/downloads/revista/Edicao_39.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2015

ALLMAX - ESQUADRIAS EM ALUMÍNIO. **Manual de Instalação – Janelas.** São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.allmaxesquadrias.com.br/cms/arquivos/264e01f3c09e3f04f1ea7b54c7755477.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2015.

ALUCCI, M. P.; FLAUZINO, W. D.; MILANO, S. Bolor em edifícios: causas e recomendações. In: **Tecnologia de edificações.** São Paulo: Pini, 1988. p. 565-570.

ALUPARTS. **Os cuidados com a instalação do contramarco.** São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.aluparts.com.br/materias/2012/os-cuidados-com-a-instalacao-do-contramarco.php#>>. Acesso em 08 dez. 2015.

ALVARENGA, M. O papel da caixilharia. In: **A esquadria de alumínio na arquitetura.** São Paulo: PW Gráficos e Editores Associados Ltda, 2008. p. 25.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE FACHADAS LIGERAS Y VENTANAS. **Textos normativos pertenecientes al aen ctn 085 de aenor** (textos europeos dependientes del cen/tc - 33 y cen/tc – 129). Madrid, set. 2014. 22 p.

Disponível em: <asefave.org/archivos/page/42/Situacion_Normas_Europeas_08-09-2014.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. **Manual técnico de caixilhos, janelas: aço, alumínio, vidros, PVC, madeira, acessórios, juntas e materiais de vedação**. São Paulo, Pini, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Normalização**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em: 19 abr. 2015.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE JANELAS EFICIENTES. **Apresentação Institucional**: catálogo. Portugal, 2010. 12 p.

ASTM. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E 2112- 07**: Standard Practice for Insatallation of Exterior Windows, Doors and Skylights. Estados Unidos, 2007. 88 p.

AWA. AUSTRALIAN WINDOW ASSOCIATION. **An industry guide to the correct installation of windows and doors**: catálogo. Rydalmere, Australia, 2006. 23 p.

BARRIAC, F. **As grandes categorias de selantes**. In: Portal do Alumínio. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://portaldoaluminio.com.br/noticia/as-grandes-categorias-de-selantes>>. Acesso em: 05 mai. 2015.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia: Um Guia para a Iniciação Científica**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2000. 122 p.

BELTRAME, F. R. **Aplicação das normas ABNT NBR 15575 – Edificações habitacionais – Desempenho e ABNT NBR 10821 - Esquadrias**. Novo Hamburgo, 2014. Apresentação em ppt. 66 slides. Disponível em: <http://www.sindusconh.org.br/files/artigos/arquivo_34.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2015.

BELTRAME, F. R. **Esquadrias Externas para Edificações – ABNT NBR 10821, sua revisão e a Norma de desempenho**. São Paulo, 2011. Apresentação em ppt. 77 slides. Disponível em: <<http://afeal.com.br/portal/dados/imagens/1316620608.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

BORGES, C. A. O significado de desempenho nas edificações. **Revista Construção Mercado**. São Paulo: Pini, n.103, fev. 2010. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/103/norma-de-desempenho-o-significado-de-desempenho-nas-edificacoes-282364-1.aspx>>. Acesso em: 14 mai. 2015.

BRUNA, P. Histórico. In: **Manual técnico de caixilhos, janelas: aço, alumínio, vidros, PVC, madeira, acessórios, juntas e materiais de vedação**. São Paulo: Pini, 1991. p. 1-9.

CARDOSO, A. B. **Esquadrias de alumínio no Brasil: histórico, tecnologia, linhas atuais, gráficos de desempenho**. São Paulo: ProEditores, 2004. 302 p.

CARRIÓ, J. M. Arquitetura, arte funcional. **Informes de la Construcción**. Madrid, Instituto Eduardo Torroja, v.37, n. 374, p. 5.16. 1985. Disponível em: <<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1808/2007>>. Acesso em: 12 mai. 2015.4

CHILE. Ministério de Vivendas Básicas y Urbanismo. División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional. **Estúdio de Patologias em la Edificación de Vivendas Básicas**. Santiago de Chile, 2004.

CICHELERO, J. Colocação de peitoril de granito. In: **ESO**. Site do Estágio Supervisionado em Obra, do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFRGS. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/eso/content/?p=1762>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

CINCOTTO, M. A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações*. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 549-552.

COLÉGIO DE ARQUITETOS. **O que é peitoril?** São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.colegiodearquitetos.com.br/dicionario/2009/02/o-que-e-peitoril/>>. Acesso em: 04 mai. 2015.

COSTA, A. O. **Patologia nas edificações do par, construídas com Alvenaria estrutural na região metropolitana de Belo Horizonte**. 2010. 241 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

COSTA, F. N. **Processo de produção de revestimento de fachada de argamassa: problemas e oportunidades de melhoria**. 2005. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/3677967/diss_revestimento_de_fachadas_cost_a_2005/14> . Acesso em: 23 mar. 2015.

ESAF IBRAP. **Manual de pré-orientação (instrução de instalação, manuseio e manutenção) esquadrias de alumínio**. Santa Catarina, 2014. Disponível em: <<http://www.ibrap.ind.br/assets/downloads/publico/Manuais/Esquadrias/Manual%20de%20instalacao%20esquadrias%20pre-orientacoes.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

FERNANDES, T. **Instalação do peitoril**. 2012. 1 fotografia, color., 473 x 709 px. Disponível em: <<https://maopratoraobra.wordpress.com/author/thiago3833/>> Acesso em: 10 mar. 2015.

GADIOLI, D.; AFEAL (Associação Nacional dos Fabricantes de Esquadrias de Alumínio). Instalação de caixilhos de alumínio. **Revista Técnica**. São Paulo: Pini, ano 18, n. 155, p. 16-17, fev, 2010.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. 1. Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 05 mar.

2015.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1989. 206 p.

GREVEN, H. A.; BALDAUF, A. S. F. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil**: Uma abordagem atualizada. Porto Alegre: Antac, 2007. 72 p.

GREVEN, H. A. Módulo de projeto. [**Entrevista disponibilizada em setembro de 2008, a Revista Techne**]. Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/138/modulo-de-projeto-286539-1.aspx>>. Entrevista concedida a Bruno Loturco. Acesso em: 22 dez. 2015.

IBAPE RS. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia do Rio Grande do Sul. **O que é patologia das construções?** Porto Alegre, 2013. Disponível em: < <http://ibape-rs.org.br/2013/06/o-que-e-patologia-das-construcoes/>>. Acesso em: 13 abr. 2015.

IIZUKA, M. T. **Instalação de esquadrias de alumínio: prática e inovação**. 2001. 147f. Dissertação (Mestrado Profissional em Habitação) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, São Paulo, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. Relatório de Atividades: 2001 - 2002. **Programa de análise de produtos: bloco cerâmico (tijolo)**. Rio de Janeiro: Inmetro, 2002. Disponível em: < http://repositorios.inmetro.gov.br/bitstream/10926/1128/1/2001-2002_RA.pdf >. Acesso em: 22 dez. 2015.

INTERACTIVE RESOURCES. Architects & Engineers. **Window and door design and installation guide**. California, Estados Unidos, 2011. 33f. Disponível em: <http://www.intres.com/inpage/pub/window_design_guide.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2015.

IOSHIMOTO, E. Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 545-548.

IVANÓSKI, C. G. **Um modelo de processo de projeto e produção de edifícios verticais, com uma visão “pavimentar” e de “interface horizontal”, visando integração entre layout de fachada e conforto**. 2004. 268 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/87496?show=full>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

KISS, P. Contramarcos de janelas. **Revista Equipe de Obra**. São Paulo: Pini, n. 19, set. 2008. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/19/plantas-contramarcos-de-janelas-103313-1.aspx>>. Acesso em 1 mai. 2015.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2003. 311 p.

LEGAULT, L. A. Installation de portes e fenêtrés. Des modifications sont apportées à la norme A440.4. **Québec Habitation**. Quebec, set-out. 2006. Disponível em: <http://www.apchq.com/monteregiesuroit/fr/magazine-quebec-habitation.html>. Acesso em: 18 abr. 2015.

L'EXPERT FENÊTRE. **Normes et Labels**. France, 2011. Disponível em: <http://www.lexpertfenetre.fr/normes-et-labels.html>. Acesso em: 19 abr. 2015.

LEUSIN, S. Coordenação Modular será norma. [**Entrevista disponibilizada em abril/maio de 2010, ao Informativo AFEAL**]. Disponível em: <http://www.afeal.com.br/portal/dados/imagens/1271339474.pdf>. Entrevista concedida a Afeal. Acesso em: 22 dez. 2015.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**. São Paulo: EPUSP, Boletim técnico. 1986.

LOURENÇO, P.B. Arquitectura sem fissuras. Separata de: **Arquitectura e Vida**, Portugal, v. 57, p. 78-85, fev. 2005.

LOURENÇON, A. C. Janelas de alumínio. **Revista Equipe de Obra**. São Paulo: Pini, n. 39, set. 2011. Disponível em: <http://equipededeobra.pini.com.br/construcao-reforma/39/janelas-de-aluminio-fabricadas-sob-medida-esquadrias-especiais-atendem-227867-1.aspx>. Acesso em: 24 mar. 2015.

MAGALHÃES, E. F. **Fissuras em alvenarias: configurações típicas e levantamento de incidências no Estado do Rio Grande do Sul**. 2004. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MAIA NETO, F.; SILVA, A. P.; CARVALHO JUNIOR, A. N. Perícias em patologias de revestimentos em fachadas. **X Congresso brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias x Cobreap**, n. 10, 1999.

MAMEDE, F. C. CORRÊA, M. R. S. Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**. v. 8, n. 33, p. 1-27, 2006.

MARTINS, H. R. C. T. **Resistência ao vento de caixilharias de alumínio** – Comparação entre simulação numérica e caracterização experimental. 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) -- Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010. Disponível em: <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/61743/1/000149224.pdf> Acesso em: 17 ago.2014.

MILITISKY, J. CONSOLI, C. N. SCHNAID, F. **Patologia das Fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 207 p.

MOCH, T. **Estudo da Interface Janela/Alvenaria**: proposta de componente de conectividade. 2009. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MOHAMAD, G. **Construções em Alvenaria Estrutural**. Materiais, projeto e desempenho. São Paulo: Blucher, 2015. 368 p.

OLIVEIRA, T. Beirada Seca. **Revista Técnica**. São Paulo: Pini, n. 137, ago. 2008. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/137/beirada-seca-pingadeira-e-opcao-mais-eficiente-para-afastar-286530-1.aspx>>. Acesso em: 16 mar. 2015.

OLIVEIRA, C. B.; SANCHES, I. D.; ZANFERDINI, A. S.; SERRA, S. M. B.; FABRÍCIO, M. M. **Avaliação de desempenho de habitações sociais: patologias internas**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Economia de Construção, VI, In: Anais, São Paulo, 2009.

PELLA CORPORATION. **Installation instruction for sliding window using installation clips or frame screws**: catálogo. Iowa, Estados Unidos, 2005. 5 p.

PEREZ, A. R. Umidade nas edificações: recomendações para a prevenção da penetração de água pelas fachadas. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 571-574.

PET CIVIL UFJF. **Mapa de Isopletas do Brasil** - Curvas de vento de mesma velocidade. 2010. 1 figura, color. 730x735 px. Disponível em: <blogdopetcivil.com/2010/11/30/a-acao-do-vento-em-edificacoes-parte-1/>. Acesso em: 19 abr. 2015.

PETRUCCI, H. M. C. **A alteração da aparência das fachadas dos edifícios**: interação entre as condições ambientais e a forma construída. 2000. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1555/000351541.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 16 mar. 2015.

PICCHI, F.A. **Impermeabilização de coberturas**. São Paulo: Pini, 1986. 220 p.

RAMALHO, M. CORREA, M. R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003. 174 p.

REIS, M. N. **Esquadrias de alumínio**: análise dos critérios de escolha destes componentes em edifícios de apartamentos, padrão médio-alto, na cidade de São Paulo. 2011. 257 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

RICHTER, C. **Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda**: uma análise da confiabilidade e da conformidade. 2007. 180 f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

RIPPER, E. **Como evitar erros na construção**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1986. 122 p.

RIPPER, T.; SOUZA, V.C.M. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998. 255 p.

ROSA, J. C. Entrevista. **Revista Contramarco e companhia**. São Paulo: n. 100, mar. 2013. Disponível em: <http://www.afap.org.br/uploads/20130509_144611_entrevistajosecarlosrosa.pdf>. Acesso em 04 mai. 2015.

SABATTINI, F. H.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. 3 ed. São Paulo: O nome da Rosa, 2000. 82 p.

SANTOMAURO, A. C. Preferência Nacional. **Revista Alumínio**. São Paulo: n. 24, out. 2010. Disponível em: <<http://www.revistaaluminio.com.br/recicla-inovacao/24/artigo210787-1.asp>>. Acesso em 04 mai. 2015.

SAWDAC & Renovation Canada. **About Us**. Ontario, 2007. Disponível em: <<http://www.sawdac.com/index.php>>. Acesso em: 19 abr. 2015.

SILVA, A. P.; JONOV, C. M. P. **Patologia nas Edificações**. Belo Horizonte. 2008. Disponível em: <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Patologia-Nas-Edifica%C3%A7%C3%B5es/60888607.html>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

SILVA, G. **Sistemas construtivos em concreto armado e alvenaria estrutural**. Uma análise comparativa de custos. 2003. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003. Disponível em: < <https://pt.scribd.com/doc/125634651/Sistema-Construtivo-em-Concreto-Armado-e-em-Alvenaria-Estrutural-Uma-Analise-Comparativa-de-Custos#download>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

SOUZA, M. M. F. **Patologia da construção – Elaboração de um catálogo**. 2004. 181 f. Dissertação (Mestrado em Construção de Edifícios) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2004.

SOUZA, M. F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. 54 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.

THOMAZ, E. **Trincas em edificações: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, Escola Politécnica da USP, 1989. 189 p.

THOMAZ, E. Trincas em edificações: causas e mecanismos de formação. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 555-560.

THOMAZ, E. Patologia. In: **Manual técnico de alvenaria**. São Paulo: ABCI/PROJETO/PW 1990. p. 97-117.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Grupo de pesquisa Morar de Outras Maneiras (MOM). **Coordenação Modular na Construção Civil**. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/23_cm/p_pdf/pdf/cm-todos.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Departamento de engenharia estrutural e construção civil. **Notas de aula construção de edifícios I esquadrias**. Ceará, 2003. 30 f. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/mackenzista2/esquadrias-10561617>> Acesso em: 12 mar. 2015.

WATANABE, R. M. Caso nº 17: Infiltrações de água. In: **Página Pessoal de Roberto Massaru Watabane**. Disponível em: <<http://www.ebanataw.com.br/infiltracoes/caso17.htm>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

WATANABE, R. M. Caso nº 20: Manchas escorridas de chuva. In: **Página Pessoal de Roberto Massaru Watabane**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.ebanataw.com.br/infiltracoes/caso20.htm>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

WATANABE, R. M. O problema pode estar no prédio. In: **Página Pessoal de Roberto Massaru Watabane**. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.ebanataw.com.br/roberto/pinturas/tin4.htm>>. Acesso em: 09 dez. 2015.

ZECHMEISTER, D. **Estudo para a padronização das dimensões de unidades de alvenaria estrutural no Brasil através do uso da coordenação modular**. 2005. 161 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ZUCCHETTI, L. **A construtibilidade como requisito de avaliação de componentes para a edificação: o caso de elemento de integração alvenaria/esquadria**. 2010. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

APÊNDICE A - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM**

Neste ato, a Pró-Reitoria de Infraestrutura – PROINFRA da Universidade Federal de Santa Maria com sede na Av. Roraima, nº 1000, Bairro Camobi, município de Santa Maria/Rio Grande do Sul AUTORIZA o uso de imagem em todo e qualquer material para ser utilizada no projeto de pesquisa da aluna Thesse Souza Luduvico, inscrita no Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil – Mestrado, reconhecido pelo Ministério da Educação – Portaria n. 1077/2012 da Universidade Federal de Santa Maria, sob a matrícula de nº 201460940. A presente autorização é concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem acima mencionada de forma a ilustrar as manifestações patológicas decorrentes na construção civil, especificamente no entorno das esquadrias, encontradas na literatura de modo a servir como referência teórica para a pesquisa. Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à imagem da instituição, e assino a presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

_____, dia ____ de _____ de _____.

Assinatura do Responsável

Nome do responsável:

APÊNDICE B - FORMULÁRIO UTILIZADO PARA COLETA DE DADOS

| | | |
|---|--|---|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA UFSM-PPGEC |  |  |
|---|--|---|

COLETA SISTEMÁTICA DAS CARACTERÍSTICAS DAS JANELAS E SUAS CONEXÕES POR OBSERVAÇÃO DIRETA

SEÇÃO 1 - CARACTERÍSTICAS GERAIS

| | |
|---|-----------------------|
| Obra: | Pag. |
| Data de observação: | Formulário nº: |
| CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO | |
| PROFISSIONAL CONSULTADO: <input type="checkbox"/> Engenheiro <input type="checkbox"/> Arquiteto <input type="checkbox"/> Mestre de obra <input type="checkbox"/> Outro: | |
| NÚMERO DE PAVIMENTOS: <input type="checkbox"/> Até 5 pavimentos <input type="checkbox"/> Mais de 5 pavimentos | |
| SISTEMA CONSTRUTIVO: <input type="checkbox"/> Concreto Armado <input type="checkbox"/> Alvenaria Estrutural <input type="checkbox"/> Outro: | |
| FASE DA OBRA: <input type="checkbox"/> Execução das elevações <input type="checkbox"/> Acabamentos | |
| TRATAMENTO ARQUITETÔNICO DA FACHADA: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não | |
| TRATAMENTO: | |

DOCUMENTAÇÃO RELACIONADA ÀS ESQUADRIAS

| |
|--|
| PLANTA PROJETO ARQUITETÔNICO COM A LOCALIZAÇÃO DAS ESQUADRIAS: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |
| PROJETO DE DETALHAMENTO ARQUITETÔNICO/EXECUTIVO DA ESQUADRIA: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |
| CERTIFICAÇÃO DA JANELA: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |
| INFORMAÇÕES DO FABRICANTE: NBR 10821 – Resultados dos ensaios normativos <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |
| INFORMAÇÕES DO FABRICANTE: Classificação técnica, especificação e desempenho <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |
| OBSERVAÇÕES: |

CARACTERÍSTICAS DA JANELA

| |
|--|
| MATERIAL DAS JANELAS: <input type="checkbox"/> Aço <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Alumínio <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Outro: |
| TIPO DE INSTALAÇÃO: <input type="checkbox"/> Marco <input type="checkbox"/> Contramarco <input type="checkbox"/> Espuma de Poliuretano <input type="checkbox"/> Parafusada |
| INSTALAÇÃO DE VIDROS: <input type="checkbox"/> Vidros já instalados <input type="checkbox"/> Não Obs.: |
| JANELAS NO CANTEIRO DE OBRAS <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Janelas já fixadas |

Formulário elaborado por These Luduvico

Orientação de Dr. Gihad Mohamad

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
UFSM-PPGEC



**COLETA SISTEMÁTICA DAS CARACTERÍSTICAS
DAS JANELAS E SUAS CONEXÕES POR OBSERVAÇÃO DIRETA**

SEÇÃO 2

| | |
|--|-------------------------------------|
| FASE DA OBRA: | Pag. |
| EXECUÇÃO DAS ELEVAÇÕES | 2 de 3 |
| <input type="checkbox"/> Execução | <input type="checkbox"/> Observação |
| INSTALAÇÃO DO MARCO/CONTRAMARCO | |
| VÃO PREPARADO COM CHAPISCO ROLADO: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não observado | |
| TRAVAMENTO DO CONTRAMARCO: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não observado | |
| ÂNGULO DE CORTE DE CONTRAMARCO: <input type="checkbox"/> 45° <input type="checkbox"/> 90° <input type="checkbox"/> Sem contramarco | |
| TIPO DE CONTRAMARCO: <input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> Cadeirinha <input type="checkbox"/> Outro: <input type="checkbox"/> Sem contramarco | |
| MATERIAL DO CHUMBAMENTO DO CONTRAMARCO: <input type="checkbox"/> Argamassa <input type="checkbox"/> Espuma expansiva <input type="checkbox"/> Sem contramarco | |
| FOLGA ENTRE PAREDE DE FECHAMENTO E MARCO/CONTRAMARCO: <input type="checkbox"/> 2cm <input type="checkbox"/> 2,5cm <input type="checkbox"/> 3cm <input type="checkbox"/> Outro: <input type="checkbox"/> Não observado | |
| QUEBRA DA PAREDE PARA POSICIONAMENTO DOS CHUMBADORES: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não observado | |
| AUSÊNCIA DE SOM CAVO NO CHUMBAMENTO: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não observado | |
| RESPONSÁVEIS PELA INSTALAÇÃO DO CONTRAMARCO: <input type="checkbox"/> Própria equipe <input type="checkbox"/> Equipe especializada (esquadrias) | |
| OBSERVAÇÕES: | |

OUTRAS INFORMAÇÕES

| |
|---|
| DECLIVIDADE DA VERGA: <input type="checkbox"/> Para fora da edificação <input type="checkbox"/> Para dentro da edificação <input type="checkbox"/> Sem declividade |
| OBSERVAÇÕES: |

Formulário elaborado por Thesse Luduvico

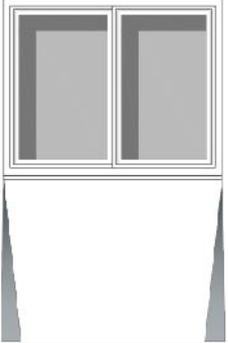
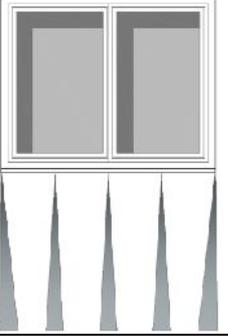
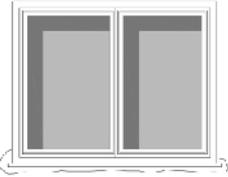
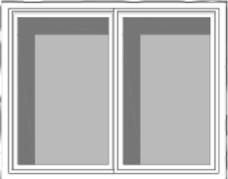
Orientação de Dr. Gihad Mohamad

**COLETA SISTEMÁTICA DAS CARACTERÍSTICAS
DAS JANELAS E SUAS CONEXÕES POR OBSERVAÇÃO DIRETA**
SEÇÃO 3

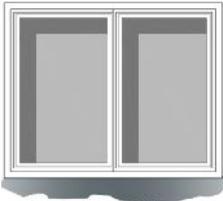
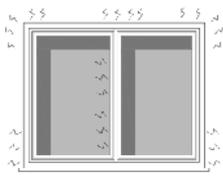
| | | |
|--|-------------------------------------|---------------|
| FASE DA OBRA: | | Pag. |
| ACABAMENTOS | | 3 de 3 |
| <input type="checkbox"/> Execução | <input type="checkbox"/> Observação | |
| PEITORIL | | |
| PRESENÇA DE PINGADEIRA: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não | | |
| MATERIAL: <input type="checkbox"/> Basalto <input type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Granito <input type="checkbox"/> Outro: | | |
| PRESENÇA DE PINGADEIRA EM TODA A DIMENSÃO DO VÃO: (desde a borda interna) <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sem pingadeira | | |
| INCLINAÇÃO DO PEITORIL/PINGADEIRA: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Obs: | | |
| PROLONGAMENTO TRANSVERSAL DO PEITORIL/PINGADEIRA: (projeção) <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Dimensão: | | |
| PROLONGAMENTO LONGITUDINAL DO PEITORIL/PINGADEIRA: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Dimensão: | | |
| PRESENÇA DE LACRIMAL: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Obs: | | |
| VEDAÇÕES | | |
| SELANTE UTILIZADO ENTRE PINGADEIRA E MARCO/CONTRAMARCO: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Tipo: | | |
| SELANTE NA VEDAÇÃO DO PERÍMETRO ENTRE ESQUADRIA/CONTRAMARCO: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Tipo: | | |
| SELANTE NA VEDAÇÃO DO PERÍMETRO ENTRE ESQUADRIA/PAREDE LADO EXTERNO: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Tipo: | | |
| SELANTE UTILIZADO NA VEDAÇÃO NA DIREÇÃO VERTICAL DA PINGADEIRA: (cantos) <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Tipo: | | |
| OBSERVAÇÕES: | | |
| Formulário elaborado por Thesse Luduvico | | |
| Orientação de Dr. Gihad Mohamad | | |

ANEXO A - RESUMO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS, SUAS POSSÍVEIS FALHAS E CAUSAS

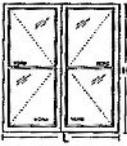
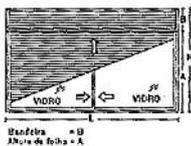
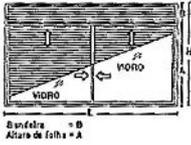
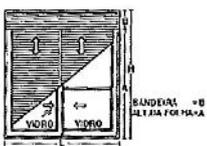
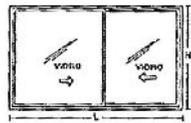
(continua)

| Configuração típica da manifestação patológica | Descrição | Possíveis Falhas | Causas | |
|---|--|---|--|--|
| | | | Fase de Projeto | Fase de Execução |
|  | Manchamento da região próxima às extremidades do peitoril. | Prolongamento longitudinal insuficiente do peitoril. | Detalhamento insuficiente ou deficiente. | Não cumprimento às especificações do projeto. |
|  | Manchamento da região sob a face inferior do peitoril. | Prolongamento transversal insuficiente do peitoril. | | |
| | | Ineficácia ou inexistência de lacrimal. | | |
| | | Declividade transversal do peitoril insuficiente. | | |
|  | Fissura horizontal sob o peitoril. | Ineficácia do peitoril. | Detalhamento insuficiente ou deficiente. | Não cumprimento às especificações do projeto. |
| | | Preenchimento excessivo do espaço entre o peitoril e a parede de vedação. | Não previsão de solução adequada para a inserção do peitoril. | Quebra exagerada das arestas dos blocos situados nas extremidades do peitoril. |
| | | | Dimensionamento inadequado do espaçamento entre peitoril e parede de vedação | Não cumprimento às especificações do projeto. |
|  | Fissura na interface esquadria/parede de vedação | Movimentação diferencial. | Não previsão de solução adequada para acabamento da conexão. | Não cumprimento às especificações do projeto. |

(conclusão)

| Configuração típica da manifestação patológica | Descrição | Possíveis Falhas | Possíveis Causas | |
|---|---|--|--|---|
| | | | Fase de Projeto | Fase de Execução |
|  | Infiltração nas interfaces do peitoril. | Insuficiência ou inexistência de declividade do peitoril agravada pela ausência de barreira de vedação. | Não previsão de solução para adequada declividade do peitoril e detalhamento insuficiente ou deficiente. | |
| | | Inexistência de prolongamento longitudinal do peitoril em relação às arestas laterais do vão da janela. | Não previsão de prolongamento horizontal das extremidades do peitoril. | Não cumprimento às especificações do projeto. |
| | | Falhas na instalação do marco ou contramarco. | | Mau chumbamento do marco ou contramarco. |
| | | Falhas na execução ou projeto do peitoril. | Detalhamento insuficiente ou deficiente. | Não cumprimento às especificações do projeto. |
|  | Infiltração na interface janela/verga. | Insuficiência ou inexistência de barreira de vedação e declividade favorável ao escoamento da água sobre a janela. | Não especificação de declividade na face inferior da verga ou barreira de vedação. | Não cumprimento às especificações do projeto. |
| | | Presença de vedação na junta inferior da esquadria ou mau dimensionamento dos drenos da esquadria. | Detalhamento insuficiente ou deficiente. | Não cumprimento às especificações do projeto ou fabricante. Falhas na fabricação da esquadria. |
|  | Excessiva permeabilidade ao ar | Não cumprimento dos critérios mínimos estabelecidos pelas normativas. | Modelo de esquadria utilizado incompatível com o projeto. | Falhas na fabricação da esquadria. |
| | | Falhas na fabricação ou instalação da esquadria. | Detalhamento insuficiente ou deficiente. | Falha na montagem final ou regulamento incorreto. |
| | | Utilização do elemento não correspondente com a classe ao qual foi destinado. | Erro ou ausência de especificação da esquadria. | |

ANEXO B – CÓPIA DE TRECHO DO PROJETO ENVIADO À CONSTRUTORA POR PARTE DA EMPRESA FORNECEDORA DE ESQUADRIAS

| Itens da Obra | | | | | | | Pág. 1 de 3 |
|---|--|----------|----------|----------|----------|--------------------|---|
| | | | | | | | 17/09/2012 11:59:45 |
| CÓDIGO DA OBRA: | | | | | | | |
| TRATAMENTO: | | | | | | | |
| NOME DA OBRA: | | | | | | | |
| ENDER. DA OBRA: | | | | | | | |
| NOME DO CLIENTE: | | | | | | | |
| <hr/> | | | | | | | |
| #24-GDNPGR200* | PORTA DE GIRO 2 FOLHAS VIDRO - LINHA GOLD | | | | | |  |
| <u>TIPO</u> | <u>QTDE</u> | <u>L</u> | <u>H</u> | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>LOCALIZAÇÃO</u> | <u>ÁREA</u> |
| PA5 | 1 | 1600 | 2300 | 0 | 0 | | 3,68 |
| PA6 | 2 | 1200 | 2300 | 0 | 0 | | 5,52 |
| Total do Grupo: | | | | | | | 9,20 |
| <hr/> | | | | | | | |
| #24-INVIJC200 | Janela de Correr - 2 folhas Integrada Persiana Simples - ALCOA INOVA | | | | | |  |
| <u>TIPO</u> | <u>QTDE</u> | <u>L</u> | <u>H</u> | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>LOCALIZAÇÃO</u> | <u>ÁREA</u> |
| JA1 | 61 | 1600 | 1400 | 0 | 0 | | 136,64 |
| Total do Grupo: | | | | | | | 136,64 |
| <hr/> | | | | | | | |
| #24-INVIJC201 | Janela de Correr 02 Folhas Persiana Integrada Dupla - ALCOA INOVA | | | | | |  |
| <u>TIPO</u> | <u>QTDE</u> | <u>L</u> | <u>H</u> | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>LOCALIZAÇÃO</u> | <u>ÁREA</u> |
| JA2 | 60 | 1800 | 1400 | 0 | 0 | | 151,20 |
| Total do Grupo: | | | | | | | 151,20 |
| <hr/> | | | | | | | |
| INV-IPC201 | Porta de Correr 02 Folhas Persiana Integrada Dupla - ALCOA INOVA | | | | | |  |
| <u>TIPO</u> | <u>QTDE</u> | <u>L</u> | <u>H</u> | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>LOCALIZAÇÃO</u> | <u>ÁREA</u> |
| PA1 | 28 | 1600 | 2300 | 0 | 0 | | 103,04 |
| PA2 | 28 | 2000 | 2300 | 0 | 0 | | 128,80 |
| Total do Grupo: | | | | | | | 231,84 |
| <hr/> | | | | | | | |
| INV-JCR200 | JANELA DE CORRER - 2 FOLHAS COMUM - ALCOA INOVA | | | | | |  |
| <u>TIPO</u> | <u>QTDE</u> | <u>L</u> | <u>H</u> | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>LOCALIZAÇÃO</u> | <u>ÁREA</u> |
| JA7 | 1 | 1600 | 1400 | 0 | 0 | | 2,24 |
| Total do Grupo: | | | | | | | 2,24 |

Itens da Obra

Pág. 1 de 1
17/09/2012 14:17:32

CÓDIGO DA OBRA:
 TRATAMENTO:
 NOME DA OBRA:
 ENDER. DA OBRA:
 NOME DO CLIENTE:

#24-CMCJCR200*

CONTRAMARCO PARA JANELA - CADEIRINHA



| TIPO | QTDE | L | H | A | B | LOCALIZAÇÃO | ÁREA |
|------------------------|------|------|------|---|---|-------------|---------------|
| CJ1B | 14 | 600 | 1200 | 0 | 0 | | 10,08 |
| CJ1C | 14 | 600 | 1200 | 0 | 0 | | 10,08 |
| CJ2B | 14 | 650 | 1200 | 0 | 0 | | 10,92 |
| CJ2C | 14 | 650 | 1200 | 0 | 0 | | 10,92 |
| CJ3B | 32 | 700 | 1200 | 0 | 0 | | 26,88 |
| CJ3C | 32 | 600 | 1200 | 0 | 0 | | 23,04 |
| JA1 | 61 | 1600 | 1400 | 0 | 0 | | 136,64 |
| JA2 | 60 | 1800 | 1400 | 0 | 0 | | 151,20 |
| JA3 | 80 | 600 | 600 | 0 | 0 | | 28,80 |
| JA4 | 21 | 800 | 600 | 0 | 0 | | 10,08 |
| JA5 | 9 | 700 | 1400 | 0 | 0 | | 8,82 |
| JA6 | 1 | 700 | 1200 | 0 | 0 | | 0,84 |
| JA7 | 1 | 1600 | 1400 | 0 | 0 | | 2,24 |
| JA8 | 2 | 2300 | 500 | 0 | 0 | | 2,30 |
| JA9 | 18 | 800 | 1200 | 0 | 0 | | 17,28 |
| Total do Grupo: | | | | | | | 450,12 |

#24-CMPCRC200*

CONTRAMARCO PARA PORTA DE CORRER - CADEIRINHA



| TIPO | QTDE | L | H | A | B | LOCALIZAÇÃO | ÁREA |
|------------------------|------|------|------|---|---|-------------|---------------|
| PA1 | 28 | 1600 | 2300 | 0 | 0 | | 103,04 |
| PA2 | 28 | 2000 | 2300 | 0 | 0 | | 128,80 |
| PA3 | 14 | 1600 | 2300 | 0 | 0 | | 51,52 |
| PA3' | 32 | 1800 | 2300 | 0 | 0 | | 132,48 |
| Total do Grupo: | | | | | | | 415,84 |

#24-CMCPGR100*

CONTRAMARCO PARA PORTA DE GIRO - CADEIRINHA



| TIPO | QTDE | L | H | A | B | LOCALIZAÇÃO | ÁREA |
|------------------------|------|------|------|---|---|-------------|---------------|
| CJ1A | 14 | 800 | 2300 | 0 | 0 | | 25,76 |
| CJ2A | 14 | 800 | 2300 | 0 | 0 | | 25,76 |
| CJ3A | 32 | 800 | 2300 | 0 | 0 | | 58,88 |
| PA4 | 3 | 800 | 2100 | 0 | 0 | | 5,04 |
| PA5 | 1 | 1600 | 2300 | 0 | 0 | | 3,68 |
| PA6 | 2 | 1200 | 2300 | 0 | 0 | | 5,52 |
| Total do Grupo: | | | | | | | 124,64 |
| Total Geral: | | | | | | | 990,60 |