

LEONARDO MACHADO FERREIRA

MATRÍCULA: 2091484/3

**POSSÍVEIS CAUSAS E SOLUÇÕES PARA FISSURAS EM
FACHADAS COM REVESTIMENTO ARGAMASSADO EM EDIFÍCIOS
DE FORMOSA-GO – ESTUDO DE CASO**

Brasília

2014

LEONARDO MACHADO FERREIRA

**POSSÍVEIS CAUSAS E SOLUÇÕES PARA FISSURAS EM
FACHADAS COM REVESTIMENTO ARGAMASSADO EM EDIFÍCIOS
DE FORMOSA-GO – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como um dos requisitos
para a conclusão do curso de
Engenharia Civil do UniCEUB - Centro
Universitário de Brasília

Orientadora: Ana Paula Abi-faiçal
Castanheira

Brasília

2014

LEONARDO MACHADO FERREIRA

**POSSÍVEIS CAUSAS E SOLUÇÕES PARA FISSURAS EM
FACHADAS COM REVESTIMENTO ARGAMASSADO EM EDIFÍCIOS
DE FORMOSA-GO – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como um dos requisitos
para a conclusão do curso de
Engenharia Civil do UniCEUB - Centro
Universitário de Brasília

Orientadora: Ana Paula Abi-faiçal
Castanheira

Brasília, 06 de março de 2014

Banca Examinadora

Eng^a. Civil: Ana Paula Abi-faiçal Castanheira, MSc.

Orientadora

Eng^a. Civil: Neusa Maria Bezerra Mota, DSc.

Examinadora Interna

Eng^o. Civil: Márcio Augusto Roma Buzar, DSc.

Examinador Externo

Agradecimentos

*A Deus,
À minha família,
Aos meus professores
Por me ajudarem em minha
trajetória até aqui.*

RESUMO

O presente trabalho visa o levantamento de manifestações patológicas em revestimentos de argamassa nas fachadas de quatro edifícios na cidade de Formosa - GO. Por meio da revisão bibliográfica são organizados alguns conceitos relativos à composição do revestimento, às funções deste e à execução do mesmo. Além disto, são citadas as propriedades da argamassa no seu estado fresco e no estado endurecido, visando melhor base para entendimento do tema. E para finalizar, são mostradas algumas técnicas usadas para correção de fissuras.

As fissuras têm sua classificação dada quanto à abertura, seu formato, sua localização na fachada e à atividade destas. Existem fatores que podem levar ao surgimento de fissuras. Todas as definições supracitadas encontram-se neste trabalho.

Para a elaboração deste trabalho de final de curso foi realizado um levantamento de campo, por meio do qual foram obtidas fotografias dos edifícios estudados e sua orientação em relação ao sol. Os dados foram tratados e foram criados croquis das edificações, sendo que, nos resultados, seguem causas e medidas corretivas propostas para cada tipo de fissura encontrada, sendo as principais: fissura horizontal por expansão da argamassa de assentamento devido à hidratação retardada da cal; fissura por concentração de tensões em cantos de janelas; fissura por retração; fissura de dilatação e contração no encontro da alvenaria com a estrutura ou da estrutura com o revestimento ou contra piso e fissura por esforço de compressão sobre a alvenaria.

Palavras-chave: Fissuras.Revestimento.Fachadas.

ABSTRACT

This paper presents a survey of pathological manifestations in coatings of mortar on the facades of four buildings in the city of Formosa - GO. Through literature review there are some concepts about composition of the coating, its functions and implementation. Furthermore, the properties of the mortar are cited in its fresh state and hardened state, seeking better basis for understanding the topic. And finally, are shown some techniques used to fix cracks.

Cracks have their classification given as its openness, its shape, its location on the facade and its activity. There are factors that can lead to the appearance of cracks. All the above definitions are in this work.

To prepare this final course work a field survey was made, through which photographs of the buildings studied and its orientation relative to the sun were obtained, was conducted. The data were processed and sketches of buildings were created, and at the results there are causes and corrective measures proposed for each type of cleft found, the most frequent being horizontal fissure by expanding bedding mortar due to delayed hydration of lime; fissure by stress concentration at the corner of windows; mortar retraction; fissure expansion and contraction of the meeting structure with masonry or of the masonry with flooring or underlayment and crack by the compressive load on the masonry.

Keywords: Coating.Cracks.Facades

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diferentes alternativas de revestimento de parede	15
Figura 2 - Aplicação de chapisco convencional.....	18
Figura 3 - Sarrafeamento do emboço entre as faixas-mestras.....	20
Figura 4 - Traço de argamassa depende do tipo de aplicação	21
Figura 5 – Encontro da alvenaria com a estrutura e tela metálica.....	28
Figura 6 - Manifestação típica de fissuras com origem no revestimento.....	31
Figura 7 - Fissura horizontal.....	32
Figura 8 – Fissuras verticais entre alvenaria e pilar e no corpo da alvenaria.....	33
Figura 9 - Fissuração de alvenaria no contorno de vão de janela	34
Figura 10 - Encunhamento da alvenaria com a estrutura.....	35
Figura 11 - Fissura horizontal na interface da platibanda com a laje de cobertura ...	36
Figura 12 - Fissuração típica na argamassa por movimentação térmica	41
Figura 13 – O fluxo de água interceptado no peitoril escorre lateralmente	42
Figura 14 – Aplicação de selante base acrílico em 1 ^a demão	46
Figura 15 – Aplicação de 1 ^a demão de impermeabilizante acrílico	47
Figura 16 - Fachada frontal do edifício A e fachada lateral direita do edifício A.....	51
Figura 17 - Fachada posterior do edifício A	51
Figura 18 – Representação da orientação das fachadas do edifício A	52
Figura 19 – Fachada frontal do ed .B e fachada lateral esquerda do edifício B	53
Figura 20 – Fachada lateral direita do edifício B	53
Figura 21 – Representação da orientação das fachadas do edifício B	54
Figura 22– Fachada frontal do edifício C e fachada lateral direita do edifício C	55
Figura 23 – Fachada posterior do edifício C.....	55
Figura 24 – Representação da orientação das fachadas do edifício C	56
Figura 25 – Fachada frontal do edifício D e fachada lateral direita do edifício D	57
Figura 26 – Fachada lateral esquerda do edifício D.....	57
Figura 27 – Representação das fachadas do edifício D.....	58
Figura 28 - Ilustração esquemática de tela metálica em canto de janela	60
Figura 29 – Croqui de fachada lateral direita do edifício A.....	63
Figura 30 – Croqui de fachada posterior do edifício A	64

Figura 31 – Detalhe de manifestação patológica tipo 1 no edifício A.....	64
Figura 32 - Detalhes de manifestação patológica tipo 2 no edifício A.....	64
Figura 33 – Detalhe de manifestação patológica tipo 2 no edifício A.....	65
Figura 34 – Detalhes de manifestação patológica tipo 3 no edifício A	65
Figura 35 – Detalhes de manifestação patológica tipo 3 no edifício A	65
Figura 36 - Croqui de fachada frontal do edifício B	66
Figura 37 – Croqui de fachada lateral direita do edifício B.....	66
Figura 38 – Croqui de fachada lateral esquerda do edifício B.....	66
Figura 39 – Detalhe de manifestação patológica tipo 2 no edifício B.....	67
Figura 40– Detalhes de manifestação patológica tipo 3 no edifício B	67
Figura 41 – Detalhe de manifestação patológica tipo 3 no edifício B.....	67
Figura 42 – Detalhe de manifestação patológica tipo 4 no edifício B.....	68
Figura 43 – Detalhe de manifestação patológica tipo 4 no edifício B.....	68
Figura 44– Detalhe de manifestação patológica tipo 4 no edifício B.....	68
Figura 45– Detalhe de manifestação patológica tipo 5 no edifício B.....	69
Figura 46 – Croqui de fachada frontal do edifício C	70
Figura 47 – Croqui de fachada lateral direita do edifício C.....	70
Figura 48 – Croqui de fachada posterior do edifício C	70
Figura 49 – Detalhes de manifestação patológica tipo 2 no edifício C	71
Figura 50 – Detalhes de manifestação patológica 2 e 3 no edifício C.....	71
Figura 51 – Detalhe de manifestação patológica tipo 4 no edifício C.....	71
Figura 52 – Detalhes de manifestação patológica tipo 2, 3 e 4 no edifício C	72
Figura 53 - Croqui de fachada frontal do edifício D.....	72
Figura 54 - Croqui de fachada lateral direita do edifício D	73
Figura 55 – Croqui de fachada lateral esquerda do edifício D.....	73
Figura 56 – Detalhe de manifestação patológica tipo 3 no edifício D.....	74
Figura 57 – Detalhe de manifestação patológica tipo 3 no edifício D.....	74
Figura 58 – Detalhes de manifestação patológica tipo 4 no edifício D	74
Figura 59 – Detalhe de manifestação patológica tipo 4 no edifício D.....	75
Figura 60 - Número de ocorrência de fissuras por tipo no total de fachadas.	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Causas e correções propostas para cada tipo de fissura.....	75
Tabela 2 - Tipos de fissuras por fachada analisada	77

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 REVESTIMENTO ARGAMASSADO E SUAS FUNÇÕES.....	14
3.1.1 <i>Substrato ou base para o revestimento</i>	15
3.1.2 <i>Chapisco</i>	16
3.1.3 <i>Emboço</i>	17
3.1.4 <i>Reboco</i>	17
3.2 APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO	17
3.2.1 <i>Execução do chapisco</i>	18
3.2.2 <i>Execução da Regularização ou emboço</i>	19
3.2.3 <i>Execução do acabamento (reboco)</i>	20
3.3 ARGAMASSA DE REVESTIMENTO	21
3.3.1 <i>Definição</i>	21
3.3.2 <i>Tipos de argamassas</i>	22
3.3.3 <i>Propriedades da argamassa no estado fresco</i>	23
3.3.4 <i>Propriedades das argamassas no estado endurecido</i>	25
3.4 DETALHES CONSTRUTIVOS	27
3.4.1 <i>Reforço do revestimento com tela metálica</i>	27
3.5 FISSURAS	29
3.5.1 <i>Definição de fissuras</i>	29
3.5.2 <i>Classificação das fissuras quanto à sua abertura</i>	30

3.5.3 Classificação das fissuras quanto ao seu formato	30
3.5.4 Classificação das fissuras quanto à sua apresentação na fachada	33
3.5.5 Classificação das fissuras quanto à sua atividade	37
3.5.6 Causas que podem levar ao surgimento de fissuras.....	37
3.5.7 Mecanismos de formação de fissuras	40
3.6 TÉCNICAS E TRATAMENTOS PARA RECUPERAÇÃO DO REVESTIMENTO FISSURADO	43
3.6.1 Tratamento microfissuras superficiais e fissuras mais profundas	43
3.6.2 Tratamento de fissuras de acordo com seu aspecto e causas.....	44
3.6.3 Exemplo de tratamento com selante acrílico.....	45
4. METODOLOGIA.....	48
5. COLETA E TRATAMENTO DE DADOS: ESTUDO DE CASO	50
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO A	50
5.2 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO B	52
5.3 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO C	54
5.4 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO D	56
6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	59
6.1 PROVÁVEIS CAUSAS E MEDIDAS CORRETIVAS PROPOSTAS.....	59
6.1.1 Manifestação patológica do tipo 1	59
6.1.2 Manifestação patológica do tipo 2	59
6.1.3 Manifestação patológica do tipo 3.....	60
6.1.4 Manifestação patológica do tipo 4.....	61
6.1.5 Manifestação patológica do tipo 5.....	62
6.2 MAPEAMENTO E DETALHAMENTO DAS PATOLOGIAS NOS EDIFÍCIOS	62

<i>6.2.1 Mapeamento do edifício A</i>	63
<i>6.2.2 Mapeamento do edifício B</i>	65
<i>6.2.3 Mapeamento do edifício C</i>	69
<i>6.2.4 Mapeamento do edifício D</i>	72
6.3 TABELAS E GRÁFICOS	75
7. CONCLUSÃO.....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

1. INTRODUÇÃO

Com o crescente mercado da construção civil, principalmente nos últimos anos, e com a busca do empreendedor pela construção em período cada vez menor, visando maiores lucros e menores gastos, alguns detalhes construtivos são, por vezes, negligenciados ou esquecidos. Detalhes estes que podem ser tanto na fase de projeto quanto na fase de execução, e que podem levar a vários tipos de manifestações patológicas, dentre as quais está a fissuração do revestimento.

A fissuração é uma manifestação patológica que pode indicar um aviso de um estado perigoso ou o comprometimento da durabilidade da obra e provocar o mal estar dos usuários da edificação quanto a inseguranças devido à estabilidade da mesma (JÂCOME, MARTINS, 2005).

As fissuras também são uma porta de entrada a outras manifestações patológicas aos edifícios, principalmente por meio da umidade que pode se infiltrar através delas, podendo gerar bolor, eflorescências, dentre outras.

Entende-se, portanto, a importância da correta execução e a previsão de detalhes construtivos em projetos a fim de se evitar fissurações. No caso de suas existências, torna-se imprescindível aplicar medidas corretivas para saná-las. Porém, a bibliografia existente que norteie um correto procedimento para tais medidas corretivas é muito escassa, a não ser pelo trabalho de Nakakura, 2005.

Neste sentido, o presente estudo visa colaborar com os conhecimentos sobre as fissuras, classificando-as quanto a vários fatores, ilustrando de forma prática a manifestação de cada tipo, bem como propondo medidas corretivas. Ao final, encontra-se um esquema representativo ilustrado de cada tipo com sua possível causa e sua correspondente correção.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho consiste em estudar as fissuras encontradas nos revestimentos de argamassa nas fachadas de edifícios localizados na cidade de Formosa - GO, buscando identificar sua(s) possível(eis) causa(s), bem como a medida corretiva para cada tipo de fissura verificada.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Realizar um levantamento fotográfico em quatro edifícios em Formosa - GO;
- Indicar a posição de cada fachada com a rosa dos ventos;
- Analisar as fissuras, classificando-as em tipos;
- Elaborar croqui com a identificação das fissuras observadas e classificadas;
- Representá-las em croquis elaborados com o auxílio de software;
- Indicar a possível causa para cada tipo de fissura; e
- Propor medidas corretivas para cada tipo de fissura.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 REVESTIMENTO ARGAMASSADO E SUAS FUNÇÕES

De acordo com a NBR 13755 (ABNT, 1996), revestimento externo consiste em um conjunto de camadas superpostas e intimamente ligadas, constituído pela estrutura-suporte, alvenarias, camadas sucessivas de argamassas e revestimento final, cuja função é proteger a edificação da ação de chuva, umidade, agentes atmosféricos, desgaste mecânico oriundo da ação conjunta do vento e partículas sólidas, bem como dar acabamento estético.

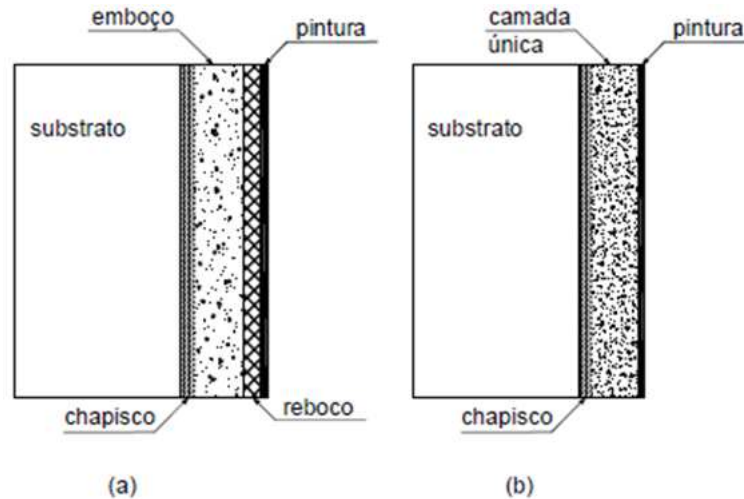
O revestimento argamassado apresenta algumas funções, tais como a proteção dos elementos de vedação dos prédios contra agentes agressivos, ajuda no cumprimento das funções das vedações, no isolamento termo acústico, na estanqueidade a água e a gases, na regularização da superfície, servindo como base para receber outros revestimentos ou o acabamento final, além de contribuir para a estética dos edifícios ou outras construções (MACIEL; BARROS; SABBATINI, 1998).

A NBR 13529 (ABNT, 1995) divide o revestimento em dois tipos:

- Revestimento de duas camadas: revestimento constituído de emboço e reboco aplicados sobre a base de revestimento.
- Revestimento de camada única: revestimento de um único tipo de argamassa aplicado sobre a base de revestimento, em uma ou mais cheias.

A Figura 1 ilustra o sistema de camadas de revestimento.

Figura 1 - Diferentes alternativas de revestimento de parede



Fonte: Carasek (2007, p. 6).

Os subitens 3.1.1 a 3.1.4 definem e discorrem acerca das camadas do revestimento argamassado de mais de uma camada.

3.1.1 Substrato ou base para o revestimento

A base ou substrato que receberá o revestimento pode ser composto por blocos de concreto, alvenaria de blocos cerâmicos, pilares, vigas, lajes, dentre outros, podendo ser elementos de vedação ou elementos estruturais. Sempre deve ser garantida uma boa aderência do substrato com o revestimento para um bom desempenho do mesmo (BAUER, 2005).

O substrato deve ter, ainda, boa porosidade, que influencia na sucção de água nos momentos após a aplicação e também no tempo de sarrafeamento, além de influenciar na aderência do mesmo, por proporcionar uma maior área de contato com a argamassa aplicada (BAUER, 2005).

3.1.2 Chapisco

Nos casos em que o substrato se encontra muito liso, usa-se o chapisco, que normalmente é uma mistura de argamassa com cimento e areia no traço 1:3 (uma de cimento e três de areia) e espessura máxima de 5 mm, para proporcionar rugosidade e porosidade, desenvolvendo assim a aderência necessária (BAUER, 2005).

O chapisco consiste em uma camada de preparo da base e possui função de uniformizar a superfície e melhorar a aderência do revestimento (CARASEK, 2007).

Além do chapisco convencional, existem outros como:

a) Chapisco com polímeros: além do chapisco convencional, temos o chapisco modificado com polímeros, que leva adesivos poliméricos em sua composição (BAUER, 2005).

b) Chapisco rolado: utiliza adesivos poliméricos e argamassa. Sua aplicação deve ser feita com rolo, sendo em sentido único para evitar que os poros da superfície se abram e fechem, perdendo o sentido de sua função principal (ANTUNES, 2010).

c) Chapisco industrializado: consiste na argamassa industrializada, que possui um melhor controle de qualidade, e basta misturá-la com água e aplicá-la sobre a base com desempenadeira dentada. O aspecto conferido pela desempenadeira garante a rugosidade necessária. Esta forma de aplicação se assemelha à de argamassas colantes. (BAUER, 2005).

3.1.3 Emboço

É a camada de massa grossa (até 2 cm de espessura) aplicada sobre a superfície chapiscada após a cura da mesma. No caso de revestimentos externos, é adotado um traço de 1:1:4, sendo uma parte de cal, uma cimento e quatro de areia grossa de rio, lavada (YAZIGI, 2009).

Para Bauer (2005, p. 11):

“O papel do emboço (muitas vezes confundido com o reboco) consiste em cobrir e regularizar a superfície do substrato ou chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco, de revestimento cerâmico, ou outro procedimento ou tratamento decorativo (que se constitua no acabamento final).”

3.1.4 Reboco

Para Sabbatini (1984 apud SILVA, 2006), o reboco, ou massa fina, é a camada de acabamento dos revestimentos de argamassa. É aplicada sobre o emboço, e sua espessura é apenas o suficiente para constituir uma película contínua e íntegra sobre o emboço, com no máximo 5 mm de espessura.

Carasek, 2007 define reboco como a camada de revestimento que é utilizada para cobertura do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitui no acabamento final.

3.2 APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO

Para esclarecer sobre o processo de execução dos serviços, serão descritas abaixo as etapas de cada camada do revestimento (considerando o chapisco como revestimento) a fim de se evitar quaisquer erros que possam vir a causar manifestações patológicas no futuro.

O primeiro trabalho a ser realizado é limpar o substrato, retirando desmoldantes, eflorescências, óleos, pregos, arames, madeira, dentre outros. Os vazios, rasgos ou quebras devem ser preenchidos (YAZIGI, 2009).

Os subitens 3.2.1 a 3.2.3 mostram como executar as camadas do revestimento, sendo estes: chapisco, camada de regularização e acabamento, respectivamente.

3.2.1 Execução do chapisco

Para o chapisco convencional (1:3, ou uma parte de cimento para três de areia) com aditivo adesivo, deve-se lançar vigorosamente o chapisco com a colher de pedreiro, de baixo para cima em camadas sucessivas contra a alvenaria (YAZIGI, 2009).

Já nas partes de concreto, ou seja, na estrutura, deve-se usar a desempenadeira para a sua aplicação. É necessário observar que a espessura máxima para o chapisco é de 5 mm (YAZIGI, 2009).

A Figura 2 (nomeada pelo autor) ilustra a aplicação do chapisco convencional

Figura 2 - Aplicação de chapisco convencional



Fonte: Pini (2009, p. 104).

3.2.2 Execução da Regularização ou emboço

Após a pega completa do chapisco, ou seja, após 72 h, no mínimo, é dado início ao processo de regularização. Nesta etapa, são fixados pregos na base, para dar suporte à linha, sendo dois pregos com distância de 20 a 30 cm do piso, e dois pregos próximos do teto, distantes de 40 a 50 cm do mesmo (PINI, 2009).

Nesses pregos, é passada uma linha ou fio de náilon, primeiro nos pregos superiores, usando uma trena para posicionar a linha a 2 cm da base, e depois, com o prumo, é feito o posicionamento, alinhando a parte inferior com a superior. Esta linha servirá de base para as taliscas. A base deve ser umedecida e deve-se lançar argamassa no local onde ficarão as taliscas (PINI, 2009).

As taliscas deverão ser preferencialmente de azulejo, assentadas sobre a argamassa previamente lançada. Depois, deverão ser feitas as faixas-mestras, distantes de 1,5 a 1,8 m entre si. O fator limitante desta distância será o tamanho da régua utilizada para sarrafear. Um detalhe importante para evitar fissuração no encontro do pano com a faixa mestra é a execução de corte com a colher de pedreiro de modo que a faixa fique com 45 graus em relação à base (PINI, 2009).

As faixas-mestras deverão ser alisadas com desempenadeira, para depois ser jogada a argamassa entre as faixas, enchendo o pano, e vir com a régua de baixo para cima, retirando o excesso de argamassa, sarrafeando o pano (PINI, 2009).

Deve-se atentar para o tempo de 15 a 30 minutos a ser aguardado antes do início do sarrafeamento, evitando possíveis patologias decorrentes de sarrafeamento precoce. Feito isso, devem ser retiradas as taliscas, preenchendo o espaço das mesmas com argamassa e ajustando-se com a desempenadeira (PINI, 2009).

A Figura 3 (nomeada pelo autor) ilustra o sarrafeamento do emboço.

Figura 3 - Sarrafeamento do emboço entre as faixas-mestras



Fonte: Pini (2009, p. 108).

3.2.3 Execução do acabamento (reboco)

Para Pereira Junior (2010, p. 42):

“O reboco deve ser feito colocando-se a argamassa sobre uma desempenadeira e por compressão contra a base, num movimento ascensional no sentido vertical, obter uma camada de espessura uniforme, de 4 a 5 mm. O emboço poderá necessitar de uma prévia molhagem se as condições climáticas e ou as suas características levarem a uma retirada excessiva de água do reboco que dificultem o espalhamento deste.”

O reboco deve ser aplicado somente após a pega do emboço, ou seja, após 24h de sua aplicação. As arestas deverão ter proteções e os locais com exposição direta ao sol também deverão ser protegidos, assim como os locais com muito vento. No reboco, não são toleradas imperfeições ou empenas (YAZIGI, 2009).

3.3 ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

O tipo de argamassa abordado neste tópico é a argamassa de revestimento, utilizada para revestimentos em pintura. A argamassa está definida no subitem 3.3.1. O subitem 3.3.2 descreve os tipos mais comuns de argamassa de revestimento, enquanto o subitem 3.3.3 mostra as propriedades da argamassa no estado fresco. O subitem 3.3.4 mostra as propriedades da argamassa no estado endurecido.

3.3.1 Definição

Composta por uma mistura de cimento, areia e água, podendo ser virada em obra ou industrializada, a argamassa de revestimento é utilizada para impermeabilizar, regularizar (eliminar ondulações e buracos, nivelar e aprumar) e oferecer acabamento (liso, áspero, rugoso) às superfícies (PINI, 2010).

Esta mistura de aglomerantes e agregados com água possui capacidade de aderência e endurecimento, sendo sua composição usual: areia lavada, cimento Portland e água. O fator determinante para o tipo de aglomerante a ser usado é a destinação que a argamassa terá (FIORITO, 2009).

A Figura 4 ilustra a argamassa no momento de sua aplicação.

Figura 4 - Traço de argamassa depende do tipo de aplicação



Fonte: Pini (2010, p. 151).

3.3.2 Tipos de argamassas

As argamassas podem ser classificadas por tipos, dentre eles temos a argamassa de cal, a argamassa de cimento, a argamassa mista e as argamassas prontas. Abaixo estão especificadas cada uma delas.

- *Argamassa de cal:* a composição desta argamassa consiste em cal, agregado miúdo e água, e o espaço vazio entre os grãos do agregado miúdo é preenchido pela cal, o que melhora a retenção de água e plasticidade (SILVA, 2006).

Seu uso pode ser para emboço, reboco ou para alvenarias de vedação, por causa de sua plasticidade e por ter boas condições de endurecimento e elasticidade. A argamassa de cal também proporciona acabamento plano e regular (FIORITO, 2009).

- *Argamassa de cimento:* a composição desta argamassa é cimento, agregado miúdo e água. A argamassa de cimento leva pouco tempo para adquirir resistência, mas tem pouca trabalhabilidade e pouca retenção de água (SILVA, 2006).

É usada, geralmente, para pisos com argamassa armada (pisos para indústrias, estacionamentos, ou outros lugares que suportarão uma carga em sua maior parte do tempo) (SILVA, 2006). Pode ser usada para alvenarias de alicerces ou para chapisco, por ter resistência atingida em curto prazo. Também pode ser usada para revestimentos internos de reservatórios de água, onde se exige impermeabilidade, dentre outros (FIORITO, 2009).

A argamassa de cimento praticamente não é utilizada em revestimentos de alvenaria, salvo casos em que se usa como chapisco (em paredes de

alvenaria e estruturas de concreto) a fim de aumentar a resistência de aderência do revestimento (SILVA, 2006).

- *Argamassa mista*: esta argamassa é como um misto das duas outras. Sua composição é cimento, cal, agregado miúdo e água (SILVA, 2006).

Um dos traços (proporções dos componentes da argamassa) muito utilizado no Brasil para revestimentos internos é (1:1:6), ou seja, uma parte de cimento, uma parte de cal e seis partes de areia. Para traços de revestimentos internos, o traço tradicional é (1:2:9), ou seja, uma parte de cimento, duas partes de cal e nove partes de areia (SILVA, 2006).

3.3.3 Propriedades da argamassa no estado fresco

A argamassa possui diferentes propriedades no estado fresco e no estado endurecido. As propriedades da argamassa no estado fresco são citadas a seguir.

- **Trabalhabilidade**

É a propriedade que determina a facilidade com a qual as argamassas podem ser misturadas, transportadas, aplicadas, acabadas com uma condição homogênea. A argamassa é trabalhável quando permite ao operário executar um serviço de boa produtividade, garantindo que o revestimento tenha uma boa aderência e fique com um bom acabamento (CARASEK, 2007).

Dentro da trabalhabilidade existem outras propriedades, tais como consistência, plasticidade, retenção de água, coesão, exsudação, densidade de massa e adesão inicial (CARASEK, 2007).

- Retenção de água

A retenção de água é a capacidade que a argamassa tem de reter a água de amassamento, combatendo a sucção da base e também a evaporação. Esta característica torna as reações de endurecimento gradativas, criando um ambiente adequado para a hidratação do cimento, aumentando assim a resistência, pois a rápida perda de água compromete a aderência, a resistência mecânica, a capacidade de absorver deformações, a durabilidade e a estanqueidade (MACIEL; BARROS; SABBATINI, 1998).

A proporção de materiais e a adição de cal e aditivos pode melhorar a capacidade de retenção de água pela argamassa (MACIEL et. al., 1998).

- Adesão inicial

É a capacidade de união da argamassa no estado fresco a uma base. Quando há uma redução da tensão superficial, há o favorecimento da molhagem do substrato, reduzindo o ângulo de contato entre as superfícies e implementando a adesão, aumentando assim o contato físico da pasta com os grãos de agregado e com a base (CARASEK, 2007).

- Massa específica e teor de ar

A relação entre a massa da argamassa e o seu volume pode ser definida como massa específica, a qual pode ser dividida em absoluta e relativa. Na absoluta, não são considerados os vazios no volume, e na relativa são considerados estes vazios. A massa específica serve para calcular o traço em volume nas argamassas viradas em obra (MACIEL et. al., 1998).

A quantidade de ar existente em certo volume de argamassa pode ser definida como teor de ar, que é inversamente proporcional à massa específica da mesma. Tanto o teor de ar quanto a massa específica interferem na trabalhabilidade, que é inversamente proporcional à massa específica, de maneira qualitativa (CARASEK, 2007).

O teor de ar também pode ser melhorado com o emprego de incorporadores de ar, mas este pode interferir de maneira prejudicial sobre outras propriedades da argamassa, como a resistência mecânica e a aderência (CARASEK, 2007).

3.3.4 Propriedades das argamassas no estado endurecido

Para Maciel; Barros; Sabbatini (1998, p. 6): "As propriedades da argamassa no estado endurecido equivalem às propriedades do próprio revestimento." Estas propriedades das argamassas no estado endurecido seguem suas definições e características.

- Aderência

Aderência é a capacidade de suportar tensões normais de tração e tangenciais atuantes entre o substrato e o revestimento. A aderência é resultante da resistência de aderência à tração, ao cisalhamento. Outros fatores que influenciam a aderência são: a limpeza da base, características da base, maneira como a argamassa é aplicada, e propriedades da argamassa no estado fresco (MACIEL et. al., 1998).

- Capacidade de absorver deformações

Esta propriedade faz com que o revestimento absorva pequenas deformações sem fissurar ou comprometer suas propriedades, como aderência, estanqueidade e durabilidade. A capacidade de absorver deformações tem ligação com o módulo de

elasticidade e a resistência mecânica da argamassa e influencia na fissuração e na aderência (CARASEK, 2007).

- Resistência mecânica

É a propriedade dos revestimentos possuírem um estado de consolidação interna, de modo a suportar esforços de tração, compressão e cisalhamento. Algumas solicitações que exigem esta propriedade são o desgaste, os impactos e a movimentação higroscópica, que tendem a desagregar os revestimentos (CARASEK, 2007).

- Permeabilidade

Esta propriedade tem ligação com a função de estanqueidade da parede. No caso de revestimentos de fachada, esta propriedade é muito importante quando o edifício está em uma região com muita incidência de chuva, pois ajuda na proteção do mesmo contra a água, e, por consequência, contra a umidade que pode infiltrar na parede, causando outras manifestações patológicas (CARASEK, 2007).

A baixa permeabilidade de nada adianta se o revestimento estiver com alto índice de fissuração (CARASEK, 2007).

- Durabilidade

A durabilidade tem relação com o desempenho do revestimento com o passar do tempo, com o seu uso e contra ações do meio externo. A fissuração, a espessura excessiva, a falta de manutenção, a entrada de microrganismos e outros agentes de deterioração afetam esta propriedade denominada durabilidade (MACIEL et. al., 1998).

3.4 DETALHES CONSTRUTIVOS

Por vezes esquecidos ou ignorados, os detalhes construtivos, como por exemplo, descontinuidades nas fachadas, podem promover o afastamento de fluxos de água, afastando assim fissuras de retração, descolamentos, desagregações, dentre outros. Estes detalhes podem ser frisos, molduras, peitoris, pingadeiras, juntas e outros. Outros detalhes podem ser previstos em projetos, tais como proteção da base das paredes, forma de requadramento dos vãos, tratamentos de cantos vivos e outros que podem evitar concentração de fluxos de água, evitando assim algumas manifestações patológicas (THOMAZ, 2001).

Os frisos, molduras e juntas não possuem função apenas de cunho estético. Os frisos, por exemplo, trabalham como juntas de dilatação, absorvendo possíveis fissuras provenientes da movimentação entre estrutura e alvenaria. Frisos devem ser colocados nas juntas de alvenaria com estrutura e podem ser de vários formatos e profundidades. Molduras e enchimentos podem esconder áreas de maior trabalho, que são pontos de fissuração em potencial (QUEIROZ, 2007).

3.4.1 Reforço do revestimento com tela metálica

As regiões onde há uma tensão elevada tais como encontro da estrutura com a alvenaria devem receber reforços com tela metálica. No caso de revestimentos com espessura superior ao recomendado, a tela também pode ser aplicada (MACIEL, BARROS, SABBATINI, 1998).

Os tipos de reforços com tela metálica que podem ser usados nesse caso são dois: argamassa armada e ponte de transmissão. Na argamassa armada, a tela fica submersa na camada de revestimento. Já na ponte de transmissão, a tela é chumbada na alvenaria ou na estrutura através de grampos ou chumbadores, sendo adotada a fita de polietileno que ajuda a distribuir as tensões através da tela. O primeiro tipo de reforço só deve ser executado em revestimentos com mais de 3 cm,

já a ponte de transmissão pode ser executada em revestimentos de 2 cm (MACIEL et. al., 1998).

As regiões de paredes sujeitas a impactos ou encontro com platibandas, no fechamento de shafts, regiões com tubulações de grande diâmetro embutidas, fachadas submetidas a intensas solicitações térmicas, estruturas relativamente flexíveis, vértices inferiores de aberturas de janelas são locais onde se recomenda o uso de telas metálicas (THOMAZ, 2001).

Estas telas são eletrossoldadas, compostas por fios de arame de aço zincados, geralmente em rolos de 25 m com malha de 25 x 25 mm e 0,5 m de altura, sendo estas instaladas entre as camadas de chapisco e emboço, exercendo função de absorver as tensões geradas pela estrutura e pela alvenaria (MEDEIROS, 2011).

A Figura 5 foi nomeada pelo autor e apresenta o encontro da estrutura com a alvenaria, onde será empregado o uso de tela metálica posteriormente, bem como apresenta o detalhe da tela aplicada sobre o revestimento.

Figura 5 – Encontro da alvenaria com a estrutura e tela metálica



Fonte: Medeiros (2011, p. 12-13).

3.5 FISSURAS

As fissuras podem ser definidas conforme exposto no subitem 3.5.1. Podem ser classificadas quanto à sua abertura conforme o subitem 3.5.2, quanto ao seu formato conforme o subitem 3.5.3 e quanto à sua apresentação na fachada conforme o subitem 3.5.4. O subitem 3.5.5 mostra uma classificação das fissuras quanto à sua atividade. O subitem 3.5.6 mostra uma lista de causas que podem levar ao surgimento de fissuras. Já no subitem 3.5.7 são descritos alguns mecanismos de formação de fissuras.

3.5.1 Definição de fissuras

Fissuras são manifestações patológicas provenientes do alívio de tensões entre elementos em contato, ou mesmo entre partes de um mesmo elemento. Construções em geral, tais como edifícios, residências e outros normalmente costumam apresentar algum tipo de fissura. Estas podem surgir na fase jovem, poucas horas após a execução do revestimento, ou em idades avançadas. As causas ou origens das fissuras são variadas e os locais também (SILVA; FORTES, [s.d.]).

A fissuração é um problema importante dentre os inúmeros que atingem as construções, e isto se deve a alguns aspectos causados pela mesma, tais como o aviso de um eventual estado perigoso para a edificação, o comprometimento da durabilidade da obra ou até mesmo o constrangimento psicológico causado nas pessoas pelo medo ou por desconfortos relacionados a tais manifestações (JÂCOME, MARTINS, 2005).

As fissuras podem possibilitar a passagem de água que, além de provocar algumas patologias tais como manchas, eflorescências, bolhas e saponificação na pintura,

também permitem a proliferação de bolores e outros fungos provocadores de doenças alérgico-respiratórias (VEDACIT, [s.d.]).

3.5.2 Classificação das fissuras quanto à sua abertura

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2003):

- “Fissura: Abertura ocasionada por ruptura de um material ou componente, inferior ou igual a 0,5 mm”
- “Microfissura: Abertura ocasionada por ruptura de um material ou componente com espessura inferior a 0,05 mm”
- “Trinca: Abertura ocasionada por ruptura de um material ou componente superior a 0,5 mm e inferior a 1,0 mm”

Neste trabalho, a palavra fissura será empregada em todos os casos, salvo naqueles em que houver uma citação direta e, por acaso, o autor tenha utilizado com suas palavras outro termo.

3.5.3 Classificação das fissuras quanto ao seu formato

- Fissuras mapeadas

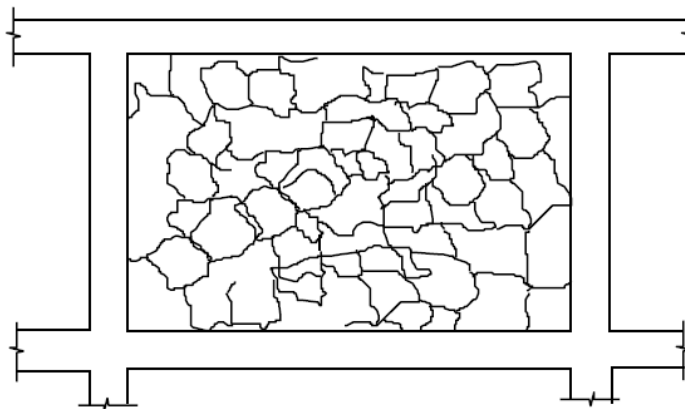
“A NBR 13749 (ABNT, 1996) define que fissuras mapeadas podem se formar por retração de argamassa, excesso de finos no traço, sejam eles de aglomerantes ou de agregado, ou até mesmo por excesso de desempenamento. O formato das mesmas é semelhante ao de um mapa. ”

A composição e espessura das argamassas são muito variáveis. Seu endurecimento é acompanhado por uma diminuição de volume, que pode ser causada pela perda de água (evaporação) ou a reações de hidratação (FIORITO, 2009).

Até mesmo após quatro meses ainda ocorrem variações de dimensão devido ao grau higrométrico ambiente. Isto é um fenômeno chamado de retração, que, principalmente em argamassas ricas e espessas, causa fissuras (FIORITO, 2009). Fissuras mapeadas têm relação com movimentações higrotérmicas diferenciadas entre revestimento e estrutura, podendo, em alguns casos, estar este sintoma associado à retração de secagem da argamassa. O formato deste tipo de fissura é variado e a mesma se encontra distribuída ao longo de toda a superfície (CINOCOTTO, 1988; THOMAZ, 1989 apud ANTUNES, 2010).

A Figura 6 ilustra as fissuras mapeadas no revestimento.

Figura 6 - Manifestação típica de fissuras com origem no revestimento



Fonte: Lordsleem Jr. (1997, p. 12).

- *Fissuras horizontais*

Normalmente, as fissuras horizontais no revestimento estão ligadas à expansão da argamassa de assentamento devido à uma hidratação retardada do hidróxido de magnésio da cal devido à presença de argilo-minerais expansivos no agregado (CINOCOTTO, 1988 apud ANTUNES, 2010).

Tais fissuras se formam horizontalmente devido ao fato da expansão da argamassa ocorrer no sentido horizontal (CINOCOTTO, 1988 apud ANTUNES, 2010).

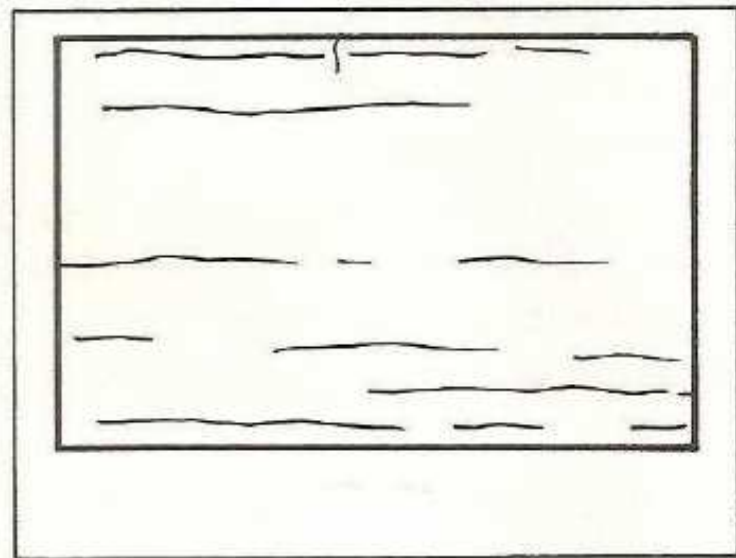
Outro fator que pode causar fissuras horizontais é o sarrafeamento precoce do emboço (ANTUNES, 2010).

Para Bauer (1994 apud GROFF, 2011):

A presença de argilo-minerais monotimorloníticos na argamassa de assentamento constitui uma causa geradora do aparecimento de fissuras no revestimento, assim como a expansão da argamassa de assentamento, devido à hidratação retardada do óxido de magnésio ou de cálcio, ou a reações expansivas cimento-sulfatos.

A Figura 7 ilustra as fissuras horizontais.

Figura 7 - Fissura horizontal



Fonte: Groff (2011, p. 32)

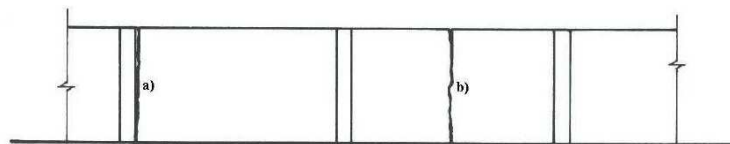
- *Fissuras verticais*

A presença de tubos e eletrodutos pode vir a causar fissuras verticais ou inclinadas através do enfraquecimento do revestimento. Este tipo de fissura pode ocorrer no corpo da alvenaria ou até mesmo no encontro da alvenaria com a estrutura.

Estas fissuras podem ainda acompanhar juntas de assentamento ou acompanhar os componentes de alvenaria. Os esforços de tração podem vir a romper os materiais menos resistentes, criando fissuras nos mesmos (ANTUNES, 2010.).

A Figura 8 ilustra as fissuras verticais.

Figura 8 – Fissuras verticais entre alvenaria e pilar e no corpo da alvenaria



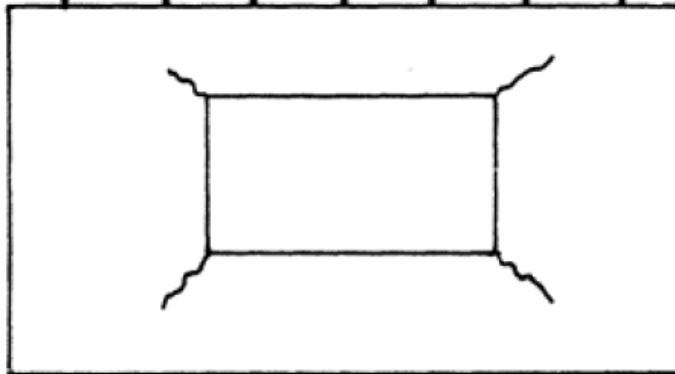
Fonte: Thomaz (1989 apud Antunes, 2010).

3.5.4 Classificação das fissuras quanto à sua apresentação na fachada

- Em aberturas de vãos (janelas)

A abertura de vãos gera tensões, as quais normalmente são distribuídas por meio do emprego de vergas e contra-vergas. A ausência destes elementos resulta no surgimento das fissuras no canto das aberturas (ANTUNES, 2010). A Figura 9 ilustra o aparecimento de fissuras em cantos de vãos.

Figura 9 - Fissuração de alvenaria no contorno de vão de janela



Fonte: Jácome; Martins (2005, p. 29).

- Fissuras no encontro da alvenaria com a estrutura

As estruturas e também as alvenarias das edificações apresentam certa deformabilidade sem que sejam alcançados os limites de resistência de seus materiais constituintes (GROFF, 2011).

Quando os esforços ultrapassam a resistência à tração, à compressão ou ao esforço cortante há formação de trincas ou fissuras. A fissura de encunhamento ocorre no momento em que este fenômeno ocorre na interface da alvenaria com a viga. Este tipo de fissura pode ser proveniente de má execução do encunhamento ou do emprego de materiais não adequados. As fissuras de encunhamento ocorrem no ponto de encontro da alvenaria com a estrutura (GROFF, 2011).

Tais materiais, como tijolos que não atendem às normas vigentes quanto à resistência, por exemplo, podem quebrar, causando uma maior utilização de argamassa nestes pontos, o que pode gerar retração da mesma (GROFF, 2011).

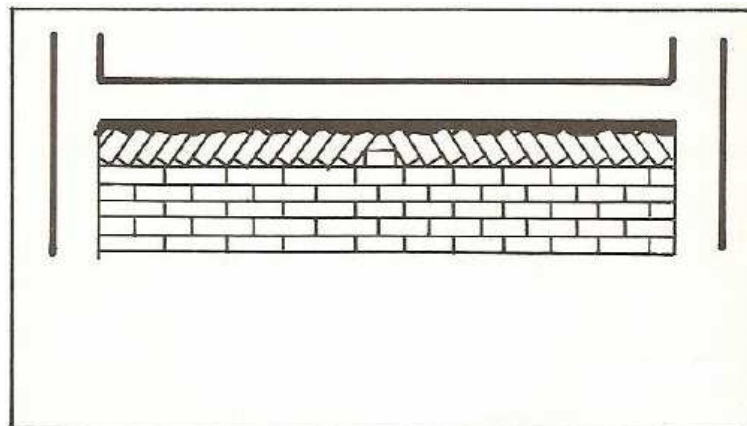
A má execução está ligada ao não cumprimento do prazo de 15 a 30 dias da execução até o encunhamento para retração da argamassa, além do respeito à espera que dois pavimentos superiores estejam executados já com suas respectivas

alvenarias, para que a sobrecarga esteja adequada (BAUER, 1994 apud GROFF, 2011).

As fissuras no encontro da alvenaria com a estrutura normalmente se posicionam paralelas à peça estrutural (pilar, viga) indicando deslocamentos devido a movimentos diferenciais provenientes da deformação de estruturas causadas por flechas em vigas e lajes, ou até mesmo por ancoragem deficiente nos pontos de encontro (ANTUNES, 2010).

A Figura 10 ilustra o local onde ocorre a fissura de encunhamento.

Figura 10 - Encunhamento da alvenaria com a estrutura



Fonte: Groff (2011, p. 33)

Para Thomaz (1989 apud ANTUNES, 2010):

Quando numa fachada a estrutura em concreto armado é submetida a uma variação térmica, movimentações diferenciais decorrentes desta normalmente repercutem em fissuras nas interfaces entre as alvenarias e o reticulado estrutural, demarcando todo o contorno da parede.

- No pano de alvenaria

Este tipo de fissura que ocorre em paredes contínuas pode estar ligado a movimentações diferenciais por razões estruturais ou térmicas. Pode ser também causada por retração da argamassa devido ao excesso de finos ou elevada relação água /cimento (ANTUNES, 2010).

Para evitar tais problemas, os módulos de deformação das argamassas de revestimento devem ser inferiores aos da base, para que haja absorção de movimentações da base. Além disso, o módulo de deformação deve diminuir gradativamente, de dentro para fora, por meio da adoção de traços diferenciados (CINOCOTTO, 1988 apud ANTUNES, 2010).

- No topo dos edifícios (laje platibanda)

O aumento do comprimento da laje, decorrente da dilatação térmica em função da radiação solar desenvolve pressão sobre a platibanda, deslocando a mesma para fora. Após a redução da temperatura, mesmo com a laje voltando para sua posição, a platibanda continua para fora, causando tensões na interface e gerando fissuras no encontro dos mesmos (o que é ilustrado pela figura 11) (SILVA, 2007).

Figura 11 - Fissura horizontal na interface da platibanda com a laje de cobertura



Fonte: Silva (2007, p. 125).

3.5.5 Classificação das fissuras quanto à sua atividade

As fissuras podem ser classificadas quanto a sua atividade em ativas e passivas.

- Fissuras ativas: apresentam variações sensíveis de abertura e fechamento. Estas fissuras não indicam problemas estruturais caso elas oscilem em torno de um valor médio e possam ser correlacionadas com variação de temperatura e umidade (SAHEDE, 2005).
Caso a abertura sempre aumente de tamanho, podem surgir problemas estruturais e, neste caso, os mesmos devem ser corrigidos antes de qualquer tratamento dessas fissuras (SAHEDE, 2005).
- Fissuras passivas: este tipo de fissura pode ser considerada estabilizada por não apresentar variações sensíveis com o passar do tempo (SAHEDE, 2005).

3.5.6 Causas que podem levar ao surgimento de fissuras

- Teor e natureza dos aglomerantes

O teor de finos na argamassa pode influenciar na fissuração a partir de três propriedades que são influenciadas por este: reatividade, trabalhabilidade e retenção de água (MEDEIROS, SABBATINI, 1994 apud LORDSLEEM JR., 1997).

- Teor e natureza dos agregados

Para que se reduza o consumo de água, reduzindo assim a retração, deve-se atentar para a granulometria contínua dos agregados, reduzindo a ocorrência de vazios (MEDEIROS, SABBATINI, 1994 apud LORDSLEEM JR., 1997).

- Traço da argamassa

A dosagem de argamassas ricas normalmente leva a retração plástica, podendo levar a patologias como a fissuração (CARASEK, BAUER, 1997 apud ANTUNES, 2010).

A dosagem dos componentes utilizados nas argamassas deve ser adequada para cada situação de uso, uma vez que existem diferentes situações de aplicação da mesma. Podem ser obtidas melhores propriedades para o revestimento, tais como melhorias na resistência mecânica e na capacidade de aderência. Tais propriedades podem ser fortemente prejudicadas se usado um traço ou dosagem inadequada dos componentes. (ANTUNES, 2010).

- Especificação de projeto

Alguns detalhes importantes no momento do projeto da obra muitas vezes são esquecidos ou negligenciados, sendo que no momento da execução, se houver profissional capacitado, o mesmo pode improvisar alguma solução, a qual pode, em alguns casos, não resultar em sucesso (ANTUNES, 2010).

Os detalhes supracitados são elementos tais como vergas, contra-vergas, telas metálicas, juntas de movimentação, especificação dos materiais e dosagem das argamassas, explanação do processo executivo do revestimento, que são esquecidos, levando a patologias tais como fissuras (ANTUNES, 2010).

- Execução do revestimento

A mão-de-obra desqualificada é um fator que pode ocasionar falhas, principalmente em casos em que é exigida uma mão-de-obra mais especializada, como a aplicação de chapisco, que, se mal executada, pode prejudicar a aderência ao substrato (ANTUNES, 2010).

Um parâmetro que estabelece o grau de compactação do revestimento e os tempos de sarrafeamento e desempenho é a técnica de execução, que, estando incorreta, pode causar fissuração (LORDSLEEM JR. 1997).

Outros fatores como a intenção de agilizar a obra vinda da parte do construtor no intuito de economizar mão de obra e fazer valorizar o imóvel, ou o pagamento de mão-de-obra por m² podem prejudicar a qualidade em função da execução com velocidade acima do normal, sem tempo para a correta execução do serviço (ANTUNES, 2010).

- Fatores de agentes externos

A constante exposição das fachadas a fatores climáticos aumenta a probabilidade de deterioração do revestimento e da fachada em si. Os maiores fatores que influem na durabilidade da fachada são as variações climáticas, exposição ao calor, ventos, chuvas e umidade (ANTUNES, 2010).

Os elementos construtivos de uma obra estão submetidos à ação da temperatura, calor, que dilatam e contraem os mesmos, causando tensões provenientes das restrições de movimentação, causando fissuras (JÂCOME, MARTINS, 2005).

A umidade relativa do ar, a temperatura ambiente e a velocidade dos ventos têm muita ligação com a perda de água por evaporação. A retração e o desempenho mecânico da argamassa estão relacionados com a quantidade de água presente no material, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido (PEREIRA, 2007 apud ANTUNES, 2010).

A evaporação de água para o meio ambiente tende a gerar uma pressão negativa causando contração, o que ocasiona tensões (PEREIRA, 2007 apud ANTUNES, 2010).

- Absorção de água pela base

A perda de umidade excessiva durante o endurecimento agravada pelas condições ambientais é um fator determinante no ganho de resistência inicial. Argamassas com maior capacidade de reter água podem minimizar este efeito (MEDEIROS, SABBATINI, 1994 apud LORDSLEEM JR., 1997).

3.5.7 Mecanismos de formação de fissuras

A retração de secagem e as alterações químicas dos materiais utilizados na composição da argamassa tornam esta sujeita a ações internas. Alguns efeitos disto são o aumento da porosidade e da permeabilidade, a diminuição da resistência, o destacamento do revestimento e a fissuração (SAHEDE, 2005).

- Movimentações térmicas

Para Lordsleem Jr. (1997, p. 35): “As fissuras de origem térmica têm origem nas movimentações diferenciais entre componentes de um elemento, entre elementos de um sistema e entre regiões distintas de um mesmo material. ”

Alguns fatores que influenciam diretamente na taxa de variação da temperatura são a intensidade da radiação solar, a temperatura superficial do revestimento (superior à temperatura do ar ambiente), a capacidade de irradiação das ondas de calor, a rugosidade da superfície, a velocidade do ar, as condições de exposição, a orientação da fachada em relação à rosa dos ventos, o calor específico, a massa específica e outras propriedades da argamassa (THOMAZ, 1989 apud SAHEDE, 2005).

Para Foundations (1979 apud LORDSLEEM JR., 1997):

“As principais movimentações diferenciais ocorrem em função da: junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, sujeitos às mesmas variações de temperatura; exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas naturais e gradiente de temperatura ao longo de uma mesma parte da edificação.”

A configuração das fissuras de origem térmica tem formato regularmente distribuído, semelhante ao de fissuras formadas por retração. A abertura destas fissuras é bem reduzida (JOSIEL, 1981 apud SAHEDE, 2005).

A Figura 12 ilustra a configuração típica da fissuração por movimentação térmica.

Figura 12 - Fissuração típica na argamassa por movimentação térmica



Fonte: Sahede (2005, p. 18).

- Movimentações higroscópicas

A chuva faz com que a argamassa se expanda por saturação, sendo que após a chuva ocorre contração da mesma. Tensões são geradas sempre que ocorre movimentação da argamassa em relação ao substrato. Tais tensões geram danos, como a perda de aderência, que causa microfissuras que destacam a argamassa de seu substrato (SAHEDE, 2005).

A qualidade e a dosagem do cimento e de seus agregados, bem como as condições de cura interferem nas movimentações higroscópicas. O fato da argamassa de revestimento ter sua impermeabilização deficiente associado às movimentações térmicas implica no surgimento de fissuras, as quais permitem penetração de água, o que, por sua vez, gera expansão e retração, criando mais fissuras no revestimento (SAHEDE, 2005).

A Figura 13 foi nomeada pelo autor e representa uma fissura por movimentações higroscópicas.

Figura 13 – O fluxo de água interceptado no peitoril escorre lateralmente



Fonte: Thomaz (1989 apud Sahede, 2005).

- Retração das argamassas

A retração é a variação dimensional que ocorre após a aplicação dos revestimentos de argamassas em fachadas em grandes superfícies sujeitas ao intemperismo.

Estas variações podem prejudicar o desempenho do revestimento (SAHEDE, 2005).

O endurecimento da argamassa é acompanhado por uma diminuição do volume devido à perda de água ou às reações de hidratação. Mas mesmo após quatro meses, notamos variações dimensionais, fenômeno este que é denominado retração (FIORITO, 2009).

3.6 TÉCNICAS E TRATAMENTOS PARA RECUPERAÇÃO DO REVESTIMENTO FISSURADO

Antes que se adote qualquer medida visando à recuperação da fissura, é importante que se conheça a causa ou as causas que a originaram para que se tenha um funcionamento adequado dos sistemas de recuperação, o qual está subordinado ao prévio tratamento destas (LORDSLEEM JR., 1997).

O subitem 3.6.1 traz uma relação de tratamentos para microfissuras superficiais e para fissuras mais profundas, enquanto o subitem 3.6.2 correlaciona uma lista de tratamentos de fissuras de acordo com seu aspecto e suas causas. Já o subitem 3.6.3 reproduz um tratamento para recuperação de uma fissura com selante acrílico.

3.6.1 Tratamento microfissuras superficiais e fissuras mais profundas

Agumas soluções para microfissuras e fissuras mais profundas são descritas nos itens abaixo:

- a) Para microfissuras superficiais, é indicado o tratamento com impermeabilizante acrílico flexível, sendo aplicadas de 2 a 3 demãos, na forma de pintura. O impermeabilizante acompanha a movimentação das microfissuras, além de evitar a infiltração de água (VEDACIT, [s.d.]).

- b) Para fissuras mais profundas, é indicado o tratamento com acrílico (mastique), e posterior aplicação de tela à base de fibras de vidro de monofilamento contínuo, seguida de aplicação de pintura flexível (VEDACIT, [s.d.]).

3.6.2 Tratamento de fissuras de acordo com seu aspecto e causas

- a) Fissuras horizontais apresentando-se ao longo de toda a parede, com aberturas variáveis, podendo ser devidas à expansão da argamassa de assentamento por hidratação retardada do óxido de magnésio da cal (CINOCOTTO, 1986 apud QUEIROZ, 2007).

Tratamento: Renovação do revestimento após hidratação completa da cal da argamassa de assentamento (CINOCOTTO, 1986 apud QUEIROZ, 2007).

- b) Fissuras horizontais apresentando descolamento do revestimento em placas, com som cavo sob percussão, podendo ser devidas à expansão da argamassa de assentamento por reação cimento-sulfatos, ou devida a presença de argilo-minerais expansivos no agregado.

Tratamento: A solução a adotar é função da intensidade da reação expansiva (CINOCOTTO, 1986 apud QUEIROZ, 2007).

- c) Fissuras mapeadas distribuindo-se por toda a superfície do revestimento em monocamada, podendo ser devidas a excesso de finos no agregado, cimento como único aglomerante ou de água de amassamento.

Tratamento: Reparo das fissuras e renovação da pintura. (CINOCOTTO, 1986 apud QUEIROZ, 2007).

- d) Fissuras geométricas acompanhando o contorno do componente de alvenaria, podendo ser devidas a uma reparação de argamassa de assentamento por excesso de cimento ou finos no agregado, ou por movimentação higrotérmica do componente.

Tratamento: Reparo da fissura e renovação da pintura. (CINOCOTTO, 1986 apud QUEIROZ, 2007).

3.6.3 Exemplo de tratamento com selante acrílico

Este subitem ilustra a aplicação de selante acrílico passo a passo (técnica de injeção de selante em fissuras)

Materiais:

- ✓ Fundo preparador de paredes;
- ✓ Selante acrílico;
- ✓ Impermeabilizante de lajes;
- ✓ Tela de poliéster (SAHEDE, 2005).

- Preparação da superfície:

Abrir a fissura em um perfil em forma de "V", por meio de disco de corte, para apresentar aproximadamente 1,0 cm de profundidade e 1,0 cm de largura;

Remover o acabamento da parede em uma faixa de cerca de 20 cm em torno da fissura, contados 10 cm para cada lado, até atingir o reboco, para remover todo o sistema de pintura existente;

Com um pincel 2", eliminar todo o pó da fissura aberta, bem como das faixas laterais. Neste momento, se necessário (caso o substrato não estiver coeso), é

aplicado um fundo preparador de paredes. O produto é aplicado com trincha na fissura e nas faixas laterais (SAHEDE, 2005).

- Tratamento da fissura:

Preencher a fissura com duas demãos de selante acrílico por meio de aplicador. Utilizar uma espátula nessa aplicação, para que o material fique bem compactado no interior da fissura;

A Figura 14 ilustra o momento da aplicação do selante.

Figura 14 – Aplicação de selante base acrílico em 1ª demão



Fonte: Sahede (2005, p. 62).

Após o período de 48 h, necessário para a secagem entre demãos, e o período de 24 h, necessário para a secagem da última demão de selante acrílico, aplicar uma demão de impermeabilizante acrílico, diluído com 10% de água, sobre a fissura e as faixas laterais.

A Figura 15 ilustra o momento da aplicação do impermeabilizante

Figura 15 – Aplicação de 1ª demão de impermeabilizante acrílico



Fonte: Sahede (2005, p. 63).

Após aguardar seis horas para a secagem, uma segunda demão de impermeabilizante acrílico deve ser aplicada, da mesma forma que no item anterior, fixando-se, nessa etapa, uma tela de poliéster, de 20 cm de largura, sobre toda a faixa da fissura, tendo como orientação o eixo da trinca (SAHEDE, 2005).

- Acabamento final:

Após um período de mais seis horas para secagem completa, um novo nivelamento deve ser executado, sobre as partes anteriormente rebaixadas, com massa acrílica, aplicada em camadas finas e sucessivas, não ultrapassando espessura final de 3 mm.

Aplicar duas demãos de tinta látex acrílica, com diluição de 30% a 40% de água na primeira demão, e de 10% a 20% na segunda, usando-se um rolo de lã para aplicação. É necessário observar um intervalo de quatro horas entre as demãos (SAHEDE, 2005).

4. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido em três etapas. A primeira etapa consistiu em pesquisar ou levantar, na cidade de Formosa-GO, edifícios que apresentassem as manifestações patológicas que são objeto deste trabalho. Optou-se por utilizar quatro edifícios, sendo um deles localizado no Centro da cidade, dois no Bairro Formosinha e um no Setor Bosque.

Os critérios de avaliação utilizados para a escolha dos edifícios foram: situar-se na cidade de Formosa-GO; possuir ao menos uma fachada com fissuração evidente; e possuir ao menos três fachadas com acabamento externo em revestimento argamassado com pintura lisa (sem pastilhas ou revestimento cerâmico).

A inspeção dos edifícios foi de cunho visual e apenas externo. Desta forma, não foram coletados projetos, documentos ou outros referentes aos edifícios. Logo, não foram coletadas informações quanto ao número de apartamentos ou sistemas construtivos utilizados nas edificações bem como a idade dos edifícios.

Após a determinação dos edifícios, iniciou-se uma coleta de fotos de modo que todos os detalhes fossem capturados com o requerido grau de clareza de detalhes fotográficos. Feito isto, com o auxílio da bússola, foi indicada a posição de cada um dos edifícios em relação ao norte.

A segunda etapa consistiu em uma pesquisa bibliográfica: coleta de informações em livros, artigos e dissertações, no intuito de formar uma revisão bibliográfica consistente acerca do tema, a qual se encontra no item 3 deste trabalho.

A terceira etapa consistiu-se em um tratamento dos dados obtidos na pesquisa, com projeção das fachadas dos edifícios e desenho de plantas de situação no AutoCAD,

e, com base nas fotografias e detalhes e em comparações com a bibliografia, formulou-se hipóteses de qual o diagnóstico mais provável para cada caso. Em alguns casos são sugeridas as medidas corretivas cabíveis de acordo com a literatura.

É importante salientar que, uma vez que a análise é apenas visual e comparativa e não foram realizados ensaios para determinar as causas das patologias, as proposições deste trabalho são de cunho apenas sugestivo, ou seja, têm-se as prováveis causas e alguns reparos sugeridos para as mesmas.

5. COLETA E TRATAMENTO DE DADOS: ESTUDO DE CASO

Este item consiste na apresentação de cada edifício com representação fotográfica de cada fachada analisada, além de determinação do tipo de revestimento, cor da pintura, tipo de janelas e portas, quantidade de pavimentos e tipo de uso de cada edifício.

Com o uso de uma bússola no local foi determinada a orientação das fachadas, a qual foi representada com o auxílio do AutoCAD, juntamente com a projeção do terreno ou edifício que impossibilitou o registro fotográfico de uma das fachadas.

Os subitens 5.1 a 5.4 caracterizam os edifícios A, B, C e D, respectivamente.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO A

Neste subitem são descritas as características do edifício A, além de mostrada uma planta de situação do mesmo.

O edifício A é constituído por térreo mais três pavimentos, compostos por apartamentos, sendo que o térreo é de uso comercial. O mesmo possui paredes com revestimento de argamassa, sendo o acabamento em pintura de tonalidade azul na fachada posterior.

Sua fachada lateral direita possui sacadas e janelas em esquadrias, sendo revestido com duas tonalidades de tinta: azul e branca. A fachada frontal do edifício possui sacadas, portas e janelas com esquadrias e revestimento em pastilhas. A fachada frontal foi desconsiderada na análise por ser revestida com cerâmica.

As figuras a seguir ilustram o edifício A, sendo que a figura 16 corresponde às fachadas frontal e lateral direita do edifício A. A figura 17 corresponde à fachada posterior.

Figura 16 - Fachada frontal do edifício A e fachada lateral direita do edifício A



Fonte: Autor, 2013

Figura 17 - Fachada posterior do edifício A

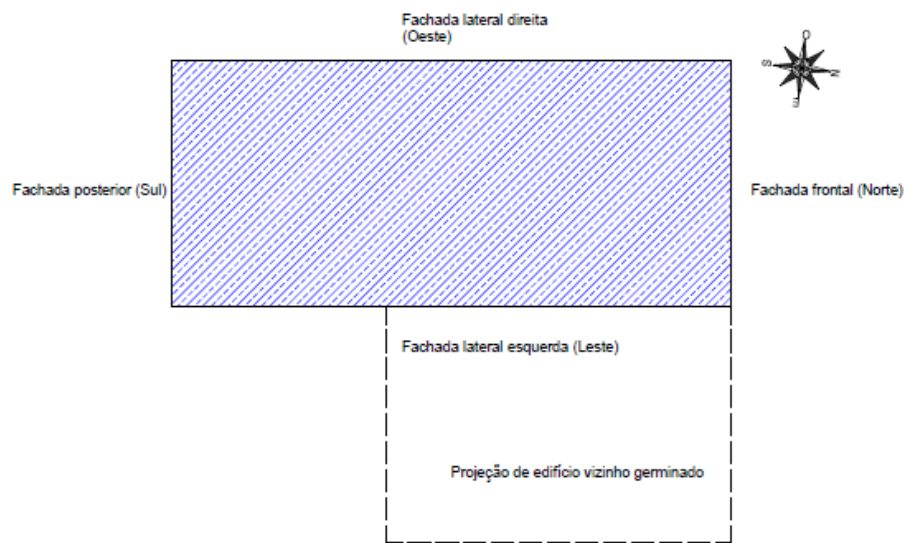


Fonte: Autor, 2013

A fachada lateral esquerda do edifício não foi registrada em fotografia devido a outro edifício que foi construído encostado no mesmo, impossibilitando um ângulo apropriado para a captura da fotografia.

A figura 18 representa uma planta de situação do edifício A e sua orientação em relação ao sol, além da projeção do edifício na lateral.

Figura 18 – Representação da orientação das fachadas do edifício A



Fonte: Autor, 2014

5.2 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO B

Neste subitem são descritas as características do edifício B, além de mostrada uma planta de situação do mesmo.

O edifício B é constituído por térreo e mais dois pavimentos compostos por apartamentos. O térreo é utilizado para loja (açougue). O prédio possui paredes com revestimento de argamassa, sendo revestido com tinta de tonalidade branca em todas as fachadas, com exceção da fachada frontal no pavimento térreo, que é revestida em bege com amarelo. O revestimento do edifício possui uma faixa de tinta bege ao redor do pavimento térreo. A fachada lateral direita é constituída de

paredes planas com janelas em esquadrias e a fachada frontal possui janelas em esquadrias, além de portas de ferro. A fachada lateral esquerda possui sacadas e suas portas e janelas são em esquadrias.

As figuras a seguir ilustram o edifício B, sendo que a figura 19 corresponde às fachadas frontal e lateral esquerda e a figura 20 corresponde à fachada lateral direita do edifício.

Figura 19 – Fachada frontal do ed .B e fachada lateral esquerda do edifício B



Fonte: Autor, 2013

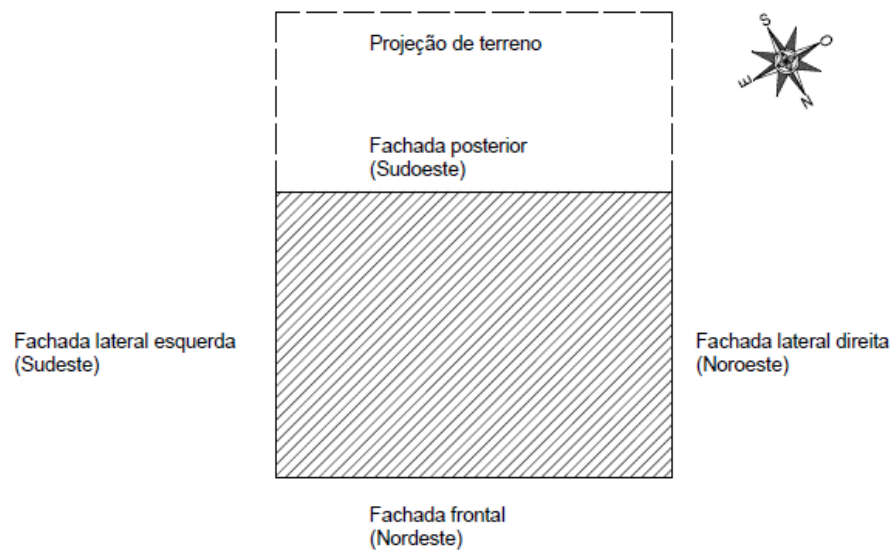
Figura 20 – Fachada lateral direita do edifício B



Fonte: Autor, 2013

A fachada posterior do edifício não foi registrada em fotografia devido a um terreno que fica encostado no mesmo, impossibilitando um ângulo apropriado para a captura da fotografia. A figura 21 representa uma planta de situação do edifício B e sua orientação em relação ao sol, bem como a projeção do terreno na lateral.

Figura 21 – Representação da orientação das fachadas do edifício B



Fonte: Autor, 2014

5.3 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO C

Neste subitem são descritas as características do edifício C, além de mostrada uma planta de situação do mesmo.

O edifício C é constituído por térreo e mais três pavimentos compostos por apartamentos, sendo o térreo utilizado para lojas (materiais de construção e padaria) e para garagens. O mesmo possui paredes com revestimento de argamassa, sendo revestido com tinta de tonalidade amarelada escura em todas as fachadas.

A fachada lateral direita e a fachada posterior são constituídas de paredes planas com janelas. A fachada frontal possui sacadas e suas portas e janelas são em

esquadrias. A fachada lateral esquerda do edifício não foi registrada em fotografia devido a um edifício que fica encostado no mesmo, impossibilitando um ângulo apropriado para a captura da fotografia.

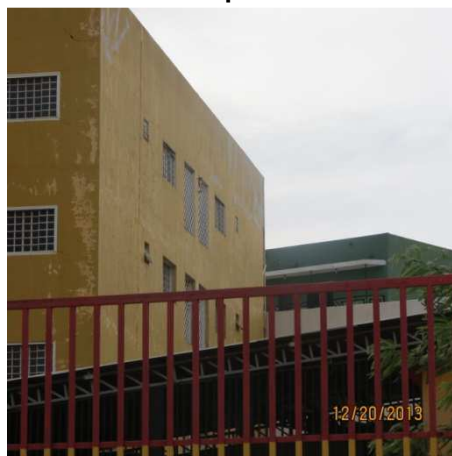
As figuras a seguir ilustram o edifício C, sendo que a figura 22 corresponde às fachadas frontal e lateral direita e a figura 23 corresponde à fachada posterior do edifício.

Figura 22– Fachada frontal do edifício C e fachada lateral direita do edifício C



Fonte: Autor, 2013

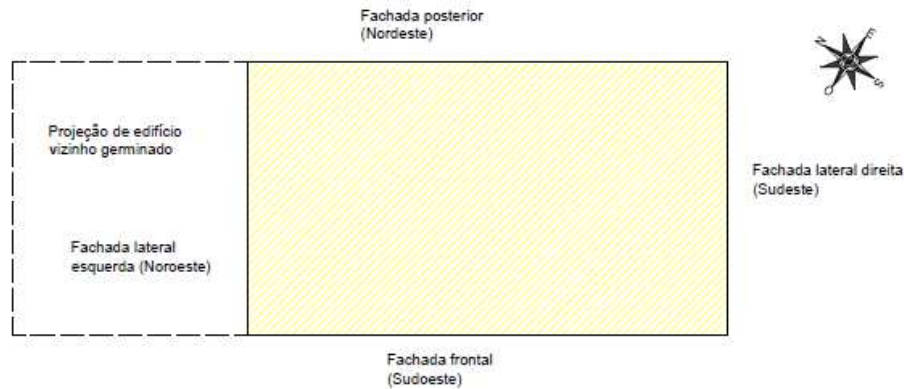
Figura 23 – Fachada posterior do edifício C



Fonte: Autor, 2013

A figura 24 representa uma planta de situação do edifício C e sua orientação em relação ao sol, bem como a projeção do edifício na lateral.

Figura 24 – Representação da orientação das fachadas do edifício C



Fonte: Autor, 2014

5.4 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO D

Neste subitem são descritas as características do edifício D, além de mostrada uma planta de situação do mesmo.

O edifício D é constituído por térreo e mais três pavimentos compostos por apartamentos, sendo o térreo utilizado para loja (oficina) e garagem. O mesmo possui paredes com revestimento de argamassa, sendo revestido com tinta de tonalidade rosa em todas as fachadas. A fachada lateral direita e a fachada lateral esquerda são constituídas de paredes planas com janelas em esquadrias. A fachada frontal possui sacadas e suas portas e janelas são em esquadrias. Além disto, a fachada frontal possui portas de ferro no térreo.

A fachada posterior do edifício não foi registrada em fotografia devido a um terreno fica encostado no mesmo, impossibilitando um ângulo apropriado para a captura.

As figuras a seguir ilustram o edifício D, sendo que a figura 25 às fachadas frontal e lateral direita e a figura 26 corresponde à fachada lateral esquerda do edifício.

Figura 25 – Fachada frontal do edifício D e fachada lateral direita do edifício D



Fonte: Autor, 2013

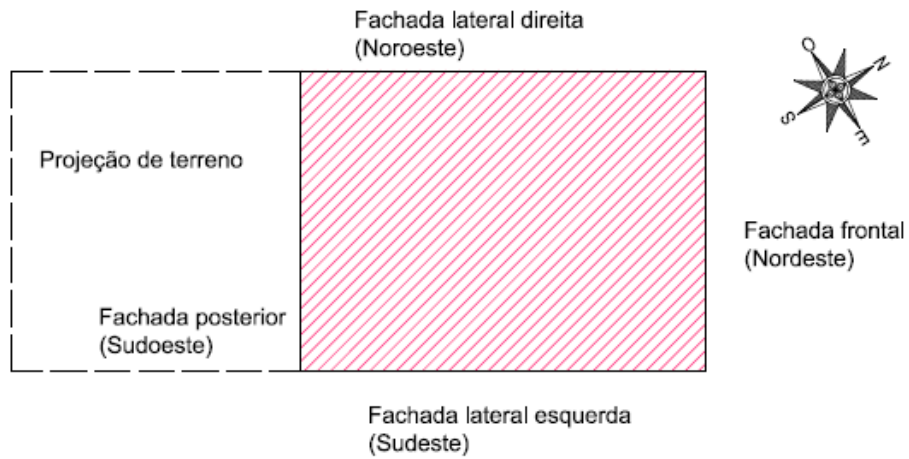
Figura 26 – Fachada lateral esquerda do edifício D



Fonte: Autor, 2013

A figura 27 representa uma planta de situação do edifício D e sua orientação em relação ao sol, bem como a projeção do terreno na lateral.

Figura 27 – Representação das fachadas do edifício D



Fonte: Autor, 2014

6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1 PROVÁVEIS CAUSAS E MEDIDAS CORRETIVAS PROPOSTAS

As manifestações patológicas consideradas neste estudo correspondem às fissuras presentes nos edifícios. Para cada tipo de fissura, em cada edificação, foi proposta uma possível solução. As fissuras recorrentes em diferentes fachadas ou panos foram consideradas uma única vez.

As manifestações patológicas foram divididas em cinco tipos. Abaixo são mostradas as possíveis causas e as sugestões para as respectivas medidas corretivas, sendo que os subitens 6.1.1 ao 6.1.5 correspondem às manifestações patológicas dos tipos 1 ao 5, respectivamente.

6.1.1 Manifestação patológica do tipo 1

Trata-se de fissura horizontal, sendo que a causa provável é a expansão da argamassa de assentamento devido a uma hidratação retardada do hidróxido de magnésio da cal, devido à presença de argilo-minerais expansivos no agregado.

- *Proposição de medida corretiva para a manifestação patológica tipo 1:*

Neste caso, como pode haver presença de argilo-minerais no agregado, a solução mais adequada seria a renovação do revestimento.

6.1.2 Manifestação patológica do tipo 2

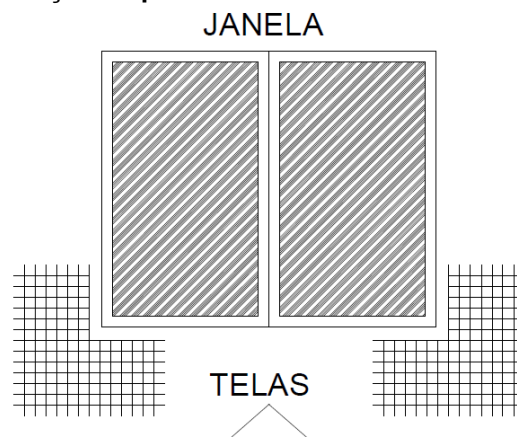
Trata-se de fissuração proveniente de concentração de tensões nos cantos das aberturas das janelas, as quais podem ter sido causadas por ausência de vergas ou contra-vergas nas mesmas ou até mesmo o uso de contra-vergas curtas demais.

Este erro pode ter ocorrido no projeto, sendo um detalhe construtivo negligenciado, ou até mesmo no momento da execução do edifício.

- *Proposição de medida corretiva para a manifestação patológica tipo 2:*

Neste caso a medida mais correta seria a troca ou instalação de contra-vergas, porém este processo tem alto custo e é um procedimento que exige quebra de alvenaria. Uma solução a ser adotada como segunda opção seria a utilização de telas, conforme ilustração abaixo (figura 28), onde deve ser colocada a tela após a retirada do revestimento (na alvenaria) e depois deve ser refeito o revestimento e também refeita a pintura.

Figura 28 - Ilustração esquemática de tela metálica em canto de janela



Fonte: Autor, 2014

6.1.3 Manifestação patológica do tipo 3

O diagnóstico para esta manifestação patológica é a retração da argamassa, causando fissuras.

Estas fissuras podem ter sido originadas por uma das três causas que serão expostas a seguir ou pela combinação entre elas. A primeira causa possível pode ter sido a dosagem incorreta do traço da argamassa ou excesso de finos. A segunda

causa possível pode estar na movimentação térmica devido a variações bruscas de temperatura (incidência do sol, dos ventos e da chuva). E a terceira causa pode estar na expansão do revestimento por absorção da água da chuva e de infiltrações, seguida por retrações, gerando tensões que podem causar fissuração.

A aparência desta fissura se mostra diferente em alguns casos, porém é impossível definir a causa de cada caso com precisão por não terem sido realizados ensaios.

- *Proposição de medida corretiva para a manifestação patológica tipo 3:*

Neste caso, recomenda-se que a fissura seja aberta com sulcos em V, limpa e selada com selante flexível, devido à abertura das fissuras ser reduzida. Após a cura do reparo, pode-se executar a pintura acrílica.

6.1.4 Manifestação patológica do tipo 4

Trata-se de fissura que pode ter como causa os esforços devido à dilatação e contração gerados na interface da estrutura com a alvenaria, com o revestimento ou com o contra piso. Como os elementos são constituídos de materiais diferentes e possuem propriedades distintas, eles podem se movimentar em proporções diferentes, o que pode gerar fissuras no revestimento no ponto de encontro dos mesmos. Isto pode ocorrer devido a erro de projeto ou de execução.

Este tipo de fissura pode ter como diagnóstico a diferença de resistência à tração apresentada pela estrutura de concreto armado e a alvenaria ou revestimento e, principalmente devido à interação laje/alvenaria e, em outros casos, viga/alvenaria/revestimento.

- *Proposição de medida corretiva para a manifestação patológica tipo 4:*

Como seria muito difícil combater os movimentos da laje ou da viga, o tratamento proposto seria a utilização de tela de estuque para absorver e dissipar os esforços diferenciais.

6.1.5 Manifestação patológica do tipo 5

Trata-se de fissuração provavelmente causada pelo esforço de compressão sobre a alvenaria, sentido também pela baldrame que se deformou. A combinação dos dois fenômenos pode ter provocado as fissuras horizontais bem próximas ao apoio inferior, bem como as verticais com tendência a inclinação de 45°, o que foge ao escopo deste trabalho.

- *Proposta de medida corretiva para a manifestação patológica tipo 5:*

A solução mais adequada para esta situação seria acompanhar as fissuras para verificar se elas são ativas ou passivas. No caso de serem passivas, a argamassa da região fissurada deve ser removida, fazendo-se o reparo com utilização de tela de estuque e renovando-se o revestimento.

6.2 MAPEAMENTO E DETALHAMENTO DAS PATOLOGIAS NOS EDIFÍCIOS

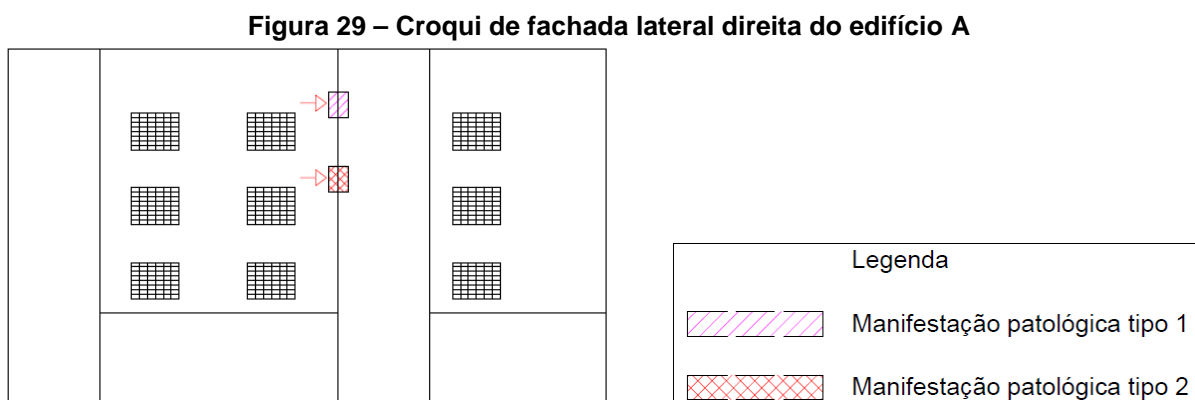
Este item consiste em um mapeamento de cada edifício com o auxílio de croquis de todas as fachadas elaborados no AutoCAD, além da ilustração dos detalhes de cada manifestação patológica encontrada em cada fachada. É importante ressaltar que não houve ensaios no local. Assim, todas as medidas propostas para reparo das manifestações patológicas foram baseadas em comparações com a bibliografia.

Os subitens 6.2.1 a 6.2.4 apresentam a análise das fissuras de cada edifício, do A ao D, sendo que, a priori, estas foram tratadas como manifestações patológicas, que correspondem ao item 6.1, sendo representadas em croquis desenvolvidos no AutoCAD, cujas legendas se encontram ao lado de cada croqui. As fotos de cada detalhe estão apresentadas de acordo com sua fachada e com o tipo da manifestação patológica.

6.2.1 Mapeamento do edifício A

No edifício A, a fachada frontal foi desconsiderada por ser revestida em cerâmica, o que foge ao foco do estudo. A fachada lateral esquerda está justificada no estudo de caso. As demais fachadas seguem analisadas abaixo.

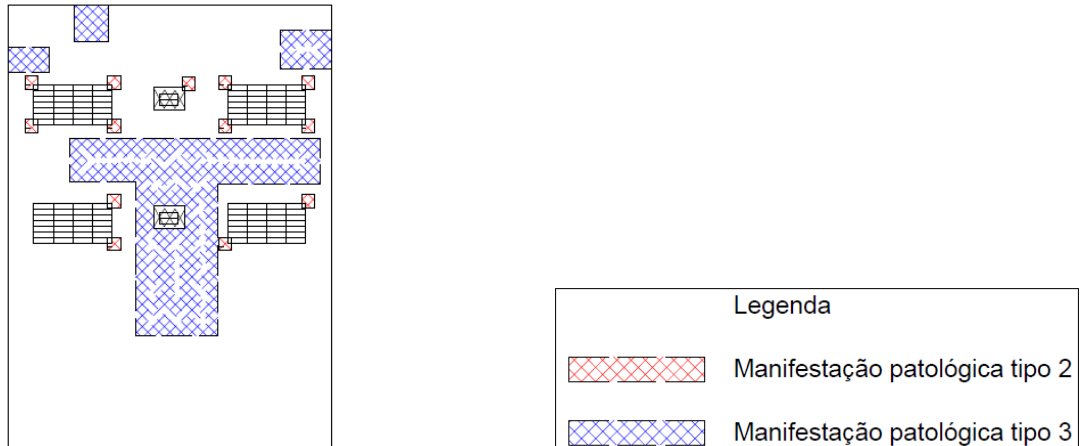
A figura 29 representa em croqui a fachada lateral direita do edifício A. Nesta fachada, foram encontradas fissuras somente em duas áreas. Estas áreas encontram-se representadas por setas de cor vermelha por estarem perpendiculares ao plano do croqui, ou seja, estão acima de duas janelas que se encontram no recuo do edifício.



Fonte: Autor, 2014

A figura 30 apresenta um croqui da fachada posterior do edifício. As figuras 31 a 35 mostram detalhes das manifestações patológicas 1 a 3 no edifício A.

Figura 30 – Croqui de fachada posterior do edifício A



Fonte: Autor, 2014

Figura 31 – Detalhe de manifestação patológica tipo 1 no edifício A



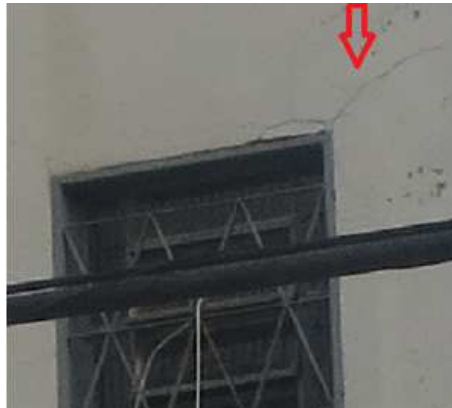
Fonte: Autor, 2013

Figura 32 - Detalhes de manifestação patológica tipo 2 no edifício A



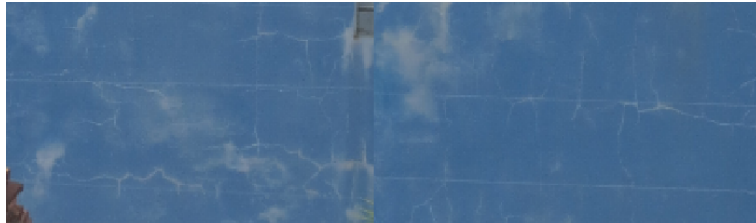
Fonte: Autor, 2013

Figura 33 – Detalhe de manifestação patológica tipo 2 no edifício A



Fonte: Autor, 2013

Figura 34 – Detalhes de manifestação patológica tipo 3 no edifício A



Fonte: Autor, 2013

Figura 35 – Detalhes de manifestação patológica tipo 3 no edifício A

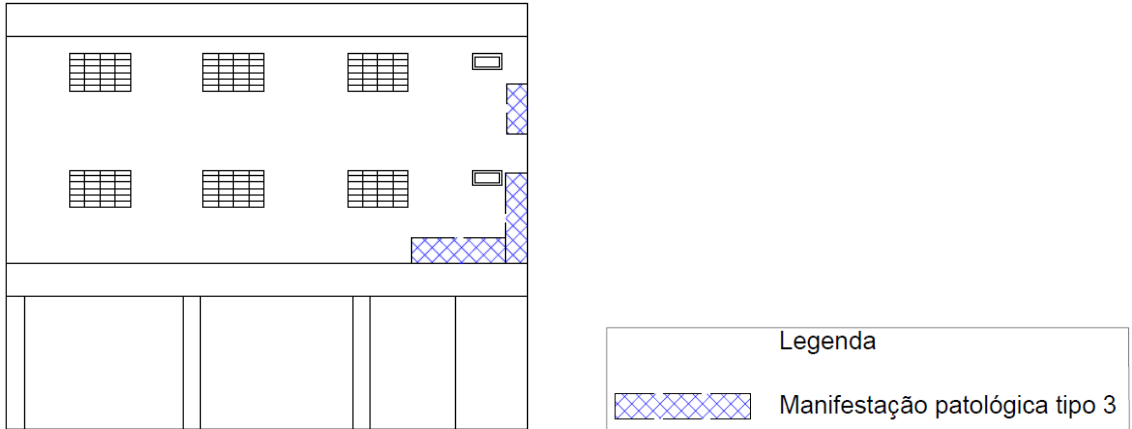


Fonte: Autor, 2013

6.2.2 Mapeamento do edifício B

As figuras 36, 37 e 38 apresentam croquis das fachadas frontal, lateral direita e lateral esquerda do edifício B. As figuras 39 a 45 mostram detalhes das manifestações patológicas tipo 2, 3, 4 e 5 no edifício B.

Figura 36 - Croqui de fachada frontal do edifício B



Fonte: Autor, 2014

Figura 37 – Croqui de fachada lateral direita do edifício B



Fonte: Autor, 2014

Figura 38 – Croqui de fachada lateral esquerda do edifício B



Fonte: Autor, 2014

Figura 39 – Detalhe de manifestação patológica tipo 2 no edifício B



Fonte: Autor, 2013

Figura 40– Detalhes de manifestação patológica tipo 3 no edifício B



Fonte: Autor, 2013

Figura 41 – Detalhe de manifestação patológica tipo 3 no edifício B



Fonte: Autor, 2013

Figura 42 – Detalhe de manifestação patológica tipo 4 no edifício B



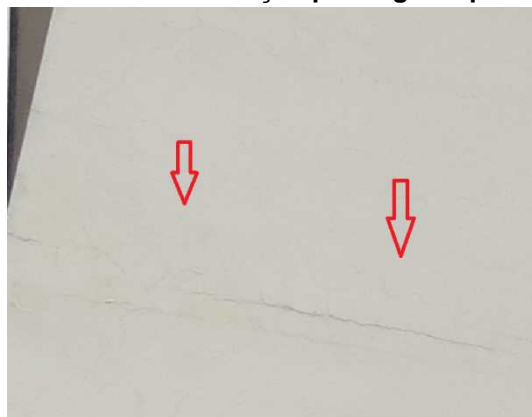
Fonte: Autor, 2013

Figura 43 – Detalhe de manifestação patológica tipo 4 no edifício B



Fonte: Autor, 2013

Figura 44– Detalhe de manifestação patológica tipo 4 no edifício B



Fonte: Autor, 2013

Figura 45– Detalhe de manifestação patológica tipo 5 no edifício B



Fonte: Autor, 2013

No edifício B a fachada posterior foi desconsiderada conforme justificativa constante no estudo de caso.

6.2.3 Mapeamento do edifício C

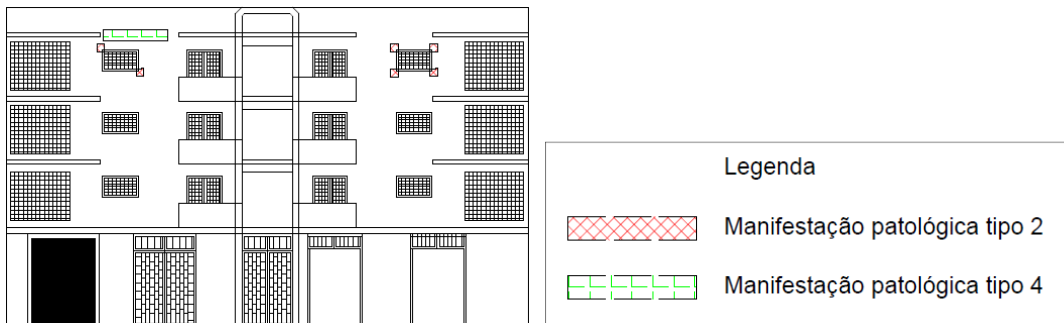
No edifício C a fachada lateral esquerda foi desconsiderada conforme justificativa constante no estudo de caso. As demais fachadas seguem analisadas abaixo.

Ao analisar o edifício C podemos observar um detalhe interessante. As fissuras de movimentação térmica não aparecem na sua fachada frontal, porém aparecem nas outras fachadas. Em uma análise mais minuciosa, pode-se perceber pela tonalidade diferente de tintas que a mesma já foi pintada.

As outras fissuras, tais como fissuras de encontro viga-alvenaria e fissuras em cantos de janelas aparecem no edifício mesmo após a renovação da pintura. Isto quer dizer que as medidas tomadas na reforma não alcançaram sucesso total. Para que estas outras fissuras não ressurgissem, deveriam ter sido observadas as medidas apresentadas nas proposições de medidas corretivas deste trabalho.

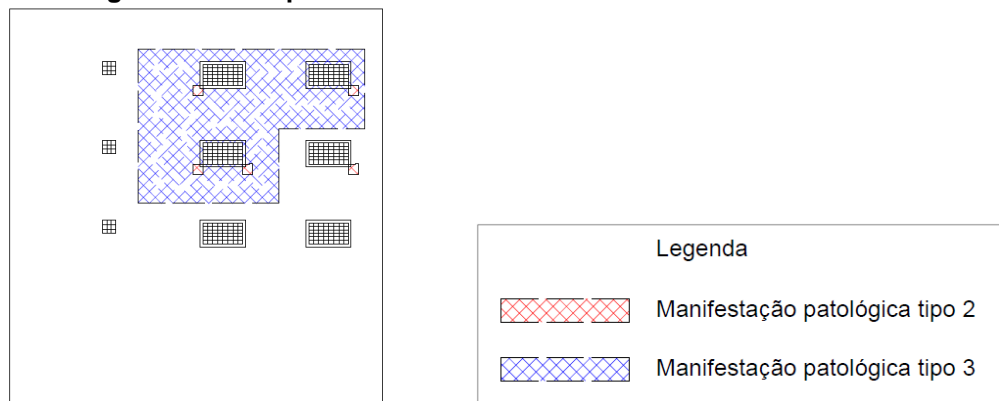
As figuras 46 a 48 são croquis das fachadas frontal, lateral direita e posterior do edifício C. As figuras 49 a 52 mostram os detalhes das manifestações 2, 3 e 4.

Figura 46 – Croqui de fachada frontal do edifício C



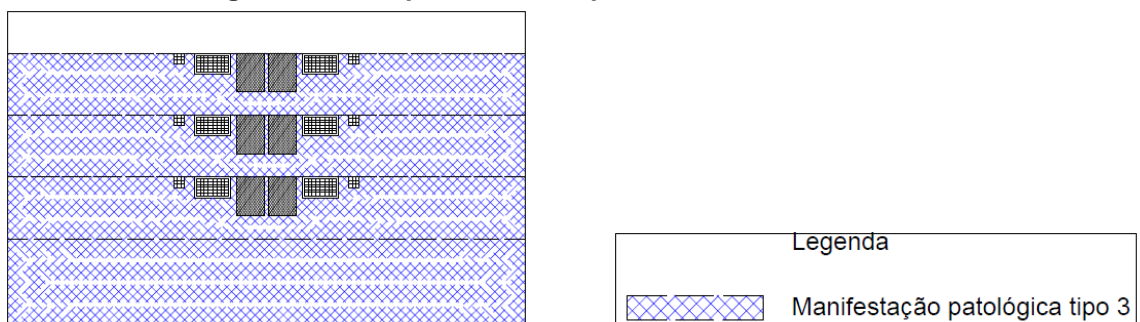
Fonte: Autor, 2014

Figura 47 – Croqui de fachada lateral direita do edifício C



Fonte: Autor, 2014

Figura 48 – Croqui de fachada posterior do edifício C



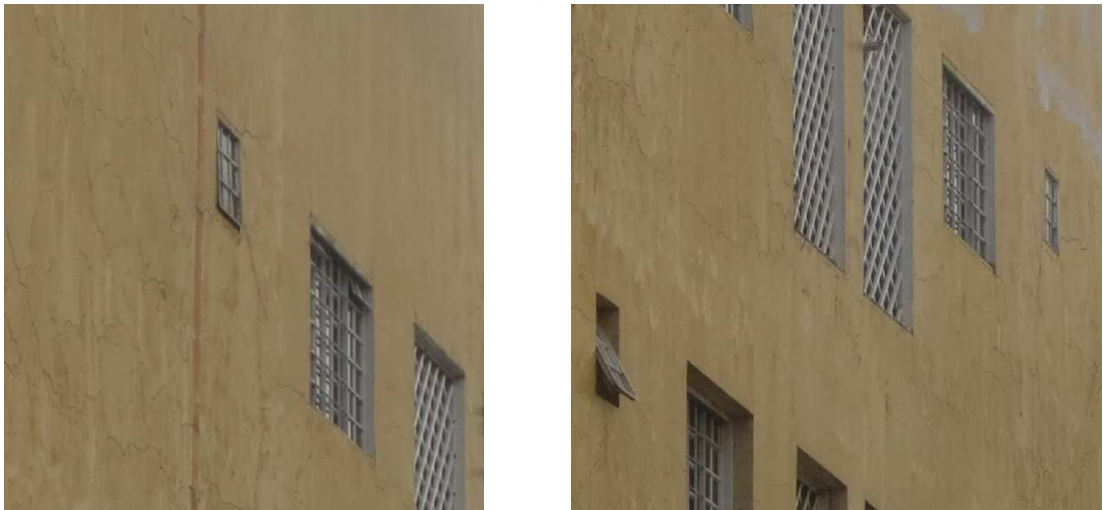
Fonte: Autor, 2014

Figura 49 – Detalhes de manifestação patológica tipo 2 no edifício C



Fonte: Autor, 2013

Figura 50 – Detalhes de manifestação patológica 2 e 3 no edifício C



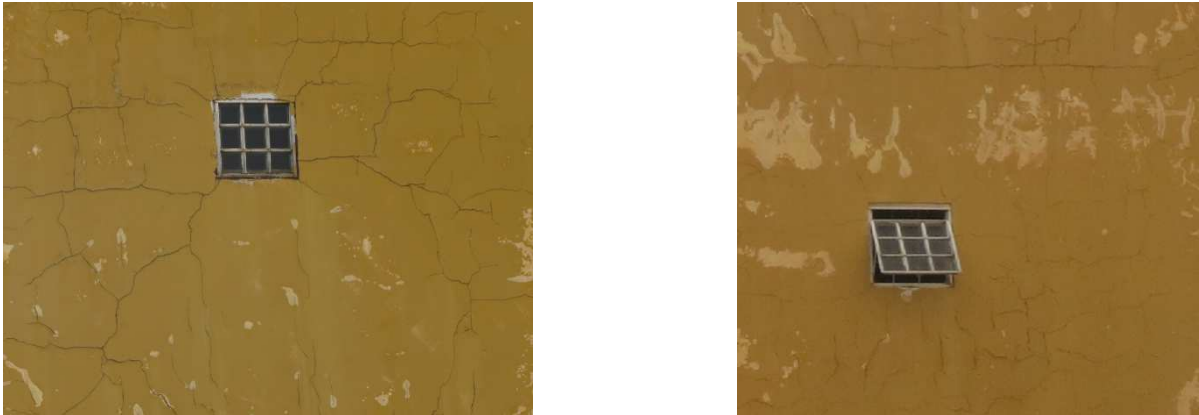
Fonte: Autor, 2013

Figura 51 – Detalhe de manifestação patológica tipo 4 no edifício C



Fonte: Autor, 2013

Figura 52 – Detalhes de manifestação patológica tipo 2, 3 e 4 no edifício C

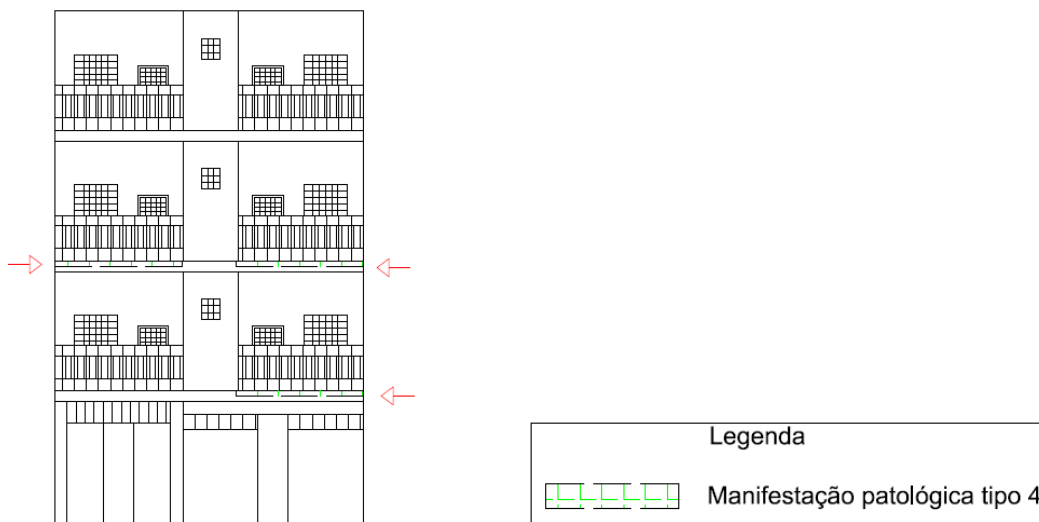


Fonte: Autor, 2013

6.2.4 Mapeamento do edifício D

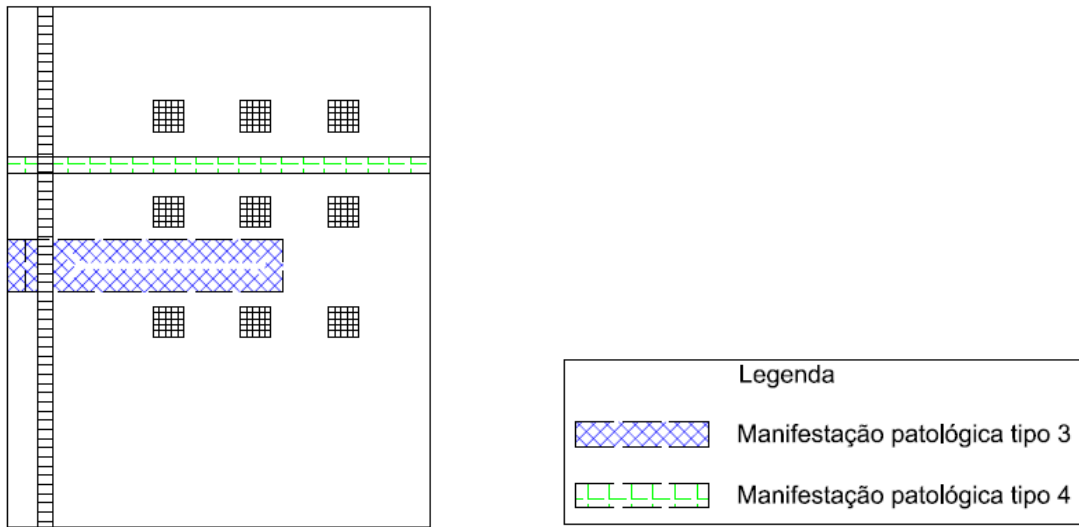
As figuras 53 a 55 são croquis das fachadas frontal, lateral direita e lateral esquerda do edifício D. No edifício D a fachada posterior foi desconsiderada conforme justificativa constante no estudo de caso. As demais fachadas seguem analisadas.

Figura 53 - Croqui de fachada frontal do edifício D



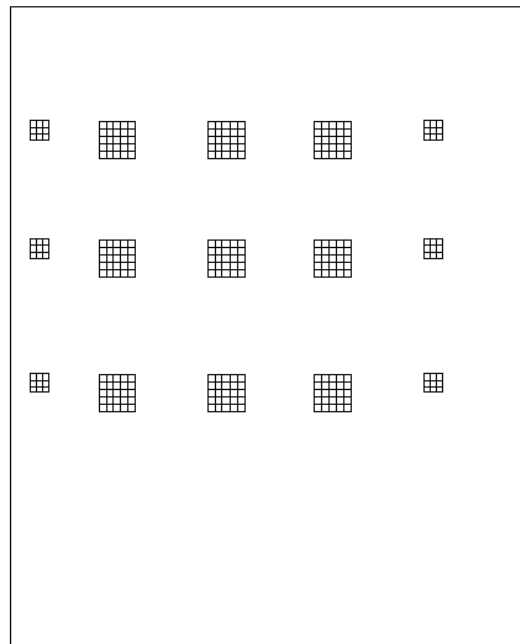
Fonte: Autor, 2014

Figura 54 - Croqui de fachada lateral direita do edifício D



Fonte: Autor, 2014

Figura 55 – Croqui de fachada lateral esquerda do edifício D



Fonte: Autor, 2014

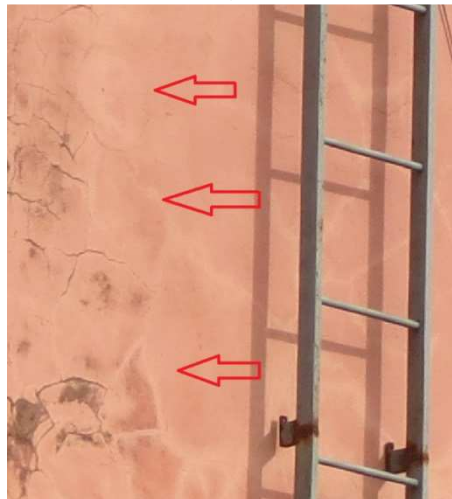
As figuras 56 a 59 mostram detalhes das manifestações tipos 3 e 4 do edifício D.

Figura 56 – Detalhe de manifestação patológica tipo 3 no edifício D



Fonte: Autor, 2013

Figura 57 – Detalhe de manifestação patológica tipo 3 no edifício D



Fonte: Autor, 2013

Figura 58 – Detalhes de manifestação patológica tipo 4 no edifício D



Fonte: Autor, 2013

Figura 59 – Detalhe de manifestação patológica tipo 4 no edifício D








Fonte: Autor, 2013

6.3 TABELAS E GRÁFICOS

A tabela 1 apresenta cada fissura de acordo com o seu tipo, indicando a causa e a correção adotadas em cada caso, do tipo 1 ao tipo 5.

Tabela 1 - Causas e correções propostas para cada tipo de fissura

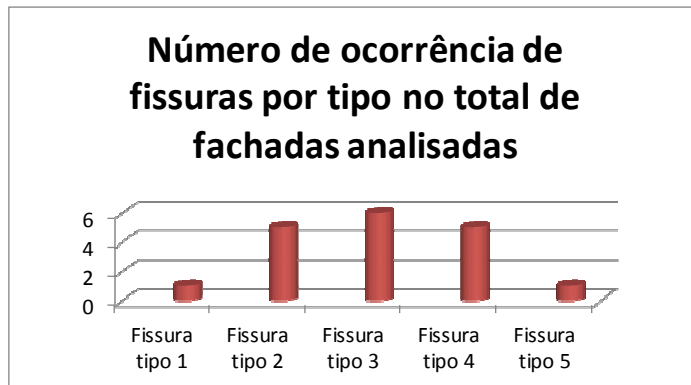
Tipo de manifestação patológica	Definição e possível causa	Medida corretiva proposta
 Fissura tipo 1, fachada Oeste do edifício A	<p>Trata-se de fissura horizontal, sendo que a causa provável é a expansão da argamassa de assentamento devido a uma hidratação retardada do hidróxido de magnésio da cal, devido à presença de argilo-minerais expansivos no agregado.</p>	<p>Neste caso, como pode haver presença de argilo-minerais no agregado, a solução mais adequada seria a renovação do revestimento.</p>
 Fissura tipo 2, fachada Sudoeste do edifício C	<p>Trata-se de fissuração proveniente de concentração de tensões nos cantos das aberturas das janelas, as quais podem ter sido causadas por ausência de vergas ou contra-vergas nas mesmas ou até mesmo o uso de contra-vergas curtas demais.</p>	<p>Neste caso a medida mais correta seria a troca ou instalação de contra-vergas, porém este processo tem alto custo e é um procedimento que exige quebra de alvenaria. Uma solução a ser adotada como segunda opção seria a utilização de telas metálicas e renovação do revestimento.</p>

 <p>Fissura tipo 3, fachada Nordeste do edifício B</p>	<p>Fissura por retração, causada por:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Dosagem incorreta dos componentes da argamassa ou excesso de finos. 2) Movimentações térmicas diferenciais. 3) Expansão por absorção de água da chuva e contração. 	<p>Neste caso, recomenda-se que a fissura seja aberta com sulcos em V, limpa e selada com selante flexível, devido à abertura das fissuras ser reduzida. Após a cura do reparo, pode-se executar a pintura acrílica.</p>
 <p>Fissura tipo 4, fachada Sudeste do edifício B</p>	<p>Trata-se de uma fissura que pode ter como causa os esforços devido à dilatação e contração gerados na interface da estrutura com o revestimento ou contrapiso. Como os dois são constituídos de materiais diferentes e possuem propriedades distintas, eles podem se movimentar em proporções diferentes, o que pode gerar fissuras no ponto de encontro dos mesmos.</p>	<p>Como seria muito difícil combater os movimentos da laje ou da viga, o tratamento proposto seria a utilização de tela de estuque para absorver e dissipar os esforços diferenciais.</p>
 <p>Fissura tipo 5, fachada Sudeste do edifício B</p>	<p>Trata-se de fissuração provavelmente causada pelo esforço de compressão sobre a alvenaria, sentido também pela baldrame que se deformou. A combinação dos dois fenômenos pode ter provocado as fissuras horizontais bem próximas ao apoio inferior, bem como as verticais com tendência à inclinação de 45°</p>	<p>A solução mais adequada para esta situação seria acompanhar as fissuras para verificar se elas são ativas ou passivas. No caso de serem passivas, a argamassa da região fissurada deve ser removida, fazendo-se o reparo com utilização de tela de estuque.</p>

Fonte: Autor, 2014

A figura 60 é um gráfico de frequência das fissuras. Cada número representa a ocorrência em uma das fachadas, independente da reincidência no mesmo pano.

Figura 60 - Número de ocorrência de fissuras por tipo no total de fachadas.



Fonte: Autor, 2014

A tabela 2 correlaciona os tipos de fissuras encontrados por fachada em cada edifício estudado

Tabela 2 - Tipos de fissuras por fachada analisada

Edifício	Fachada	Tipo de fissuras encontradas
A	Lateral direita (Oeste)	1) Fissura por expansão da argamassa de assentamento. 2) Fissura nos cantos de janelas
	Posterior (Sul)	1) Fissura por retração 2) Fissura nos cantos de janelas
B	Frontal (Nordeste)	1) Fissura por retração
	Lateral direita (Noroeste)	1) Fissura no encontro da alvenaria com a estrutura 2) Fissura nos cantos de janelas
	Lateral esquerda (Sudeste)	1) Fissura no encontro da alvenaria com a estrutura 2) Fissura por compressão da alvenaria e baldrame
C	Frontal (Sudoeste)	1) Fissura nos cantos de janelas 2) Fissura no encontro da alvenaria com a estrutura
	Lateral direita (Sudeste)	1) Fissura nos cantos de janelas 2) Fissura no encontro da alvenaria com a estrutura 3) Fissura por retração
	Posterior (Nordeste)	1) Fissura nos cantos de janelas 2) Fissura por retração
D	Fachada frontal (Nordeste)	1) Fissura no encontro da estrutura com o contra piso
	Fachada lateral direita (Noroeste)	1) Fissura por retração 2) Fissura no encontro da alvenaria com a estrutura
	Fachada lateral esquerda (Sudeste)	N.E.

Fonte: Autor, 2014

7. CONCLUSÃO

O aparecimento de fissuras em argamassas nas edificações causa alguns problemas, desde o comprometimento da estanqueidade até o incômodo dos moradores, o qual é comum devido ao fato de muitas vezes os cuidados, no momento da execução do revestimento, serem negligenciados.

Os cuidados necessários são: o uso da areia limpa e correta, o uso da argamassa correta, o respeito ao prazo de secagem das camadas do revestimento, o respeito aos limites de espessura das camadas e, por último, mas não menos importante, a correta execução da cura, cuja negligência é uma das principais causas de fissuras em argamassas.

Além disto, erros de projeto também podem levar ao surgimento de fissuras, sendo estes, por exemplo: a falta de previsão de detalhes construtivos como juntas, contra-ergas e outros. Evitar os erros acima citados pode ser uma forma de prevenir vários tipos de fissuras.

As fissuras nas edificações podem ser provenientes de vários motivos, sendo que algumas destas provêm da ação de fatores externos, tais como ventos, chuvas, incidência de raios solares, dentre outros.

Pode-se observar que alguns tipos de fissuras voltam a ocorrer caso o tratamento dado não seja adequado. Como exemplo pode ser citado o caso do edifício C, onde a fachada frontal teve sua pintura renovada e mesmo assim apresenta fissuras. Isto se deve ao fato de que tais fissuras recorrentes exigem um bom diagnóstico para combater a causa e não somente a manifestação patológica. Daí a importância do tratamento adequado para cada tipo de fissura. Dentro deste aspecto é importante salientar que, antes de iniciar qualquer tratamento, deve ser feita uma análise

minuciosa para conhecer o tipo da fissura, a sua classificação quanto à atividade e sua causa, podendo assim determinar a medida corretiva adequada para cada caso.

No exemplo do edifício C, a medida foi paliativa, pois as fissuras de topo e em cantos de janelas continuaram aparentes. As fissuras em cantos de janelas foram as que recorreram em maior número de fachadas dentre os cinco tipos de fissuras analisadas.

Pode-se concluir também que os objetivos definidos foram alcançados, uma vez que diante do levantamento fotográfico realizado e da definição da orientação das edificações em relação ao sol, foi possível identificar as fissuras, bem como suas prováveis causas. As fissuras de cada fachada foram analisadas, classificadas e representadas em croquis.

Após as possíveis causas serem definidas e divididas em tipos, as sugestões para as devidas correções foram propostas.

Para um diagnóstico mais preciso de patologias em revestimentos argamassados, têm-se alguns ensaios que podem ser realizados: a medição da profundidade das fissuras, a percussão para verificar se há som cavo, o ensaio de aderência, dentre outros.

Como sugestão para trabalhos futuros, levantar um estudo sobre chuvas incidentes ou dirigidas, apontando a fachada mais sofrível nos edifícios estudados, com a elaboração de mapeamentos e realização de ensaios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, Giselle Reis. **Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachada em Brasília**: Sistematização da incidência de casos. 178p. Dissertação (mestrado). Faculdade de Tecnologia. UnB, Brasília, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro; ABNT, 2003. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13755**: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento. Rio de Janeiro; ABNT, 1996. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro; ABNT, 1996. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação. Rio de Janeiro; ABNT, 1996. 6 p.

BAUER, E. (Ed.) **Revestimento de argamassa**: características e peculiaridades. Brasília: LEM- UnB; SINDUSCON, 2005.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, G. C. (Ed). **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. 1. ed. São Paulo: Arte Interativa, 2007. Cap. 26.

CEOTTO, L. H.; BANDUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de Argamassas**: boas práticas em projeto, execução e avaliação, Porto Alegre: ANTAC, 2005.

COMO comprar materiais e serviços para obras. São Paulo: Pini, 2010

CONSTRUÇÃO passo-a-passo. São Paulo: Pini, 2009

FIORITO, Antonio J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos**: estudos e procedimentos de execução. 2. ed. São Paulo: Pini, 2009.

GROFF, Cristine. **Revestimentos em fachadas**: análise das manifestações patológicas nos empreendimentos de construtora em Porto Alegre. 73p. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

JÂCOME, C. C.; MARTINS, J. G. **Identificação e tratamento de patologias em edifícios**. 105 p. Monografia. 1 ed. [s.l.], 2005

LORDSLEEM JR., Alberto Casado. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação**: avaliação da capacidade de deformação. 174 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

MACIEL, L. L.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**, São Paulo, 1998.

MANUAL técnico de recuperação Vedacit, [s.d.]

MEDEIROS, Heloísa. Reforço de Fachada. *Equipe de Obra*, [s.l.], n. 33, p. 12-14, jan /fev. 2011.

PEREIRA JUNIOR, Solano A. **Procedimento executivo de revestimento externo em argamassa**. 69 p. Monografia - Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

QUEIROZ, Robson. **Patologias em fachadas construídas com revestimento de argamassa**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2007.

SAHEDE, Renato F. **Avaliação de Sistemas de Recuperação de Fissuras em Alvenaria de Vedação**. 169 p. Dissertação – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2005.

SILVA, Armando F. da. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados**: Estudo de caso em edifícios de Florianópolis. 192 p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SILVA, Juliana S. G.; FORTES, Adriano S. **Fissuração nas argamassas de revestimento em fachadas**. 13p. [s.d.]

SILVA, Narciso G da. **Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia britada de rocha calcária**. 164p. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Pini, 2001.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10. ed. São Paulo: Pini, 2009.