

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Andréia Zanatta Giordani

**Levantamento e Diagnóstico das Manifestações Patológicas  
em Fachadas de Edificações localizadas no Campus da UFSC**

Florianópolis  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Giordani, Andréia Zanatta  
Levantamento e Diagnóstico das Manifestações Patológicas  
em Fachadas de Edificações localizadas no Campus da  
UFSC / Andréia Zanatta Giordani ; orientador, Ivo José  
Padaratz - Florianópolis, SC, 2016.  
100 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.  
Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. I. Padaratz, Ivo José. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Engenharia Civil. III. Título.

Andréia Zanatta Giordani

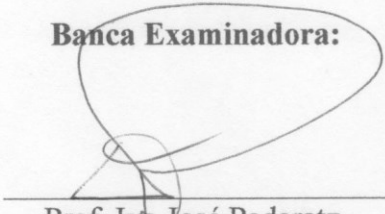
**Levantamento e Diagnóstico das Manifestações Patológicas em Fachadas  
de Edificações localizadas no Campus da UFSC**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do Título de Engenheiro (a) Civil, e aprovado em sua forma final pelo programa de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, novembro de 2016.

**Prof. Luis Alberto Gómez**  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Prof. Ivo José Padaratz,  
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.<sup>a</sup> Fernanda Fernandes Marchiori  
Universidade Federal de Santa Catarina

Lígia Pauline Mesquita  
UFSC/DFO Departamento de Fiscalização de Obras



## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Ivo, por aceitar orientar este trabalho, e dedicar parte de seu tempo para colaborar com o andamento deste.

À minha família, que sempre acreditou em mim, mais até do que eu mesma e me apoiou incondicionalmente durante toda essa jornada.

Aos amigos, pelo apoio e principalmente, compreensão durante todo esse período.

Aos engenheiros do DFO, que sempre extremamente solícitos colaboraram e cederam informações necessárias para o desenvolvimento deste trabalho.

## **RESUMO**

O presente trabalho desenvolvido na área de Patologia das Edificações compreende um levantamento e análise das manifestações patológicas que incidem sobre as fachadas das edificações recentes da Universidade Federal de Santa Catarina. Observou-se que as obras, apesar de recentes, possuem um comprometimento das fachadas. Revisão bibliográfica elaborada compreendendo os processos executivos de fachadas, como argamassa, cerâmica e pintura. Foram levantadas as edificações pertinentes à amostra, com menos de sete anos desde a conclusão e realizou-se o levantamento por fachada. Identificam-se as causas e origens das manifestações presentes e apresentam-se sugestões de métodos de recuperação para cada manifestação. Realizou-se a tabulação dos problemas encontrados em cada edificação, assim como a tabulação resumo, reunindo as manifestações patológicas, causas e respectivos métodos de recuperação. Como fatores determinantes no mecanismo de degradação destacam-se as falhas de projeto, que não contemplam disposições arquitetônicas que protejam a fachada, assim como processos executivos incorretos, ambos aliados e exposição à agentes, como insolação deficiente e umidade.

**Palavras-chave:** Manifestações patológicas. Fachadas. Umidade.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Saliências e suas geometrias .....	25
Figura 2 - Efeito da pingadeira no fluxo de água .....	25
Figura 3 - Camadas do revestimento de argamassa .....	27
Figura 4 - Apicoamento do concreto .....	28
Figura 5 - Fissura na argamassa.....	31
Figura 6 - Bolhas no sistema de pintura.....	36
Figura 7 - Descascamento do sistema de pintura.....	37
Figura 8 - Bolor na pintura.....	37
Figura 9 - Manchamento decorrente de contaminação atmosférica .....	38
Figura 10 - Revestimento Cerâmico .....	40
Figura 11 - Destacamento de peças cerâmicas em fachada .....	42
Figura 12 - Proliferação de fungos na argamassa de rejunte.....	43
Figura 13 - Fluxograma do estudo.....	46
Figura 14 - Bloco H – CCS – Fachada Oeste.....	49
Figura 15- Fachada Norte.....	50
Figura 16 - Fachada Sul .....	51
Figura 17 - Prédio do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Fachada Norte .....	51
Figura 19 - Fachada Sul .....	53
Figura 20 - Prédio do Departamento de Eng. Sanitária e Ambiental – Fachada Oeste ..	54
Figura 21 - Fachada Leste .....	51
Figura 22 - Fachada Sul .....	56
Figura 23 - Fachada Norte.....	56
Figura 24 - Bloco D – Fachada Sul.....	57
Figura 25 - Fachada Norte.....	59
Figura 26 - Fachada Leste .....	59
Figura 27 - Bloco C – Fachada Norte .....	60
Figura 28 - Fachada Oeste.....	62
Figura 29 - Fachada Sul .....	62
Figura 30 - Bloco I – Fachada Norte .....	63
Figura 31 - Fachada Leste .....	64
Figura 32 - Fachada Sul .....	65
Figura 33 - Destacamento de peças cerâmicas, Bloco H (CCS) .....	66
Figura 34 Descolamento de argamassa colante, Bloco H (CCS) .....	68
Figura 35 Manchas escuras, Bloco D (CED) .....	69
Figura 36 - Manchas esverdeadas, Bloco ENS (CTC).....	71
Figura 37 - Manchas vermelhas devido à algas, Bloco D (CED).....	72
Figura 38 - Mancha devido à escorrimentos ferruginosos, Bloco ENS (CTC).....	73
Figura 39 - Argamassa com fissuração mapeada, Bloco C (CED).....	74
Figura 40 - Fissuras devido a Movimentação térmica da cobertura, Bloco ENS (CTC) 75	
Figura 41 - Expansão da alvenaria devido absorção de umidade .....	76
Figura 42 - Fissuras do tipo escama, Bloco C (CED).....	78
Figura 43 - Fissuração entre edificações, Bloco D (CED).....	79
Figura 44 - Desprendimento de argamassa com pulverulência, Prédio ENS (CTC).....	80
Figura 45 - Manchas devido à proliferação de fungos, Bloco H (CCS) .....	82
Figura 46 - Manchas devido ao acúmulo de sujeira, Bloco ENS (CTC) .....	82
Figura 47 - Descascamento de pintura, Bloco C (CED) .....	83
Figura 48 - Bolhas, Prédio ENS (CTC) .....	85

Figura 49 - Espectro de juntas, Bloco I (CCS).....	86
Figura 50 - Manchamento do rejunte e peças cerâmicas, Prédio ENS (CTC).....	88
Figura 51 - Fissuração.....	89



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Levantamento no Bloco H (CCS) .....	50
Tabela 2 - Levantamento no Prédio da Arquitetura (CTC).....	52
Tabela 3 - Levantamento no Prédio da Eng. Sanitária (CTC).....	55
Tabela 4 - Levantamento do Prédio D (CED) .....	58
Tabela 5 - Levantamento do Prédio C (CED) .....	61
Tabela 6 - Levantamento no Bloco I (CCS).....	64
Tabela 7 – Resumo.....	91

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABCRAM – Associação Brasileira de Cerâmica

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAFITI – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas

IBAPE – Instituto Brasileiro Avaliações e Perícia de Engenharia



# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	16
1.2 OBJETIVOS .....	16
<b>1.2.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>16</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>17</b>
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	19
2.1 Patologia X Manifestações Patológicas .....	19
2.2 Problemas patológicos e a manutenção.....	19
2.3 Inspeção .....	20
2.4 Diagnóstico .....	21
2.5 Causas e origens.....	21
2.6 Condições favoráveis para a degradação de fachadas .....	22
<b>2.5.1 Umidade</b> .....	<b>22</b>
<b>2.5.2 Insolação</b> .....	<b>23</b>
2.5.3 Ausência de detalhes construtivos .....	23
2.7 Processo: Revestimento de Argamassa .....	26
<b>2.7.1 Recomendações para execução de revestimento de argamassa</b> .....	<b>27</b>
<b>2.6.2 Manifestações patológicas em revestimentos argamassados</b> .....	<b>29</b>
2.8 Processo: Pintura.....	33
<b>2.7.1 Recomendações para execução da pintura</b> .....	<b>34</b>
<b>2.7.2 Manifestações patológicas em sistemas de pintura</b> .....	<b>35</b>
2.9 Processo: Revestimento Cerâmico .....	39
<b>2.8.1 Recomendações para execução do revestimento cerâmico</b> .....	<b>40</b>
<b>2.8.2 Manifestações patológicas em revestimento de cerâmica</b> .....	<b>41</b>
3. ESTUDOS DE CASOS .....	45
3.1 Metodologia .....	45
<b>3.1.1 Plano de coleta de dados</b> .....	<b>45</b>
<b>3.1.2 Organização geral do estudo</b> .....	<b>45</b>
3.3 Levantamentos das manifestações .....	48
<b>3.3.1 Bloco H – CCS</b> .....	<b>48</b>
<b>3.3.2 Terceira Etapa do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – CTC</b> .....	<b>51</b>
<b>3.3.3 Prédio do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (CTC)</b> .....	<b>54</b>
<b>3.3.4 Bloco D – CED</b> .....	<b>57</b>
<b>3.3.5 Bloco C – CED</b> .....	<b>60</b>
<b>3.3.6 Bloco I – CCS</b> .....	<b>63</b>
3.4 Análise das manifestações .....	66
<b>3.4.1 Descolamento de peças cerâmicas</b> .....	<b>66</b>
<b>3.4.2 Descolamento de argamassa colante para assentamento de peças cerâmicas.</b> .....	<b>67</b>
<b>3.4.3 Manchas Escuras</b> .....	<b>69</b>
<b>3.4.4 Manchas Esverdeadas</b> .....	<b>70</b>
<b>3.4.5 Manchas Avermelhadas</b> .....	<b>71</b>

3.4.6	Fissuração mapeada na argamassa .....	74
3.4.7	Fissuras horizontais.....	75
3.4.7	Fissuras horizontais com componente vertical: escamas .....	77
3.4.8	Fissuras no encontro das edificações .....	78
3.4.10	Desprendimento de argamassa com pulverulência .....	80
3.4.11	Rejunte escurecido .....	81
3.4.12	Descascamento do sistema de pintura .....	83
3.4.13	Bolhas na pintura .....	84
3.4.14	Espectros de juntas ou “fantasmas” .....	86
3.4.15	Manchas escuras em peças cerâmicas e rejunte .....	87
3.4.16	Fissuração em diagonal .....	89
3.5	Tabela Resumo.....	90
3.6	Origens.....	94
3.6.1	Projeto .....	94
3.6.2	Execução.....	94
4.	CONCLUSÃO .....	95
	REFERÊNCIAS.....	97



## 1. INTRODUÇÃO

Na construção civil não é incomum se deparar com manifestações patológicas, as quais geram desde problemas estéticos até comprometimento do uso e do desempenho das edificações.

Caracteriza-se por manifestação patológica o resultado de um processo de degradação, enquanto patologia é a ciência que estuda esse mecanismo e as causas/origens da ocorrência de tais manifestações.

A primeira impressão causada por um empreendimento é dada por sua fachada, que além de oferecer uma aparência agradável, é responsável principalmente pela proteção e durabilidade da edificação devido aos revestimentos utilizados. A partir do momento que estas fachadas mostram-se acometidas por problemas, estas passam a não desempenhar corretamente suas funções, necessitando de manutenção para reestabelecer suas propriedades funcionais e estéticas.

Para que sejam executadas medidas corretivas, deve-se inicialmente realizar uma investigação acerca das manifestações, levantando informações sobre a edificação para que seja possível elaborar um diagnóstico das anomalias, caracterizando as causas prováveis. Depois de reconhecidas as causas, é interessante que haja uma análise sobre a origem das manifestações, de forma que sejam realizadas intervenções que atuem diretamente no foco do problema, evitando-se medidas de eficiência incerta. As origens podem ser diversas, podendo, por exemplo, estar atreladas às deficiências no projeto, execução incorreta ou ausência de manutenção.

A presença de manifestações patológicas em fachadas é responsável por elevados custos de reparos, justificando a importância em se preocupar com a maneira como são elaborados os projetos e realizados os processos executivos. Segundo Censos (2001), Watt DS (1999) e Qualité, progressions ensemble (2006) apud Carvalho, Picanço e Macedo (2014), esta preocupação se deve à incidência de danos em fachadas representarem cerca de 50% dos registros dos problemas totais que acometem negativamente as edificações.

Neste trabalho de conclusão de curso serão investigadas as manifestações patológicas em edificações localizadas no Campus da UFSC, de até sete anos de idade após a data da entrega, por meio de saídas de campo e observações e análise de projetos.

O presente trabalho foi desenvolvido de maneira que inicialmente serão expostos conceitos básicos sobre o ramo da Patologia das Edificações e tópicos pertinentes, condições favoráveis à degradação, materiais utilizados e métodos de execução. Em seguida é apresentado os estudos de casos realizado no campus da UFSC, onde é apresentada a análise anomalias levantadas, e propostas para intervenção e manutenção.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho tem como justificativa a necessidade de realizar um estudo sobre o estado das obras públicas. Observou-se que apesar das obras do campus serem recentes, possuem um grande acometimento de manifestações patológicas, que comprometem a estética e a funcionalidades das fachadas.

A administração pública usualmente faz uso da modalidade menor preço para a contratação de obras e serviços de engenharia, ou seja, a empresa vencedora da licitação é aquela que ofertou o menor preço para a execução dos serviços. Este fato é regularmente utilizado como argumento para justificar a qualidade insatisfatória das obras públicas, como as edificações analisadas neste trabalho. Obras públicas também contam com frequentes deficiências de projeto, como projetos inexistentes, incompletos ou inconsistentes.

A dificuldade de integração entre projeto e produção, geram problemas na gestão dos contratos. Erros são frequentes, resultando em diminuição da qualidade dos produtos finais, necessitando retrabalho, aumentando os custos, e a levando a improvisação de soluções construtivas inadequadas nos canteiros.

Por fim, além dos fatores agravantes durante o projeto e execução, percebeu-se a ausência da manutenção das fachadas, como limpeza, pintura e reparos de revestimentos, situação esta confirmada em visita ao Departamento de Manutenção Predial e Infraestrutura - DMPI. Ainda segundo o engenheiro e diretor do departamento,, as manutenções são prejudicadas devido à incerteza e demora de liberação de verba para a realização de tais atividades.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral



Como objetivo geral do trabalho apresenta-se o levantamento e diagnóstico de manifestações patológicas em edificações localizadas no campus da UFSC, dentro de um universo de pesquisa limitado pela idade das edificações (até sete anos desde a data de entrega).

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Como objetivo específico busca-se obter dados reais aprofundados sobre as manifestações patológicas que ocorrem nas edificações da UFSC. O trabalho será apresentado de acordo com a seguinte metodologia:

- Identificação dos prédios que apresentaram manifestações patológicas nas fachadas.
- Levantamento das manifestações presentes.
- Apresentação das manifestações patológicas, agrupando as manifestações semelhantes, identificando as possíveis causas.
- Proposta de método para recuperação.
- Caracterização das possíveis origens.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Patologia X Manifestações Patológicas

Segundo Souza e Ripper (1998), designa-se por patologia das edificações o ramo da engenharia que trata do estudo das origens, causas, processo de ocorrência e manifestações patológicas das falhas e dos sistemas de degradação das edificações.

Desta forma, patologia é a ciência formada por um conjunto de teorias que explicam o mecanismo e a causa da ocorrência das manifestações patológicas, enquanto a manifestação é o resultado de um mecanismo de degradação. (FRANÇA et al, 2011)

Em função disso, fica claro que a patologia é um termo muito mais amplo do que manifestação patológica, uma vez que ela é a ciência que estuda e tenta explicar a ocorrência de tudo o que se relaciona com a degradação de uma edificação.

O aparecimento de problemas patológicos em uma edificação está relacionado a inúmeros fatores, desencadeando um processo onde as estruturas deixem de apresentar desempenho satisfatório para as finalidades a que se propunham. Segundo Tutikian e Pacheco (2013) é de extrema importância que se conheçam esses fatores para que se faça um correto diagnóstico desse problema e seja possível proporcionar uma recuperação à essa manifestação.

Conforme Red Rehabilitar (2003), as falhas que levam as manifestações patológicas podem ocorrer em uma ou mais etapas do processo de construção, sendo elas o planejamento, projeto, fabricação dos materiais e componentes fora do canteiro, execução e uso. Comparadas às etapas iniciais, a última fase, o uso, é a etapa mais longa, contando com no mínimo cinquenta anos, segundo ABNT NBR 15575:2013, Norma de Desempenho.

### 2.2 Problemas patológicos e a manutenção

Apesar da solidez e da tecnologia avançada na construção civil, qualquer edificação possui durabilidade limitada, de modo que ocorra desvalorização naturalmente ao longo do tempo. Todas as edificações estão suscetíveis à degradação devido à exposição ao ambiente, ao uso ou devido às características inerentes dos materiais constituintes. Porém, o estado de conservação de uma estrutura não precisa ser necessariamente determinado pelo fator tempo, sendo as atividades de conservação e

manutenção métodos para que o processo de depreciação seja consideravelmente mais lento.

O conceito de manutenção segundo Souza e Ripper (1998) é o conjunto de atividades necessárias que garantem o desempenho satisfatório ao longo da sua vida útil, ou seja, a execução de rotinas com a finalidade de prolongar a vida útil da obra. Neste ponto a presença do usuário ou proprietário é considerada elemento participativo, pois este se torna corresponsável pela manutenção, suportando os custos do sistema de manutenção idealizado pelos projetistas.

A deficiência no tratamento e manutenção pode fazer com que sintomas sutis em estruturas aparentemente bem conservadas gerem consequências graves. Desta forma, a aplicação de sistemas recorrentes de inspeção e manutenção é uma solução possível para detectar os problemas antes que estes evoluam e seus efeitos nocivos sejam notados. (MENDES; LOURENÇO, 2011)

Ainda segundo estes autores, a maior parte das patologias verificadas nas edificações são frutos da negligência dos responsáveis na adoção de processos eficientes de manutenção predial, ainda que esta seja a forma menos onerosa para a detecção preventiva de patologias.

De acordo com o conceito de manutenção previamente descrito, podemos destacar duas formas em que este processo pode ser realizado: manutenção preventiva e manutenção corretiva. A manutenção preventiva é a atividade executada antes que haja a necessidade propriamente dita do reparo, consistindo na inspeção e revisão de itens antecipadamente elencados. Abrange também a recuperação e troca de partes defeituosas, permitindo a conservação da estrutura em bom estado. Já a manutenção corretiva frequentemente tem caráter emergencial, para recuperar determinado dano. É o tipo de manutenção com custos mais elevados (CASTRO, 2007).

### 2.3 Inspeção

Segundo Helene (2007), inspeção é a atividade técnica que consiste na coleta de elementos, exame detalhado, elaboração de relatório e avaliação do estado da obra. Inclui também as recomendações, onde podem ser indicadas novas vistorias, obras de manutenção, recuperação, reforço ou reabilitação.

A análise e o estudo de um processo patológico devem possibilitar ao investigador a determinação dos processos de ocorrência das manifestações, como

causas, origem, mecanismos e danos, de maneira que possa haver a conclusão sobre as técnicas de recomendações mais efetivas.

A inspeção predial é a vistoria da edificação para determinar suas condições técnicas, funcionais e de conservação, que tem como objetivo direcionar o plano de manutenção e recuperação. Esta vistoria verifica as condições de desempenho e determina medidas preventivas e corretivas para o bom desempenho do imóvel e conforto dos usuários. (IBAPE-PR, 2010)

A inspeção pode basear-se em fichas de levantamento de antecedentes da edificação, exame visual, levantamento de danos e outros, podendo seguir para análises e estudos mais detalhados, com realização de ensaios. É importante nesta etapa caracterizar o ambiente e sua agressividade, determinando e qualificando a interação da edificação com este ambiente. (TUTIKIAN; PACHECO, 2013)

#### 2.4 Diagnóstico

Conforme Lichtenstein (1985), o diagnóstico consiste no entendimento dos fenômenos levantados na etapa de inspeção, identificando as possíveis causas que geram estas manifestações. Este processo de entendimento da situação se inicia assim que a manifestação patológica começa a ser estudada. Os subsídios levantados devem ser interpretados, compondo progressivamente um quadro de entendimento, desde o surgimento até o desenvolvimento.

Ainda de acordo com o autor, a realização do diagnóstico consiste na redução da incerteza através do levantamento de dados, até que se chegue a uma correlação satisfatória entre o problema analisado e um possível diagnóstico. Tutikian e Pacheco (2013) afirmam que sempre há um grau de incerteza no diagnóstico, podendo o diagnóstico ser confirmado após o tratamento prescrito e resposta positiva da estrutura.

#### 2.5 Causas e origens

A causa pode ser caracterizada como a identificação do agente causador da manifestação, ou seja, aquele que atua diretamente sobre a edificação e é mais facilmente identificado.

As origens são os princípios que desencadeiam as causas que provocam a manifestação patológica. Pode exigir um aprofundamento e estudo maior, pois sua identificação apresenta um maior grau de dificuldade.

De acordo com a Norma de Inspeção Predial do IBAPE-SP/2012, as manifestações patológicas podem ser classificadas de acordo com a sua origem, podendo ser estas: Construtivas ou endógenas; funcionais; e falhas de uso e manutenção:

- Construtivas ou endógenas: estão relacionadas aos problemas de concepção, projeto e execução da edificação.
- Funcionais: relacionadas à perda de funcionalidade por final de vida útil – envelhecimento natural;
- Falhas de uso e manutenção: quando relacionadas à perda precoce de desempenho por deficiências no uso e nas atividades de manutenção periódicas.

## 2.6 Condições favoráveis para a degradação de fachadas

### 2.5.1 Umidade

A presença de umidade nas edificações instituiu-se como uma das principais causas de degradação das edificações. Os materiais utilizados nos sistemas de fachada devem ser estanques à água líquida e, simultaneamente permitir as trocas de vapor, de forma que a umidade dos materiais não permaneça aprisionada. (ZANONI, 2015).

A umidade pode ser classificada em cinco tipos, a partir da sua origem. (NAPPI, 2002):

- Umidade da obra: proveniente da água utilizada nos processos de fabricação e construção. Esta água presente, ao se evaporar, aumenta a estrutura porosa do material.
- Umidade ascendente: originada da absorção da água proveniente do solo. A maioria dos materiais utilizados em construção possui uma capilaridade elevada, fazendo com que a água migre do solo, na ausência barreiras que inibam este movimento. A umidade ascendente afeta principalmente os materiais da base de paredes, provocando eflorescências, manchas, bolor, etc.

- Umidade de infiltração: proveniente da água de chuva que percola através de seus elementos constituintes. A chuva é uma das principais fontes de umidificação da construção, visto que ação constante da chuva pode formar uma cortina de água, que ao escorrer pela parede, penetra nela por gravidade.
- Umidade de condensação: A condensação acontece normalmente ao amanhecer, quando o vapor de água do ambiente condensa ao entrar em contato com uma superfície com temperatura inferior.
- Umidade acidental: originada de vazamentos ou rompimento de instalações hidráulicas ou outros dispositivos da edificação.

### 2.5.2 Insolação

A insolação de um lugar depende muito da sua latitude, pois ela define a maneira como os raios solares atingem a superfície da Terra. A linha do Equador é o paralelo mais diretamente voltado para o Sol, recebendo então os raios solares mais diretamente, verticalmente. Regiões situadas em latitudes mais altas recebem os raios solares de maneira inclinada, assim, a insolação é menor. (FERNANDES, 2002)

No inverno do hemisfério Sul, as fachadas voltadas para o norte recebem insolação na maior parte do dia, pois o sol forma um ângulo pequeno em relação à superfície da Terra em seu percurso. No verão, como o ângulo que o sol forma com a superfície da Terra em seu percurso é maior, a tendência é que passe sobre as coberturas dos edifícios. Enquanto isso, a orientação Sul é a mais prejudicada, pois recebe pouca ou nenhuma insolação durante o inverno. No verão, recebe apenas nas primeiras horas da manhã e nas últimas horas da tarde. Esta insolação varia conforme a latitude, quanto mais afastada do equador, menos horas de sol se tem na fachada Sul, e vice-versa. (QUADRADO; ARTIGAS, 2015)

### 2.5.3 Ausência de detalhes construtivos

Segundo Carneiro (1993), os detalhes construtivos têm como função proteger a fachada da edificação e o revestimento nela aplicado de agentes agressivos. De maneira a minimizar os danos ao revestimento da fachada, Ceotto et al. (2005) recomendam as especificações geométricas e posicionamento dos detalhes construtivos. Utilizando a

caracterização sugerida por Carneiro (1993), os detalhes construtivos podem ser divididos em juntas de dilatação e contração e saliências superficiais da fachada.

a) Juntas

Definidas como reentrâncias espaçadas regularmente, tem como função subdividir o revestimento, aliviando tensões provocadas pela movimentação da base e pré-estabelecer um local e direção de possível fissuração. Deve-se utilizar ferramentas adequadas para executar a correta geometria desta e caso a condição de proteção da base for severa, deve-se utilizar mastique para que sejam estanques. (CARNEIRO, 1993).

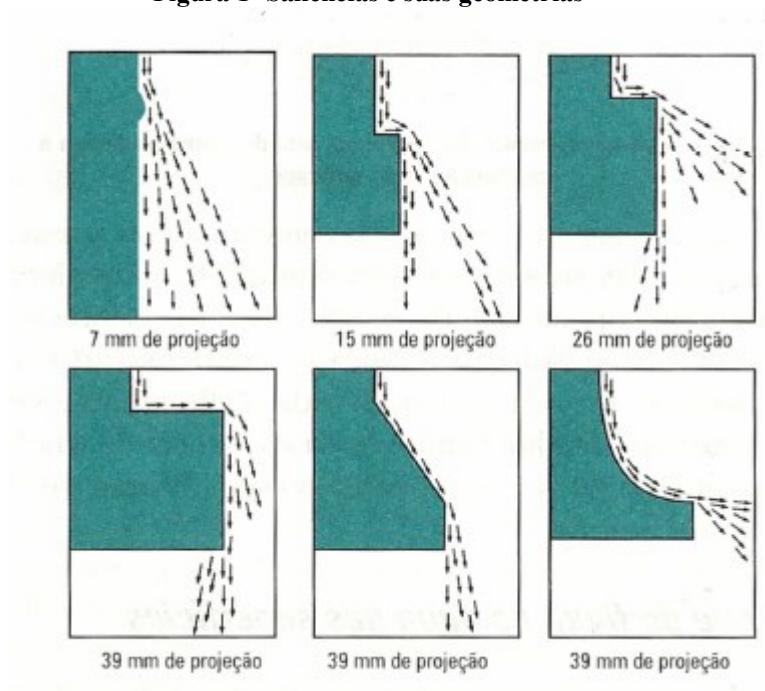
Resende (2004) afirma que, se corretamente executados, as reentrâncias podem eliminar o escoamento de água ao longo da fachada. Entretanto, o seu dimensionamento depende de inúmeros fatores, como propriedades dos materiais constituintes, rugosidade, não podendo formular-se uma regra geral.

b) Saliências superficiais

Carneiro (1993) define as saliências como detalhes que tem como função deslocar a lâmina de água da chuva. Uemoto (2002) pontua que estes detalhes evitam as concentrações de água, dissipando os filmes de água que se formam sobre as superfícies. Petrucci (2000) ressalta que um dos principais problemas do escoamento sobre a superfície é o arrastamento de sujeiras depositadas, causando manchamento.



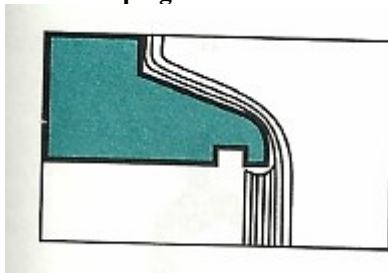
**Figura 1- Saliências e suas geometrias**



Fonte: UEMOTO, 2002, p 62 apud PEREZ, 1986

Podemos citar as pingadeiras, ressaltos, peitoris, rufos, entre outros. Os peitoris forçam a água a seguir uma trajetória vertical distante do revestimento, enquanto as pingadeiras forçam o fluxo a descolar do revestimento. Os rufos protegem as partes superiores de muros e platibandas, impedindo que a água da chuva acumulada escorra pela fachada ou penetre no interior da parede. (SOUZA, 2005)

**Figura 2 - Efeito da pingadeira no fluxo de água**



Fonte: UEMOTO, 2002, p 62 apud PEREZ, 1986

Ceotto (2005) salienta que além da execução de detalhes, sejam feitas impermeabilizações locais, das zonas sub e sobrejacentes destes detalhes, para evitar infiltrações e concentrações de umidade. Souza (2005) recomenda que partes horizontalizadas, como peitoris, tenham um caimento da ordem de 8% a 10%.

## 2.7 Processo: Revestimento de Argamassa

O revestimento de argamassa pode ser definido como a proteção de uma superfície porosa com uma ou mais camadas sobrepostas, de espessura uniforme, resultando em uma superfície apta a receber de maneira adequada uma decoração final. (ABCP, 2002)

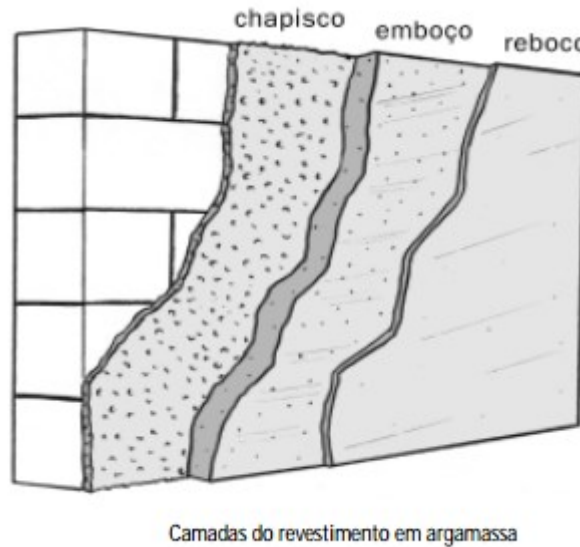
A argamassa é um material de construção constituído por uma mistura homogênea de um ou mais aglomerantes (cimento ou cal), agregado miúdo (areia) e água. Podem ainda ser adicionados alguns produtos especiais (aditivos ou adições) com a finalidade de melhorar ou conferir determinadas propriedades ao conjunto.

As principais funções de um revestimento de argamassa são proteger a base e a estrutura da ação direta dos agentes agressivos, colaborando para o isolamento térmico e acústico. Contribui inclusive para a estanqueidade à água e aos gases. Ao seu término deve resultar em uma base regular, adequada ao recebimento de outros revestimentos.

A ABCP difere as camadas do revestimento argamassado de acordo com a aplicação e a proporção entre os constituintes, sendo elas:

- Chapisco: etapa na qual é feito o preparo da base, constituída basicamente de cimento e areia, podendo levar aditivos. Aplicada de forma contínua ou descontínua, com a função de uniformizar a superfície com relação à absorção e melhorar a aderência do revestimento.
- Emboço: camada de revestimento executada para regularizar e cobrir a superfície da base, resultando em uma superfície que permita receber a camada final de argamassa.
- Reboco: camada executada para o cobrimento do emboço, resultando em uma superfície apta para receber o revestimento decorativo, ou que se constitua no acabamento final.

**Figura 3 - Camadas do revestimento de argamassa**



Fonte: ABCP, 2002

### 2.7.1 Recomendações para execução de revestimento de argamassa

Recomenda-se que para a execução do revestimento de argamassa as alvenarias estejam concluídas há pelo menos 30 dias e fixadas internamente há pelo menos 15 dias. Com relação ao término da estrutura, esta deve estar concluída há pelo menos 120 dias, excetuando os 3 últimos pavimentos onde se admite 60 dias.

As superfícies a receber o revestimento devem estar limpas, sem impregnação de pó, fuligem, graxas, óleos, desmoldantes, fungos, musgos e eflorescências ou outros elementos que venham a prejudicar a aderência da argamassa à base.

Ceotto et al (2005) salienta que quando a execução do revestimento se der sobre base de concreto, estas devem estar devidamente livres de resíduos de desmoldantes. A superfície deverá ser apicoada e/ou escovada energicamente com escovas dotadas de cerdas de aço. A face do concreto após a execução desta operação promoverá uma textura mais áspera, e com poros abertos, potencializando o a micro ancoragem e a macro ancoragem do revestimento.

**Figura 4 - Apicoamento do concreto**

Fonte: G-Maia Construtora, recuperação de reservatório em Minas Gerais.

Com a base devidamente preparada, deve-se proceder com o chapiscamento. Deve ser lançado vigorosamente, utilizando-se uma colher de pedreiro. Ao final, a textura resultante será uma película rugosa, resistente e aderente. Esta argamassa é produzida com cimento e areia grossa em proporções que variando de 1:3 a 1:5 (em volume) de acordo com as características do agregado utilizado e da superfície a ser chapiscada.

Para prosseguir com a execução do emboço, deve-se aguardar três dias a cura do chapisco, conforme indica a norma NBR 7200 - Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento.

Prosegue-se então com a execução do emboço, deve-se aplicar a argamassa com projeção enérgica do material sobre a base, manual ou mecânica, não excedendo 3 cm de espessura. Executar sarrafeamento com régua. Aguardar 88 dias e executar o reboco, dando acabamento desejado.

Vale salientar que ainda segundo a norma, a execução do revestimento quando feita em temperaturas maiores que 30°C, insolação direta ou baixa umidade relativa do ar, deve ser finalizada com cura úmida nas primeiras 24 horas.

Caso a base seja composta por diferentes materiais e esteja submetida a esforços que gerem deformações diferenciais consideráveis, como balanços, platibandas e últimos pavimentos, deve-se utilizar tela metálica, plástica ou de outro material semelhante na junção destes materiais, criando uma zona capaz de suportar as movimentações diferenciais a que estará sujeita.

Outra indicação da norma sobre aplicação em bases diferentes, pode ser especificada a execução de uma junta que separe o revestimento aplicado sobre os dois materiais, permitindo que cada parte movimente-se de maneira independente.

### **2.6.2 Manifestações patológicas em revestimentos argamassados**

A argamassa é composta pela mistura proporcionada de cimento, areia, cal, água de amassamento e aditivos, fazendo parte do sistema de revestimento argamassado, este subdividido em base de revestimento, como alvenaria, argamassa de preparo da base (chapisco), argamassa de regularização (emboço) e argamassa de acabamento (reboco).

Os sistemas de revestimentos argamassados são parte integrante das vedações, desempenhando funções como absorver deformações naturais, revestir e proteger as alvenarias, sendo parte fundamental para garantia da durabilidade das edificações. Apesar do amplo uso da sua utilização, é frequente a ocorrência de manifestações patológicas, ocasionando diversos prejuízos, desde estéticos até o comprometimento do seu desempenho.

Segundo Carasek (2007), a deterioração prematura dos revestimentos argamassados podem ser devido à diferentes formas de ataque, podendo ser classificadas em físico-mecânicas, químicas e biológicas, porém, frequentemente estes processos se sobrepõem, sendo então necessária a consideração as suas interações. Ainda segundo a autora, pode-se também classificar as patologias conforme à origem da fonte causadora, podendo ser originada por fatores externos como causas internas à própria argamassa. Podemos citar como fatores a qualidade dos materiais constituintes, traço, processo executivo e fatores externos.

Torna-se importante, portanto, o estudo das principais manifestações incidentes sobre este tipo de revestimento a fim de que sejam evitadas as repetições contínuas dos mesmos erros.

#### **a) Descolamentos**

Caracterizam-se como descolamentos a separação de uma ou mais camadas do revestimento argamassado, podendo ser restrito a uma área ou abranger grandes extensões da alvenaria (BAUER, 1997).

Estes descolamentos surgem devido à perda de aderência, capacidade esta conceituada como propriedade do revestimento de resistir às tensões atuantes na

interface com a base. Esta perda de aderência leva à falhas ou rupturas na interface das camadas constituintes do revestimento ou na interface com o substrato.

De acordo com Thomaz e Chimelo (1993) podemos destacar as causas mais comuns do descolamento das argamassas, que podem ocorrer isoladamente ou combinadas:

- Incorreto proporcionamento da argamassa, onde o excesso de cimento leva à uma mistura muito rígida que não absorve as movimentações da estrutura, e a falta diminui a capacidade de aderência da argamassa. A ausência da correta proporção de cal diminui a capacidade de retenção de água da argamassa, podendo levar a retrações excessivas na secagem.
- Utilização de cal parcialmente extinta, onde ocorre a reação de hidratação retardada, causando aumento de volume.
- Aplicação da argamassa sobre superfície mal preparada, sem chapisco, reduzindo a aderência à base.
- Execução do sistema de pintura sobre revestimento com tempo insuficiente de carbonatação.

#### b) Fissuras

Considerando-se que não haja fissuração da base ou movimentação da estrutura, a ocorrência de fissuras no revestimento está relacionada à execução deste, solicitações higrotérmicas e principalmente retração de secagem da argamassa (Bauer, 1997). Segundo Carasek(2007), uma argamassa muito rica em cimento poderá apresentar elevada rigidez, motivo este que também levará à fissuração.

A fissuração decorre de fatores inerentes da argamassa como o consumo de cimento, teor de finos, quantidade de água de amassamento, e de outros fontes que podem ou não influenciar na fissuração, como a resistência de aderência à base, o número e espessura das camadas, o intervalo de tempo decorrido entre a aplicação das camadas e a perda de água por sucção da base ou ação de agentes atmosféricos (THOMAZ, 1989).

Para Leal (2002), as condições climáticas são fatores de grande influência, considerando que a aplicação em dia de calor excessivo ou de baixa umidade relativa pode gerar uma precoce desidratação da argamassa, podendo gerar fissuras de geometria mapeada.

Segundo Thomaz (1989), há ainda a ocorrência de fissuras lineares no encontro entre a alvenaria e a estrutura de concreto, indicando a falta de procedimentos corretos na execução da interface, principalmente devido às diferentes propriedades térmicas entre a estrutura e a vedação e dimensões dos panos.

**Figura 5 - Fissura na argamassa**



Fonte: CARASEK, 2007

### c) Eflorescências

Para Bauer (1997), eflorescências são depósitos salinos, sobretudo alcalinos, na superfície do revestimento, decorrente do carreamento dos sais solúveis presentes nos materiais. De acordo com Souza (1997) as eflorescências se caracterizam pelo surgimento de manchas, que alteram a aparência do elemento, podendo se materializar em depósitos pulverulentos ou incrustações, em tons esbranquiçados, acinzentados, esverdeados, amarelados ou pretos.

As eflorescências são causadas pela exposição prolongada da argamassa à ação da água, que infiltra através dos poros, reagindo com íons livres do material. Desta forma, o vapor de água surge na superfície, carregando consigo sais solúveis.

Como principais características para o surgimento desta manifestação, Souza (1997) cita três principais propriedades, sendo elas a permeabilidade, capilaridade e tempo de exposição. A permeabilidade influencia diretamente na possibilidade de infiltração de água, enquanto a capilaridade define o poder de sucção e ação de

profundidade da água. Essas características podem ser modificadas pelo tempo de exposição, pois quanto maior, maior será a probabilidade de ocorrência da manifestação.

De maneira geral, a eflorescência resulta apenas em prejuízos de caráter estético, porém sua presença indica efeitos decorrentes de umidade, sendo esta a causa de outras manifestações patológicas de ordem mais grave.

d) Espectro de juntas ou “fantasmas”

Caracteriza-se como espectro de juntas ou “fantasmas” a visualização das juntas da alvenaria e a demarcação da estrutura de concreto, através do revestimento de argamassa. Juntamente com a deposição de poeiras, é possível observar manchas escurecidas nestes locais. Este fenômeno pode conservar-se constantemente visível ou apenas quando o revestimento está molhado.

**Figura 6 - Espectro de juntas**



Fonte: Leal, 2003



Os espectros exteriores surgem devido às diferentes temperaturas do revestimento durante o período de secagem, visto que a base de aplicação do revestimento não é um único material. Desta forma, os componentes da alvenaria, as juntas de assentamento e os elementos estruturais possuem diferentes coeficientes de absorção de água, e secam em velocidades diferentes. (LOGEAIS, 1989)

Outra hipótese para o surgimento desta manifestação é a ausência do chapisco, uma vez que este também é utilizado para homogeneizar as condições de higroscopicidade das diferentes bases, regularizando a absorção de água. (THOMAZ, 2000)

A diferença de absorção dos substratos pode levar ao escurecimento diferencial da superfície, decorrente da proliferação de fungos, que se desenvolvem nas partes úmidas. Tintas látex geralmente utilizadas em superfícies externas, são compostas de substâncias que servem de nutrientes para microrganismos, que em presença de umidade constante, podem favorecer o surgimento das manchas escurecidas. (BACH E RANGEL, 2005)

## 2.8 Processo: Pintura

As tintas têm como objetivo proteger os materiais, além da função estética. Constituídas por resinas, pigmentos, solventes e aditivos, o que difere as tintas entre si é a composição e o proporcionamento dos componentes. (UEMOTO, 2002)

O termo “pintura” deve ser entendido como um conjunto de elementos que constituem o sistema de pintura, caracterizado como a união de todas as camadas que compõem a pintura final. Conforme Bauer (2008) compõe este sistema os seguintes materiais:

- Fundo: tem como função criar uma ligação entre o substrato e a tinta de acabamento, sendo então a primeira demão sobre a superfície. Uniformizam a absorção por parte do substrato.
- Massa: produto de consistência pastosa, para a correção de irregularidades da superfície, apta para receber a tinta.
- Tinta de acabamento: suspensão de partículas, os pigmentos em veículo fluido, que formam uma película de proteção.

### 2.7.1 Recomendações para execução da pintura

Segundo Bauer (2008), a principal causa para o surgimento de manifestações no sistema de pintura é o mau preparo da base, encurtando a duração da película de tinta. Deve-se, portanto, assegurar uma correta execução, de acordo com a superfície na qual será aplicado o sistema de pintura.

Para a realização da pintura, Uemoto (2002) salienta que o substrato deve estar firme, coeso, uniforme e desempenado, sem umidade, sujeira, partículas soltas, óleos, microrganismos biológicos.

Remover eflorescências mediante escovação da superfície seca, de preferência de cerdas macias. Para remover bolor e outros microrganismos esta mesma autora sugere a aplicação de hipoclorito de sódio, deixando a solução agir por certo período e enxaguando com água. As superfícies a base de cimento devem aguardar cura de pelo menos 30 dias.

Prossegue-se então para o preparo do substrato com uso de fundos seladores em superfície de elevada porosidade, e fundo preparador de superfície em superfícies de baixa resistência mecânica, como reboco fraco.

Sobre a superfície já preparada com o fundo necessário, aplicar sucessivas demãos de massa, em camadas finas, atentando para que a massa seja compatível com o tipo de tinta e o ambiente a ser aplicada. Aguardar duas a três horas para a secagem, e lixar a superfície, aplicando a tinta de acabamento.

Uemoto (2002) ainda recomenda que as condições ambientais sejam apropriadas, como temperatura entre 10°C e 40°C e ausência de ventos fortes. A Associação Brasileira de Tintas (ABRAFITI, 2013) recomenda que não se faça a execução da pintura em dias chuvosos, ou com umidade relativa do ar acima de 90%.

#### Tipos de tintas

As tintas podem ser classificadas conforme origem do pigmento, veículo usado ou na finalidade para qual serão usadas. Para paredes em alvenaria, os principais tipos são as tintas acrílicas e tintas PVA.(ABRAFITI, 2013)

As tintas mais indicadas pelos fabricantes de tintas para fachadas externas são as tintas 100% acrílicas, pois são mais resistentes às intempéries, impermeáveis e laváveis. Possuem também melhor retenção de cor e maior aderência. Dornelles (2008) indica seu uso para exteriores e acabamentos de alta qualidade. Possui boa lavabilidade e

cobertura. Utilizada sobre reboco, superfícies com massa corrida e repintura de superfícies pintadas com tinta látex.

As tintas PVA (poliacetato de vinila) são mais indicadas para ambientes internos, que não necessitam de limpezas frequentes. Por possuírem menor resistência ao intemperismo, não são indicadas para uso exterior. Conforme Dornelles (2008) é indicada essencialmente para interiores. Dependendo da qualidade da tinta, pode ser utilizada para exteriores. Possui de baixa a média lavabilidade, secagem rápida e média cobertura. Este tipo de tinta é indicado para reboco e sobre superfícies com massa corrida.

### **2.7.2 Manifestações patológicas em sistemas de pintura**

Um sistema de pintura é um conjunto camadas compatíveis, com funções diferentes porém complementares, o qual tem por finalidade conferir proteção da base sobre o qual está colocada e também função estética. A pintura aplicada assume a função de uma camada de sacrifício, que evita que ocorra a degradação precoce da base sobre a qual é aplicada.

A eficácia do sistema de pintura está relacionada à três fatores importantes: a qualidade da tinta, o tipo de substrato e por fim, a técnica de aplicação e qualidade de mão-de-obra. Desta forma, quando são tomados os cuidados adequados na especificação e execução do sistema de pintura, os problemas referentes à pintura poderão ser consideravelmente minimizados. Assim, cada superfície deve receber atenção especial na preparação para receber o sistema de pintura, levando em consideração o tipo de material e o estado da superfície a ser aplicada à tinta.

#### **a) Bolhas**

Esse problema, geralmente é resultante de perda localizada de adesão e levantamento do filme da superfície.

Podem decorrer da aplicação de tinta base óleo ou alquídica sobre superfície. Superfície pintada exposta à umidade, logo após a secagem, principalmente se houve inadequada preparação da superfície. Aplicação de nova camada de tinta sobre camada anterior mal aderida, e esta, quando umedecida faz com que o problema surja, revelando as bolhas. (POLITO, 2006)

Tinta que formam películas impermeáveis podem estar sujeitas à estas manifestações, resultante da percolação da água através da alvenaria e que se acumula entre o revestimento e a tinta. (DE MILITO, 2009)

**Figura 7 - Bolhas no sistema de pintura**



Fonte: Rock Tintas

#### b) Descascamento

Caracteriza-se pelo destacamento da película de tinta. Geralmente é causado pela existência de quantidade excessiva de pó na superfície antes da execução da pintura. Este pó pode ser decorrente de uma superfície de reboco mal preparada ou repintura sobre camada muito antiga de tinta calcinada ou mesmo a pintura sobre caiação. A aplicação de tinta pouco diluída pode gerar este problema também.

O descascamento pode ser causado pela presença de umidade na superfície, o que pode ser notado analisando o local descascado e verificando se está úmido molhado. (SHERWIN-WILLIAMS, 2016)

**Figura 8 - Descascamento do sistema de pintura**



Fonte: Heal Tintas

c) Manchas decorrentes de processos biológicos

A deterioração decorrente de processos biológicos é causada pela ação de microrganismos, que utilizam o substrato como seu alimento e excretando metabólitos. Dentre os microrganismos causadores desta degradação estão os fungos, algas e bactérias.

Para que ocorra esta degradação é indispensável a presença água, pois estes organismos necessitam dela para se desenvolver e reproduzir. Desta maneira, ambientes úmidos possuem uma maior propensão a serem afetados.

A partir do momento em que fungos, bactérias, e algas conseguem se estabelecer e se desenvolver sobre uma superfície, esses passam a constituir uma comunidade. As excreções provenientes desses organismos formam uma película, provocando manchamentos superficiais, conhecida como biofilme.

**Figura 9 - Bolor na pintura**



Fonte: Heal Tintas

d) Manchas decorrentes de contaminação atmosférica

Partículas contaminantes em suspensão atmosférica, como pó e fuligem podem aderir e cobrir os revestimentos externos das edificações, causando manchas escurecidas na superfície onde se depositam. De acordo com Bauer (1997), a deposição das partículas por ocorrer desde um mero apoio sobre elementos horizontais, que podem ser facilmente eliminados por ação do vento, até uma aglutinação exagerada, onde sua eliminação necessita de limpeza mecânica.

Segundo Petrucci (2000), a ocorrência do manchamento das fachadas é decorrente de fatores intrínsecos e extrínsecos à edificação. Dentre os fatores intrínsecos à edificação estão as características da superfície dos revestimentos e a geometria da fachada. Materiais mais porosos, de textura mais rugosa e de cores claras tornam-se mais propensos ao manchamentos por sujidades atmosféricas. Além disso, a maioria das edificações apresenta discontinuidades por motivos estéticos, construtivos, funcionais, como relevos, aberturas, mudanças de planos que favorecem a deposição das partículas.

**Figura 10 - Manchamento decorrente de contaminação atmosférica**



Fonte: Petrucci, 2002

Os fatores extrínsecos estão associados às condições ambientais, englobando os contaminantes atmosféricos e agentes climáticos. As emissões de subprodutos da queima de combustíveis são a principal fonte de contaminantes atmosféricos, enquanto o vento e a chuva são os fenômenos com maior influência no manchamento das fachadas. O escoamento sucessivo da água da chuva sobre os mesmos leitos facilitam a deposição de sujidades, enquanto o vento favorece o transporte dos contaminantes.

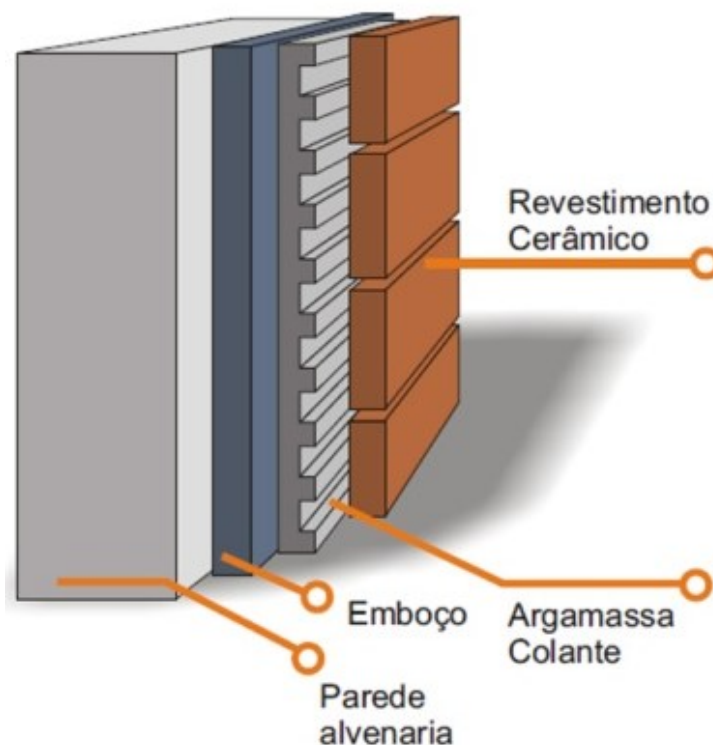
## 2.9 Processo: Revestimento Cerâmico

De acordo com ABCRAM – Associação Brasileira de Cerâmica, é definido como cerâmica os materiais na forma de placas, utilizados na construção civil para revestimento de paredes, pisos e outros, em ambientes internos e externos. Medeiros e Sabbatini (1999) designam que revestimento cerâmico compreende um conjunto monolítico de camadas, onde a camada exterior é constituída de placas cerâmicas.

Estes mesmos autores caracterizam as camadas do revestimento da seguinte forma:

- Substrato: camada regularizada sobre a qual serão aplicadas as camadas seguintes. Normalmente é constituída de argamassa de cimento.
- Fixação: têm como função permitir a aderência das placas cerâmicas ao substrato através de argamassa adesiva ou colante, produto industrializado composto de uma mistura pré-dosada pulverulenta no estado seco, fornecida em sacos.
- Cerâmica: Placa cerâmica e argamassa de rejunte à base de cimento, areia e/ou outros agregados finos, inertes não reativos, com adição de um ou mais aditivos químicos.

**Figura 11 - Revestimento Cerâmico**



Fonte: Associação Brasileira de Cerâmica

### **2.8.1 Recomendações para execução do revestimento cerâmico**

Para iniciar o revestimento externo as condições ambientais devem ser favoráveis, evitando a execução em tempo chuvoso ou excessivamente quente e ensolarado. No caso de execução em clima chuvoso, corre-se o risco de haver uma lavagem da camada de fixação, comprometendo a aderência. Dias quentes e ensolarados acentuam a evaporação da água de amassamento da argamassa colante, comprometendo a aderência. (BARROS; SABBATINI. 1990)

Estes mesmos autores recomendam para a execução que as bases que servirão de suporte aos RCF devem secar pelos menos seis semanas antes que os serviços da fachada sejam iniciados. A superfície deverá estar isenta de quaisquer materiais que possam vir a prejudicar a aderência, como particular soltas de argamassa, óleo ou bolor.

As argamassas devem ser preferencialmente preparadas com misturadores elétricos permitindo, além da homogeneização adequada, a incorporação de vazios na forma de microbolhas provocadas pelos aditivos incorporadores de ar. A quantia de água deve ser misturada de acordo com a indicação do fabricante, resultando em uma



pasta consistente, de boa trabalhabilidade e sem grumos. É necessário aguardar o tempo de repouso após o preparo, conforme o fabricante indica.

Aplica-se então a argamassa sobre a base, com o lado liso da desempenadeira, pressionando suficientemente para que a argamassa tenha aderência à base. Passa-se então a desempenadeira com o lado dentado, formando cordões.

De acordo com Medeiros e Sabbatini (1999) é de extrema importância que a aplicação da placa não exceda o tempo em aberto da argamassa colante, determinado previamente em obra na situação mais desfavorável de insolação e vento, sobre a superfície mais absorvente da fachada em execução. A aplicação com o tempo excedido compromete gravemente a aderência entre a placa e o adesivo.

Coloca-se então a peça, assentando a cerca de dois centímetros das peças já assentadas e arrastando a peça até a posição final. Este método é mais eficiente do que simplesmente colocar a peça e bater com o martelo de borracha.

O material de rejunte geralmente são produzidos industrialmente, pré dosados e pré misturados, necessitando apenas da adição de água em proporção indicada pelo fabricante, para evitar que a massa seja demasiadamente porosa devido à adição de água em excesso.

Para a execução das juntas entre componentes é recomendado que seja respeitado o período mínimo de 72 horas após a fixação das peças, para evitar o surgimento de tensões originadas da retração da argamassa colante e permitir que a camada de revestimento passe a trabalhar integralmente somente após a resistência de aderência atingir um certo nível.

### **2.8.2 Manifestações patológicas em revestimento de cerâmica**

De acordo com Campante e Sabbatini (2001) quando os revestimentos cerâmicos de fachada deixam de cumprir com a finalidade para qual foram projetados e passam a não atender mais as necessidades dos usuários, pode-se dizer que ocorreu uma manifestação patológica. Estas funções podem ser sintetizadas em: proteção dos elementos de vedação, isolamento térmico e acústico e acabamento final.

As manifestações patológicas dos revestimentos cerâmicos podem ser atribuídas à deficiência na compreensão das interfaces entre seus componentes, estando diretamente ligada ao lapso de conhecimento técnico da cadeia produtiva, desde os assentadores, até os projetistas.

a) Destacamento

Campante e Baía (2008) explanam que caso a capacidade de aderência entre as interfaces das placas cerâmica, argamassa colante e/ou emboço for menor que as tensões sobre o revestimento cerâmico, haverá perda de aderência e ocorrerá o destacamento. Esta é considerada a manifestação patológica mais séria, pois há grande possibilidade de causar acidentes aos usuários, e possui alto custo para reparos.

O primeiro sintoma desta manifestação é a ocorrência de som cavo (oco) nas placas cerâmicas, quando percutidas. Há ainda a observação de estufamento de peças cerâmicas e rejunte, seguido do destacamento destas áreas.

**Figura 12 - Destacamento de peças cerâmicas em fachada**



Fonte: AECweb

As causas deste destacamento são as mais variadas, sendo algumas delas:

- Movimentações do suporte, como fluência da estrutura;
- Variações de temperatura e higrotérmicas;
- Ausência de detalhes construtivos, como juntas;
- Imperícia ou negligência no que refere ao assentamento, como assentamento sobre superfície contaminada, utilização de argamassa colante com o tempo em aberto excedido.

#### b) Degradação do rejunte

A degradação do rejunte abrange desde comprometimentos de ordem estética, como acúmulo de sujeiras e proliferação de fungo, até anomalias que afetam diretamente o desempenho do sistema de revestimento como um todo. (SILVESTRE; FLORES-COLEN; BRITO, 2003)

A proliferação de fungos e algas na argamassa de rejunte decorre da porosidade elevada e ausência de agentes resistentes a esses microorganismos. Desta maneira, a fachada pode ficar com a estética comprometida, sendo necessária manutenção periódica.

**Figura 13 - Proliferação de fungos na argamassa de rejunte**



Fonte: Revista Técnica – Patologias Cerâmicas

O surgimento de eflorescências acontece devido à passagem da água por fissuras na interface entre rejunte e bordas das peças, lixiviando sais solúveis no material de assentamento ou do próprio rejunte. Este processo pode danificar também as placas cerâmicas.

O excesso de água de amassamento também influencia diretamente no desempenho do rejunte, pois além de enfraquecer a mistura, podendo levar à fissuração, aumenta a porosidade, elevando a possibilidade de ocorrência das manifestações acima citadas (JUGINGER, 2003)



### 3. ESTUDOS DE CASOS

#### 3.1 Metodologia

##### **3.1.1 Plano de coleta de dados**

A definição do universo do estudo iniciou-se com uma visita ao Departamento de Fiscalização de Obras – DFO, onde com o auxílio do engenheiro responsável foi possível levantar as amostras necessárias: edificações com menos de sete anos desde a conclusão da obra até a elaboração da pesquisa.

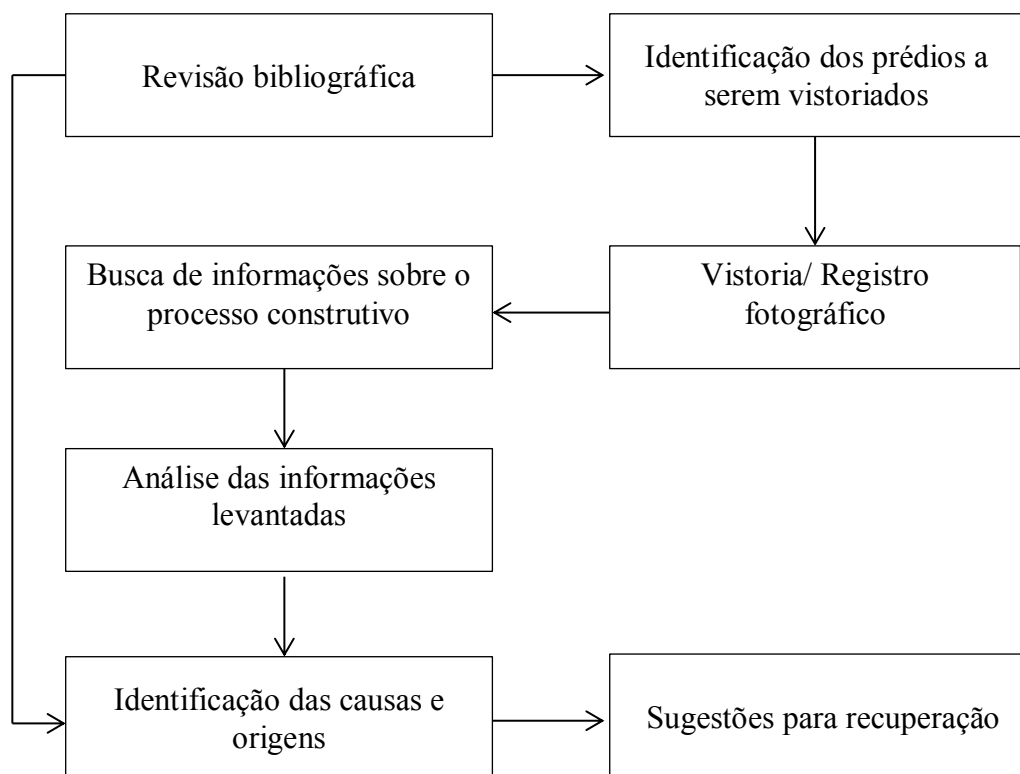
Dentre todas as edificações levantadas, no total de dezenove, incluindo etapas de ampliação, foram escolhidas seis, as quais apresentavam maior incidência de manifestações patológicas, privilegiando blocos de salas de aulas, de forma a selecionar edificações estruturalmente similares. A partir deste levantamento iniciaram-se as inspeções. Estas inspeções consistiram em análise minuciosa das fachadas das edificações, procurando localizar todas as manifestações patológicas presentes.

Para a identificação das manifestações presentes utilizou-se o recurso visual, e quando necessário recurso tátil. Para a documentação e posterior análise, fez-se uso de registro fotográfico.

##### **3.1.2 Organização geral do estudo**

Simplificadamente, a organização do estudo pode ser exemplificada com o auxílio do fluxograma apresentado na Figura 14, adaptado de Lersch (2003)

**Figura 14 - Fluxograma do estudo**



Baseado no fluxograma mostrado anteriormente, as seguintes ações foram tomadas:

a) Estudo inicial

Etapa onde é feita a caracterização do objeto de trabalho, através de uma breve descrição das edificações analisadas. Também será realizada a caracterização das condições ambientais onde estão alocados os prédios. Além destes itens, é realizada a localização e identificação das manifestações.

b) Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica ocorreu em duas etapas, visto que só seria possível discorrer sobre as manifestações após um levantamento. Desta forma, foi realizada uma revisão introdutória e mais abrangente, e a etapa seguinte mais específica e voltada aos temas levantados.

c) Identificações das possíveis causas e origens das manifestações

Nesta etapa serão identificados os agentes causadores e as origens das manifestações patológicas. Aqui se faz pertinente lembrar a distinção entre os termos causa e origem, sendo “causa” o agente responsável diretamente pelo surgimento de um fenômeno patológico, enquanto “origem” está atrelada ao motivo primitivo que gera o surgimento da manifestação em questão.

d) Conclusões

Na fase final, serão apresentados os dados de forma tabulada, facilitando a visualização. Apresentação das possíveis origens para os problemas encontrados.

### 3.2 Condições ambientais da região

Tendo em vista que os fatores climáticos tem forte interação com os mecanismos de degradação, é fundamental que se tenha conhecimento sobre as condições ambientais do local onde as edificações estão construídas.

Todas as edificações localizam-se dentro do Campus da UFSC, no bairro Trindade. Considerada região central da ilha, a menor distância entre esta região do campus e a orla marítima é aproximadamente 3 km, portanto não há consideração de agressividade marinha nesta região.

A região de Florianópolis possui chuvas diárias de curta duração no verão, e intermitentes durante dois ou mais dias durante o inverno. A pluviosidade apresenta índice anual em torno de 1500 milímetros.

Segundo estudos do Laboratório de Controle da Qualidade do Ar – LCQAr (2015) realizados dentro do campus da Trindade, a concentração de material particulado girou em torno de 87 micrômetros por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), abaixo do padrão nacional diário, sendo considerado então satisfatória a qualidade do ar, no quesito poluição do ar.

De acordo com ELY et al (2013), a umidade relativa anual média do ar na região é 85%, possuindo pequena variação entre os períodos do ano. A temperatura média anual fica em torno de 20,8°C.

Devido à sua localização afastada do equador, a região recebe pouca ou nenhuma insolação nas fachadas Sul durante o inverno. (FERNANDES, 2002)

Dentre as características elucidadas neste tópico, a insolação deficiente nas fachadas voltadas ao Sul e a umidade relativa do ar são as que exigem maior atenção, pois criam um ambiente favorável para o surgimento de manifestações patológicas relacionadas à presença de umidade.

### 3.3 Levantamentos das manifestações

A fim de identificar as manifestações patológicas, as edificações foram vistoriadas por fachadas. Para facilitar a visualização, foram elaboradas tabelas expondo os levantamentos, juntamente com breve descrição sobre o prédio.

#### **3.3.1 Bloco H – CCS**

Este bloco foi concluído no ano de 2010, possui estrutura em concreto armado, paredes em alvenaria de blocos cerâmicos. As vigas de baldrame, alicerces e cobertura foram impermeabilizadas. Os elementos de concreto aparente foram revestidos com nata de cimento e receberam demão de verniz. O revestimento das paredes de fechamento foi executado em cerâmica.



**Figura 15 - Bloco H – CCS – Fachada Oeste**



Fonte: Autoria própria, 2016

Tabela 1 - Levantamento no Bloco H (CCS)

Prédio \ Fachada	Norte	Sul	Leste	Oeste
Bloco H – CCS (2010)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manchamento escurecido nos brises de concreto.</li> <li>- Diversos pontos de descolamento da cerâmica. É visível a presença dos cordões de argamassa, e as peças destacadas apresentam o tardo limpo, sem presença de argamassa.</li> <li>- Pontos com descolamento da argamassa colante da base.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manchamento escurecido nos brises de concreto.</li> <li>- Diversos pontos de descolamento da cerâmica. É visível a presença dos cordões de argamassa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manchamento escurecidos nas platibandas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pontos de descolamento da cerâmica. É visível a presença dos cordões de argamassa.</li> <li>- Rejunte escurecido</li> </ul>

Figura 16- Fachada Norte



Fonte: Autoria própria, 2016

**Figura 17 - Fachada Sul**

Fonte: Autoria própria, 2016

### 3.3.2 Terceira Etapa do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – CTC

Concluída em 2010, esta etapa conclui o prédio do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, sendo conjugada à etapa anterior. Estrutura em concreto armado, alvenaria de tijolos cerâmicos, revestida com argamassa, previamente chapiscada. Finalizado com pintura acrílica, sobre selador e massa acrílica.

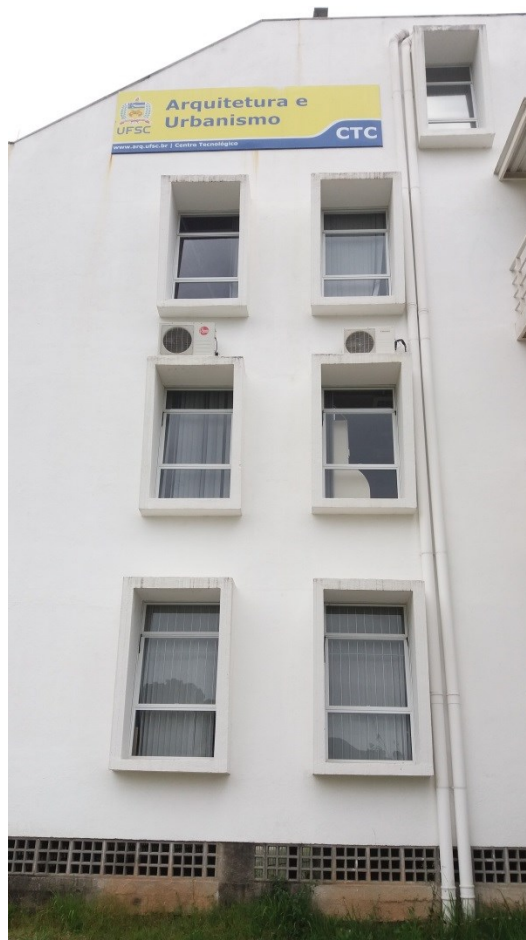
**Figura 18 - Prédio do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Fachada Norte**

Fonte: Autoria própria, 2016

Tabela 2 - Levantamento no Prédio da Arquitetura (CTC)

Fachada Prédio	Norte	Sul	Leste	Oeste
Prédio da Arquitetura – CTC (2010)	<p>- Manchamentos escuros nas platibandas e detalhes construtivos das janelas.</p> <p>- Fissura na interface de encontro entre a terceira etapa e etapa anterior já concluída.</p> <p>-Manchamentos escurecidos pontuais na platibanda e detalhes construtivos das janelas.</p> <p>- Manchamento de aspecto ferruginoso abaixo da placa de identificação do prédio.</p>	<p>- Parte do revestimento apresenta espectro de juntas.</p> <p>- Na platibanda, alguns pontos de descascamento do sistema de pintura, e manchamentos escurecidos.</p> <p>- Pintura amplamente com aspecto escurecido, destacando-se no topo do prédio e próximo ao chão.</p> <p>- Fissura na interface de encontro entre a terceira etapa e a etapa anterior já concluída.</p>	<p>- Nesta fachada encontra-se instalada uma escada de metal, externa ao prédio.</p> <p>-Manchamentos escurecidos pontuais na platibanda e detalhes construtivos das janelas.</p> <p>- Manchamento de aspecto ferruginoso abaixo da placa de identificação do prédio.</p>	<p>- Pontos de descascamento da pintura e manchamento escurecidos</p>





Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 19 - Fachada Sul



Fonte: Autoria própria, 2016

### 3.3.3 Prédio do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (CTC)

Nesta obra foi concluído o bloco de salas de aula e de laboratório, com fechamentos em alvenaria de tijolos cerâmicos, revestidos com argamassa previamente chapiscada, e cerâmica em áreas especificadas. As vigas de baldrame receberam impermeabilizações com pintura betuminosa, e as paredes em contato com o solo foram assentes em argamassa com aditivo impermeabilizante. A impermeabilização das lajes e cobertura foi executada com manta pré-fabricada, com proteção mecânica de cimento e areia. A junta de dilatação entre o bloco de salas de aula e laboratórios foi preenchida com mastique. Os elementos de concreto aparente receberam selador e verniz. A pintura do prédio foi realizada em tinta acrílica.

**Figura 20 - Prédio do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Fachada Oeste**



Fonte: Autoria própria, 2016

Tabela 3 - Levantamento no Prédio da Eng. Sanitária (CTC)

Prédio \ Fachada	Norte	Sul	Leste	Oeste
Bloco Eng. Sanitária (CTC)– 2011	<p>Grande comprometimento do revestimento argamassado junto ao (baldrame) chão. O revestimento apresenta aspecto pulverulento, desagregando-se em algumas partes. Junto aos suportes metálicos dos aparelhos de ar condicionado há manchas ferruginosas. Nas platibandas e nos encontros dos peitoris com a alvenaria existem manchas de aspecto escurecido.</p>	<p>No lado da fachada que é revestida por cerâmica, há um escurecimento de grande parte do rejunte.</p> <p>Na fachada argamassada há fissuras horizontais evidenciadas em diversas interfaces estrutura – alvenaria.</p> <p>Platibandas apresentam manchamento escurecido pronunciado.</p>	<p>Manchas escurecidas em parte do revestimento cerâmico, tanto na peça quanto no rejunte. As manchas partem do rejunte, que aparentam escorrer pelas peças. Próximo ao chão e ao aparelho de ar condicionado há um grande manchamento de coloração verde e preto. Manchamentos ferruginosos junto aos suportes metálicos do ar condicionado. Descascamento pronunciado do sistema de pintura.</p>	<p>Manchas escuras próximo ao chão e nas coberturas. Nesta fachada também há formação de bolhas, e descascamentos pontuais no sistema de pintura. Uma parte da edificação apresenta fissuração expressiva, que acompanham o assentamento dos blocos. Fissuração horizontal pronunciada entre a parede de alvenaria e a cobertura. Há manchas escurecidas na marquise e nas (platibandas) que recobrem os brises.</p>

**Figura 21 - Fachada Leste****Figura 22 - Fachada Sul**

Fonte: Autorial própria, 2016

**Figura 23 - Fachada Norte**

Fonte: Autorial própria, 2016



### 3.3.4 Bloco D – CED

Concluído em 2011, possui estrutura em concreto armado e é conjugado ao bloco B, fechamentos em alvenaria de tijolos cerâmicos, possuindo juntas com aditivo impermeabilizante nas primeiras duas fiadas do térreo. Impermeabilização das lajes e com manta pré-fabricada a base de asfalto. As juntas de dilatação estrutural foram tratadas com mastique. Paredes chapiscadas e revestidas com argamassa. Pintura acrílica sobre selador acrílico. Revestimento em cerâmica em parte da fachada.

**Figura 24 - Bloco D – Fachada Sul**



Fonte: Autoria própria, 2016

Tabela 4 - Levantamento do Prédio D (CED)

Prédio \ Fachada	Norte	Sul	Leste	Oeste
Prédio D – CED (2011)	<p>- Manchamentos escurecidos nos brises e platibandas.</p> <p>- Pontos de descascamento no sistema de pintura.</p>	<p>-O revestimento argamassado apresenta fissuras mapeadas por toda sua extensão.</p> <p>-Manchamentos de coloração avermelhada, principalmente próximo às platibandas.</p> <p>-Descascamentos do sistema de pintura</p> <p>-Manchamentos escurecidos nos brises e platibandas.</p>	<p>- Na fachada argamassada há fissuração mapeada.</p> <p>-Fissura ao longo da união do bloco D ao bloco B.</p>	<p>-Fissuração mapeada</p> <p>-Manchamento escurecidos nas platibandas</p>

**Figura 25 - Fachada Norte**

Fonte: Autoria própria, 2016

**Figura 26 - Fachada Leste**

Fonte: Autoria própria, 2016

### 3.3.5 Bloco C – CED

Conjugado ao bloco B possui estrutura em concreto armado, fechamentos em alvenaria de tijolos cerâmicos, revestidos com argamassa previamente chapiscada. Pintura acrílica sobre selador acrílico.

**Figura 27 - Bloco C – Fachada Norte**



Fonte: Autoria própria, 2016

Tabela 5 - Levantamento do Prédio C (CED)

Prédio \ Fachada	Norte	Sul	Leste	Oeste
Prédio C – CED (2012)	<p>- Manchamento escurecido nos brises de concreto e platibandas.</p> <p>- Fissuras horizontais entre estrutura e alvenaria</p>	<p>- Os brises de concreto apresentam manchamento escuro, e fissuras mapeadas.</p> <p>- O revestimento argamassado apresenta fissuras mapeadas com contorno escuro e manchamentos escurecidos.</p> <p>- No topo do prédio há fissuras do tipo “escamas”.</p> <p>- A parte superior apresenta descascamento do sistema de pintura.</p>	Conjugada ao prédio B	Toda a extensão desta fachada apresenta fissuras do tipo mapeadas



**Figura 28 - Fachada Oeste**



Fonte: autoria própria, 2016

**Figura 29 - Fachada Sul**



Fonte: autoria própria, 2016

### 3.3.6 Bloco I – CCS

Concluído em 2013, possui estrutura em concreto armado, fechamentos em alvenaria de tijolos cerâmicos, revestidos com argamassa sobre superfície previamente chapiscada. Alicerces previamente impermeabilizados. Pintura acrílica sobre selador acrílico.

**Figura 30 - Bloco I – Fachada Norte**



Fonte: Aatoria própria, 2016

Tabela 6 - Levantamento no Bloco I (CCS)

Prédio \ Fachada	Norte	Sul	Leste	Oeste
<b>Bloco I (CCS)– 2013</b>	-manchamento escurecido nos brises de concreto e destacamento do revestimento argamassado.	-Manchamento escurecido nos brises de concreto e destacamento pontual do revestimento argamassado.	Presença de espectro de juntas em todos os panos do revestimento.	Nesta fachada não foi observada manifestações patológicas expressivas.

Figura 31 - Fachada Leste



Fonte: autoria própria, 2016



**Figura 32 - Fachada Sul**



Fonte: autoria própria, 2016

### 3.4 Análise das manifestações

Após a vistoria in loco das fachadas, prosseguiu-se para a análise das manifestações, agrupando-as por aspecto. A organização da análise segue por uma breve descrição das manifestações, com possíveis causas e encerrando em sugestões para recuperação.

#### 3.4.1 Descolamento de peças cerâmicas

- a) Descrição: Descolamento de peças cerâmicas, com ruptura entre camada de fixação e as peças, deixando a mostra os cordões de argamassa. Som cavo em peças ao redor dos locais onde já há destacamento. O tardo das peças não apresenta resquícios de argamassa colante. (Figura 33)

**Figura 33 - Destacamento de peças cerâmicas, Bloco H (CCS)**



Fonte: Autoria própria, 2016

b) Causa

3.4.1.1 Assentamento da cerâmica após tempo em aberto excedido

A presença dos cordões de argamassa juntamente com a observação do tardo limpo da peça indica que a causa provável é o assentamento das peças após o tempo em aberto da argamassa colante ter sido excedido.

O tempo em aberto da argamassa é o intervalo de tempo entre a aplicação da argamassa no substrato até a formação de uma película que impede a aderência. Ao se assentar peças sobre esta película, haverá apenas um pequeno amassamento dos cordões, sem correta interação entre eles. (BARROS; SABBATINI; LORDSLEEN JUNIOR, 1998)

c) Recuperação

Sugere-se a identificação das áreas afetadas, através do ensaio de percussão, ou outro disponível, onde as peças que apresentarem som cavo mostram-se comprometidas e devem ser removidas. Realizar limpeza do substrato, removendo resquícios da argamassa colante. Executar assentamento das peças, atentando para não exceder novamente o tempo em aberto.

3.4.2 Descolamento de argamassa colante para assentamento de peças cerâmicas.

- a) Descrição: pontualmente localizados nos panos de descolamentos, deixam a mostra o substrato de aplicação. Alguns pontos houve descolamento completo. (Figura 34)

**Figura 34 Descolamento de argamassa colante, Bloco H (CCS)**



Fonte: Autoria própria, 2016

b) Causa

b.1) Má preparação do substrato

O descolamento da argamassa de assentamento da base pode acontecer devido ao mau preparo do substrato para receber estes revestimentos, como a presença de poeiras, impedindo correta aderência. A base estando demasiadamente quente favorece essa situação, pois provoca absorção excessiva da água de hidratação da argamassa.

b.2) Substrato pouco poroso

A aderência entre um substrato e a argamassa ocorre devido a um fenômeno essencialmente mecânico. Esse fenômeno ocorre pela transferência de água entre a argamassa e o substrato, possibilitando a entrada da pasta de cimento nos poros do substrato, que, ao hidratar-se, precipita hidróxidos e silicatos que promovem a ancoragem do revestimento.

Em situações onde o substrato é pouco poroso, a baixa absorção não permite a entrada da pasta que promove a ancoragem, prejudicando a aderência entre a base e a argamassa. (CARASEK, 1996)

c) Recuperação

Sugere-se a identificação das áreas afetadas, através do ensaio de percussão, onde as peças que apresentarem som cavo mostram-se comprometidas e devem ser

removidas. Remover resquícios da argamassa colante, quando houver. Para corrigir a porosidade do substrato, deve-se recorrer a alterações da superfície de contato, por meio de apicoamento, a fim de aumentar a ancoragem através do aumento da rugosidade.

### 3.4.3 Manchas Escuras

- a) Descrição: manchas de coloração preta, geralmente com aspecto de escorrimento. (Figura 35)

**Figura 35 Manchas escuras, Bloco D (CED)**



Fonte: Autoria própria, 2016

- b) Causas:

#### b.1) Contaminação atmosférica

Partículas contaminantes em suspensão atmosférica, como pó e fuligem podem aderir e cobrir os revestimentos externos das edificações, causando manchas escurecidas na superfície onde se depositam. De acordo com Bauer (1997), a deposição das partículas por ocorrer desde um mero apoio sobre elementos horizontais, que podem ser facilmente eliminados por ação do vento, até uma aglutinação exagerada, onde sua eliminação necessita de limpeza mecânica. A água da chuva na ausência de detalhes arquitetônicos que direcionem esse escorrimento para longe das fachadas, carrega consigo estes contaminantes, manchando a fachada.

### b.2) Proliferação de fungos

A proliferação de fungos, ou bolor é uma manifestação visível macroscopicamente, que promovem a degradação dos revestimentos por meio da secreção de enzimas. Nos revestimentos de fachadas o bolor causa manchas escuras, em tons de preto, marrom e verde.

Desenvolvem-se preferencialmente em locais onde há presença de umidade e insolação insuficiente. Em locais onde há maior retenção de contaminantes atmosféricos o desenvolvimento é mais intenso, visto que estas partículas servem como fonte adicional de nutrientes.(UEMOTO, AGOPYAN E BRAZOLIN, 1995)

### c) Recuperação

Inicialmente, recomenda-se quando possível alteração da fachada, para evitar elementos que aprisionem sujeiras e água, como superfícies horizontais e protegendo as partes mais expostas à chuva, como platibandas e brises com rufos e pingadeiras. Desta forma diminui-se a probabilidade de incidência de microrganismos e manchamento futuros.

Para a remoção das colônias de fungo, deve-se realizar lavagem das áreas afetadas com solução de água e hipoclorito de sódio, deixando a solução agir por cerca de 15 minutos. Lavar a superfície com água abundante, para eliminar os vestígios de cloro, esperar secar completamente e reaplicar tinta acrílica com agentes fungicidas.

No caso no qual as manchas decorrerem de acúmulo ou escorrimento de sujeiras, sugere-se a lavagem da superfície, com água e detergente, com auxílio de lavadora de alta pressão.

#### 3.4.4 Manchas Esverdeadas

- a) Descrição: manchas de tons esverdeados, de formato disperso, podendo apresentar textura. (Figura 36)



**Figura 36 - Manchas esverdeadas, Bloco ENS (CTC)**



Fonte: Autorial própria, 2016

b) Causa

b.1) Proliferação de fungos

Assim como as manchas escuras, a proliferação de fungos também pode apresentar-se com coloração esverdeada. Tem crescimento favorecido em locais úmidos, com deficiência de insolação. A presença de poeiras e outras partículas servem como fonte adicional de nutrientes. (UEMOTO, AGOPYAN E BRAZOLIN, 1995)

c) Recuperação

Para a remoção das colônias de fungo, deve-se realizar lavagem das áreas afetadas com solução de água e hipoclorito de sódio, deixando a solução agir por cerca de 15 minutos. Lavar a superfície com água abundante, para eliminar os vestígios de cloro, esperar secar completamente e reaplicar tinta acrílica com agentes fungicidas.

### 3.4.5 Manchas Avermelhadas

- a) Descrição: manchas em tons de vermelho ou acastanhadas, com aspecto de escorrimento ou sem aspecto específico. (Figura 37 e Figura 38)

**Figura 37 - Manchas vermelhas devido à algas, Bloco D (CED)**



Fonte: Autoria própria, 2016

b) Causas

b.1) Proliferação de algas

As algas são organismos que, diferentemente dos fungos, não dependem da composição do substrato para a obtenção de carbono como nutriente, necessitando apenas de umidade elevada e regiões protegidas do vento. (UEMOTO, AGOPYAN E BRAZOLIN, 1995)

A localização da fachada na qual esta manifestação está presente possui exatamente estas características, pois está voltada ao Sul e próxima o suficiente de uma edificação de maior porte que impede a circulação de ventos.



## b.2) Manchas de oxidação de itens metálicos

**Figura 38 - Mancha devido à escorrimentos ferruginosos, Bloco ENS (CTC)**



Fonte: Autoria própria, 2016

A oxidação leva à deterioração de um material, usualmente um metal, resultante de reações químicas ou eletroquímicas com seu ambiente. O produto final deste processo é a formação de óxidos de ferro, conhecido como ferrugem. (PANNONI, 2015)

Foi observada a oxidação dos suportes metálicos dos aparelhos de ar condicionados, com visível formação de película de ferrugem. Como estes óxidos são porosos e de aderência fraca ao substrato, estes são facilmente carregados pela água, escorrendo pela parede e deixando manchas de cor avermelhadas.

## c) Recuperação

A proliferação de algas decorre principalmente da presença de umidade, proveniente do fluxo de água da chuva, portanto, a minimização deste fluxo através da instalação de pingadeiras ou outros detalhes que impeçam que a água escorra pela fachada diminuiria a incidência desta manifestação. Sugere-se, assim como no caso de fungos, a lavagem da superfície com hipoclorito de sódio, seguida de água. Após a secagem da superfície, aplicar tinta acrílica com biocida, para evitar nova proliferação de algas.

Para remover as manchas devido à oxidação deve-se primeiro substituir os itens oxidados por metais galvanizados, para que isso não ocorra novamente. A superfície acometida por ferrugem é de difícil limpeza, sugere-se então aplicação de tinta acrílica.

#### 3.4.6 Fissuração mapeada na argamassa

- a) Descrição: fissuras de grande alcance, acometendo grande parte ou totalmente a fachada, de distribuição errática. (Figura 39)

**Figura 39 - Argamassa com fissuração mapeada, Bloco C (CED)**



Fonte: Autoria própria, 2016

- b) Causa:

##### b.1) Retração da argamassa

Após a aplicação da argamassa, inicia-se a secagem inicial, por evaporação e sucção da base, podendo ocorrer a formação de fissuras visíveis. Com o prosseguimento da sucção, evaporação, hidratação do cimento e carbonatação da cal, na fase de endurecimento há continuidade de retração do revestimento, surgindo então fissurações mapeadas.

Os principais fatores que influenciam na retração da argamassa são o consumo excessivo de cimento e grande quantidade de finos, além da incorreta execução do desempenho, não devendo este ser realizado logo após o sarrafeamento.

A execução em dias muito quentes ou secos também colabora para o surgimento desta manifestação, visto que desta forma há evaporação demasiadamente rápida da água de amassamento. (ABCP, 2002)

#### c) Recuperação

É comum que no caso de fissuras decorrentes de retração da argamassa, a aderência não fique comprometida, mas recomenda-se verificação, removendo partes que apresentem aderência deficiente. Caso a aderência não esteja comprometida, aplicar tela de poliéster entre demãos de impermeabilizante acrílico. Prosseguir com aplicação de massa acrílica e pintura acrílica. Na ocorrência de aderência comprometida, remover revestimento e reexecutar.

### 3.4.7 Fissuras horizontais

- a) Descrição: apresentam-se horizontalmente, de duas formas distintas: entre a alvenaria e a laje de cobertura ou entre a alvenaria e as lajes intermediárias. (Figura 40 e
- b) Figura 41)
- c) Causas

#### b.1) Movimentação térmica da cobertura

**Figura 40 - Fissuras devido a Movimentação térmica da cobertura, Bloco ENS (CTC)**



Fonte: Autorial própria, 2016

As coberturas planas recebem maior insolação do que os elementos verticais das edificações, ficando então mais expostas às mudanças térmicas do meio ambiente. Além disso, o coeficiente de dilatação térmica linear do concreto é cerca de duas vezes maior que de alvenarias comumente empregadas. (DRYSDALE;HAMID; BAKER,1994)

Devido ao fato das lajes de cobertura serem vinculadas às paredes de alvenaria e apresentarem diferenças significativas de movimentação, ocorre a fissuração na interface entre estes elementos. (DUARTE, 1998)

#### b.2)Expansão da alvenaria devido absorção de umidade

**Figura 41 - Expansão da alvenaria devido absorção de umidade**



Fonte: Autorial própria, 2016

As mudanças na absorção de água provocam variações dimensionais nos materiais porosos que integram os elementos da construção, levando à uma expansão do material quando o teor de umidade aumenta.

As movimentações higroscópicas em materiais cerâmicos normalmente geram expansão de 0,04% a 0,12%, dependendo da natureza dos argilo minerais e das condições de queima, sendo mais expressivas durante os 6 primeiros meses após a queima. No caso da alvenaria possuir vínculos que impeçam ou restrinjam essas movimentações, poderão ocorrer fissuras entre os elementos da edificação. (ANDRADE et al, 2011)

#### d) Recuperação

Considerando que as fissuras devidas a movimentações térmicas são ativas, ou seja, possuem variações sensíveis em sua abertura de acordo com a temperatura, deve-se proceder a vedação, para impedir penetração de agentes agressivos e promover recuperação estética.

Segundo Sahade (2010), deve-se realizar a abertura de sulco sobre a fissura em formato de “V”, remover o acabamento no entorno, aplicar selante acrílico com auxílio de bico e impermeabilizante acrílico. Aplicar tela de poliéster, seguida de nova camada de impermeabilizante acrílico.

A fissuração devido à expansão dos componentes cerâmicos pode ser considerada estável, partindo da premissa que a maior parte da expansão já ocorreu, então sugere-se a vedação e nivelamento da fachada fissurada com uso de tela de poliéster entre demãos de impermeabilizante acrílico, finalizando com massa acrílica.

### 3.4.7 Fissuras horizontais com componente vertical: escamas

- a) Descrição: fissuras localizadas nas platibandas, possuindo orientação inclinada. (Figura 42)

**Figura 42 - Fissuras do tipo escama, Bloco C (CED)**



Fonte: A autoria própria, 2016

b) Causa

b.1 )Movimentação térmica da cobertura

Assim como as fissuras horizontais, estas fissuras são outra forma de manifestação decorrente das movimentações térmica da cobertura e restrições a estas movimentações. (VERÇOZA, 1991)

As fissuras horizontais com componentes verticais (escamas) ocorrem devido restrições relativas à movimentação térmica da laje de cobertura. Estas fissuras mostram-se pela diferença de insolação, pois enquanto a laje possui maior insolação durante o ano todo, a fachada apresenta insolação consideravelmente menor.

c) Recuperação

Assim como as fissuras horizontais de movimentação térmica, as fissuras escamas podem ser tratadas da mesma forma, por se tratarem de fissuras ativas.

Segundo Sahade (2010), deve-se realizar a abertura de sulco sobre a fissura em formato de “V”, remover o acabamento no entorno, aplicar selante acrílico com auxílio de bico e impermeabilizante acrílico. Aplicar tela de poliéster, seguida de nova camada de impermeabilizante acrílico.

3.4.8 Fissuras no encontro das edificações

- a) Descrição: algumas edificações analisadas foram construídas conjugadas, unindo uma edificação antiga à edificação nova, e o revestimento executado sobre esta união apresenta fissuração por toda a extensão. (Figura 43)

**Figura 43 - Fissuração entre edificações, Bloco D (CED)**



- b) Causa

- b.1) Execução do revestimento sobre junta de continuidade

As juntas de continuidade têm como finalidade separar edificações antigas das novas, sendo executadas quando uma construção é alterada ou ampliada. Permitem que movimentações, comuns no passado, ocorram nos materiais novos, sem que haja perturbação da construção original. Quaisquer materiais que restrinjam as movimentações devem ser descontinuados em uma junta. (ALLEN; IANO, 2013)

A execução do revestimento sobre a junta fere diretamente o propósito desta, pois o revestimento estará sujeito às movimentações impostas, porém não possui flexibilidade para absorver as tensões que surgem, fissurando.

- c) Recuperação



As juntas de continuidade devem ser tratadas com mastique elástico tal como descrito em memorial. Supõe-se aqui que a junta foi tratada corretamente, porém coberta incorretamente com argamassa. Sugere-se então a remoção desta camada que cobre a junta, verificação da integridade do mastique e realização de selagem da junta com selante poliuretânico.

#### 3.4.10 Desprendimento de argamassa com pulverulência

- a) Descrição: Desprendimento de parte do revestimento argamassado, em altura próxima ao solo, com depósitos de material branco, pulverulento. (Figura 44)

**Figura 44 - Desprendimento de argamassa com pulverulência, Prédio ENS (CTC)**



Fonte: Autoria própria, 2016

- b) Causa

##### b.1) Eflorescências devido a umidade ascensional

A umidade ascensional é caracterizada por movimentar um fluxo de água ascendente do solo através de uma estrutura permeável, atingindo o nível onde ocorre o equilíbrio entre a absorção de água pela estrutura e evaporação. (MAGALHÃES, 2008).



A ascensão desta água traz consigo sais dissolvidos provenientes do solo e também materiais que compõem o revestimento. Após a evaporação da água, há a formação de depósitos salinos na superfície, levando ao desprendimento do revestimento. (UEMOTO, 1995)

#### c) Recuperação

No prédio onde foi constatada esta manifestação, de acordo com o memorial descritivo, era especificada a realização de impermeabilizações das vigas baldrame com pintura de base betuminosa, e que as quatro primeiras fiadas de alvenaria sobre o piso seriam executadas utilizando argamassa com impermeabilizantes. Sendo assim, pode-se supor que a umidade ascende apenas pelo revestimento argamassado, devendo este ser recuperado.

Deve-se prosseguir com a remoção do reboco até cerca de 50 centímetros acima da área afetada, aplicar impermeabilizante cimentício de base acrílica em demãos cruzadas em quantidade especificada pelo fabricante. Prosseguir com reaplicação do reboco corretamente dosado.

#### 3.4.11 Rejunte escurecido

a) Descrição: comprometimento da coloração original, clara, pela formação de manchas escuras na superfície do rejunte. (Figura 45 e Figura 46)

b) Causa:

b.1) Proliferação de fungos

Os fungos se proliferam na argamassa de rejunte devido à porosidade elevada deste e ausência de adição de agentes resistentes a estes microrganismos. A porosidade elevada está diretamente ligada ao excesso de água na mistura. (COBREAP, 2009)

**Figura 45 - Manchas devido à proliferação de fungos, Bloco H (CCS)**



Fonte: Aatoria própria, 2016

**b.2) Manchas devido ao acúmulo de sujeira**

O manchamento é altamente influenciado pela rugosidade, absorção de água e pela porosidade do material do rejunte. Por tratar-se de um material arenoso, sua superfície naturalmente apresenta irregularidades e alta rugosidade, facilitando a deposição de sujeiras e dificultando a limpeza. (JUGINGER,2003). O acúmulo de sujeiras também favorece a proliferação de fungos, pois fornecem fonte adicional de nutrientes.

**Figura 46 - Manchas devido ao acúmulo de sujeira, Bloco ENS (CTC)**



Fonte: Aatoria própria, 2016

c) Recuperação

O surgimento de bolor e acúmulo de sujeiras decorrem basicamente da porosidade elevada do material de rejunte, e para a correção desta anomalia seria indicada a remoção do material e execução com material de menor porosidade, porém essa medida não é tida como viável, econômica e executivamente, pois as áreas atingidas possuem grande extensão. Sugere-se então a lavação com água e detergente, utilizando jato d'água. É indicada a realização de testes no revestimento para determinar a pressão e distância de aplicação do jato d'água para que não haja comprometimento do rejunte. (RESENDE, 2004)

3.4.12 Descascamento do sistema de pintura

- a) Descrição: desprendimento da película de tinta, deixando visível o revestimento argamassado. (Figura 47)

**Figura 47 - Descascamento de pintura, Bloco C (CED)**



Fonte: Aatoria própria, 2016

## b) Causas

### b.1) Umidade na superfície

A presença de umidade constante na superfície é um fator que acelera a degradação da pintura, podendo levar ao descascamento. (UEMOTO,2002)

### b.2) Substrato mal preparado

Quantidades excessivas de pó sobre a superfície dificultam a aderência da película de tinta, pois o contato físico entre os materiais não é pleno. (Sherwin Williams, 2016)

## c) Recuperação

Remover as partes não aderidas com espátula ou escova de aço. Aplicar fundo preparador de base acrílica, para aglutinar partículas soltas. Se necessário, nivelar a superfície com massa acrílica, duas a três demãos, aguardando 4 horas entre elas, lixando entre aplicações. Pintar a superfície com tinta acrílica, diluída conforme fabricante, 2 a 3 demãos, 24 horas após o nivelamento, ou 4 horas após fundo preparador. (Sherwin Williams, 2016)

### 3.4.13 Bolhas na pintura

- a) Descrição: formação de bolhas no sistema de pintura, com aspecto de estufamento. (Figura 48)

**Figura 48 - Bolhas, Prédio ENS (CTC)**



Fonte: A autoria própria, 2016

b) Causa

b.1) Baixa permeabilidade da película de tinta acrílica à umidade

As bolhas manifestaram-se unicamente no Prédio do Departamento de Engenharia Sanitária, prédio este que possuía como especificação de execução o uso de tinta acrílica sobre reboco curado. Localizaram-se logo abaixo da laje de cobertura.

As tintas acrílicas possuem resinas acrílicas em sua composição, que garantem alta impermeabilidade, sendo indicada então para uso externo. A ocorrência das bolhas se dá justamente por essa característica, pois caso o elemento esteja sujeito à umidade de origem interna, os vapores de água ficam aprisionados pela película. (Sherwin Williams, 2016)

c) Recuperação

Deve-se inicialmente prosseguir com a eliminação da possibilidade de penetração de umidade, visto que se isso for recorrente, apenas repintura não será suficiente. Recomenda-se então instalação de rufos tipo pingadeiras nas coberturas, a fim de direcionar as águas da chuva.

Remover as partes não aderidas com espátula. Aplicar fundo preparador de base acrílica, para aglutinar partículas soltas. Se necessário, nivelar a superfície com massa

acrílica, duas a três demãos, aguardando 4 horas entre elas, lixando entre aplicações. Pintar a superfície com tinta acrílica, diluída conforme fabricante, 2 a 3 demãos, 24 horas após o nivelamento, ou 4 horas após fundo preparador. (Sherwin Williams, 2016)

#### 3.4.14 Espectros de juntas ou “fantasmas”

- a) Descrição: visualização das juntas da alvenaria e a demarcação da estrutura de concreto, através do revestimento de argamassa. (Figura 49)

**Figura 49 - Espectro de juntas, Bloco I (CCS)**



Fonte: Autorial própria, 2016

- b) Causa
  - b.1) Espessura insuficiente do revestimento

Os espectros exteriores surgem devido às diferentes taxas de succionamento da argamassa, devido às diferentes bases de assentamento. Desta forma, os componentes da

alvenaria, as juntas de assentamento e os elementos estruturais possuem diferentes coeficientes de absorção de água, e secam em velocidades diferentes. (LOGEAIS, 1989). A diferença de absorção dos substratos pode levar ao escurecimento diferencial da superfície, decorrente da proliferação de fungos, que se desenvolvem nas partes úmidas.

Desta forma, este fenômeno é tanto mais pronunciado quanto menor for a espessura do reboco, e possivelmente por esta razão a NBR 13749 (ABNT, 1996) sugere que as fachadas tenham revestimento entre 20 e 30 mm (CRESCENCIO, 2005).

De acordo com memoriais descritivos das edificações que apresentaram esta manifestação, a camada de revestimento externo, quando especificada, possui espessura de 15 mm, inferior ao sugerido em norma. Aliado a este fato, as fachadas incidentes estão voltadas totalmente para o Sul, no caso do Departamento de Arquitetura, ou parcialmente no caso do Bloco I do CCS, tendo então menor insolação e maior propensão a apresentarem-se por maior tempo úmidas, evidenciando os espectros e favorecendo a proliferação de microrganismos.

#### c) Recuperação

O método considerado mais eficiente consistiria na remoção do revestimento afetado e execução de novo revestimento, em espessura maior e menor permeabilidade, em superfície corretamente chapiscada.

### 3.4.15 Manchas escuras em peças cerâmicas e rejunte

- a) Descrição: o rejunte apresenta aspecto de escorrimento por sobre as peças cerâmicas, com escurecimento. (Figura 50)



**Figura 50 - Manchamento do rejunte e peças cerâmicas, Prédio ENS (CTC)**



Fonte: Autoria própria, 2016

b) Causa

b.1) Eflorescência do rejunte

As eflorescências se caracterizam pelo aparecimento de formações salinas sobre algumas superfícies, podendo ter caráter pulverulento ou ter forma de crostas duras. Para que ocorra, deve haver dissolução de sais presentes na argamassa sob ação de água que infiltra entre o rejunte e as bordas da placa. (GRANATO,2005)

No local de incidência desta manifestação, observa-se que a arquitetura do local é favorável ao aprisionamento de água imediatamente acima, podendo então facilitar a percolação de água entre as peças, possivelmente dada elevada porosidade do rejunte.



### b.2) Acúmulo de sujeiras sobre eflorescência

O surgimento das eflorescências por si só não acarretaria manchamento escurecidos, pois os depósitos salinos geralmente são de coloração clara, assim, aliado às eflorescências, ocorreu depósito de sujeiras sobre estas, possivelmente pela facilidade de aprisionar partículas sólidas devido à maior rugosidade, quando comparada ao rejunte são.

### c) Recuperação

Primeiramente, aconselha-se a identificação e eliminação dos locais que permitem a percolação da água, impermeabilizando a superfície acima, para posteriormente seguir com a recuperação.

Como a área afetada não é de grande extensão sugere-se a remoção deste rejunte comprometido, e lavagem das peças cerâmicas utilizando ácido sulfâmico 5%, realizando testes iniciais, e finalizando com lavagem com água. (ATLAS)

### 3.4.16 Fissuração em diagonal

a) Descrição: Fissuras em diagonal, que acompanham o assentamento dos blocos.

Figura 51

**Figura 51 - Fissuração**



Fonte: autoria própria, 2016

## b) Causa

### b.1) Recalque diferencial

Conforme Thomaz (1989), os recalques diferenciados de elementos de fundação induzem a fissuração diagonal das paredes de vedação. As fissuras inclinam-se na direção do elemento que sofreu maior recalque. O recalque pode ocorrer devido inúmeras causas, como falta de homogeneidade do solo e acomodações diferenciais do solo.

Observando a edificação, percebe-se que há uma junta separando esta em dois “blocos”, onde o lado direito não apresenta tal manifestação. Supõe-se então que os blocos não compartilham os elementos de fundação, e apenas o lado esquerdo sofreu recalque diferencial.

## c) Recuperação

Considerando tal causa, deve-se realizar um acompanhamento da fissura para determinar se esta é de caráter ativo ou estável. Caso estejam estabilizadas, prosseguir com fechamento das fissuras com aplicação de tela de poliéster entre demãos de impermeabilizante acrílico, finalizando com massa acrílica e pintura. Caso sejam ativas, é necessário realizar um estudo mais aprofundado sobre a situação da estrutura de fundação.

### 3.5 Tabela Resumo

A seguir será apresentado o quadro resumo, que condensa todas as informações levantadas sobre as manifestações e as sugestões para recuperação.

Tabela 7 – Resumo

Manifestação	Causas	Recuperação
Descolamento de peças cerâmicas	Assentamento da cerâmica após tempo em aberto excedido	Identificação das áreas afetadas, através do ensaio de percussão. Realizar limpeza do substrato, removendo resquícios da argamassa colante. Executar assentamento das peças, atentando para não exceder novamente o tempo em aberto.
Descolamento de argamassa colante para assentamento de peças cerâmicas.	Má preparação do substrato Substrato pouco poroso	Identificação das áreas afetadas, através do ensaio de percussão. Remover resquícios da argamassa colante, quando houver. Para corrigir a porosidade do substrato, deve-se recorrer à alterações da superfície de contato, afim de aumentar a ancoragem através do aumento da rugosidade.
Manchas Escuras	Contaminação atmosférica Proliferação de fungos	Alteração da fachada, para evitar elementos que aprisionem sujeiras e água. Proteger as partes mais expostas à chuva, como platibandas e brises com rufos e pingadeiras. Lavagem das áreas afetadas com solução de água e hipoclorito de sódio, deixando a solução agir por cerca de 15 minutos. Lavar a superfície com água abundante, para eliminar os vestígios de cloro, esperar secar completamente e reaplicar tinta acrílica com agentes fungicidas. No caso no qual as manchas decorrerem de acúmulo ou escorrimento de sujeiras, sugere-se a lavação da superfície, com água e detergente, com auxílio de lavadora de alta pressão.
Manchas Avermelhadas	Proliferação de algas Manchas de oxidação de itens metálicos	Minimização do fluxo de água através da instalação de pingadeiras ou outros detalhes que impeçam que a água escorra pela fachada diminuiria a incidência desta manifestação. Lavação da superfície com hipoclorito de sódio, seguida de água. Após a secagem da superfície, aplicar tinta acrílica com biocida, para evitar nova proliferação de algas. substituir os itens oxidados por metais galvanizados, para que isso não ocorra novamente. A superfície acometida por ferrugem é de difícil limpeza, sugere-se então aplicação de tinta acrílica.
Fissuração mapeada na argamassa	Retração da argamassa	Verificação da aderência da argamassa. Caso a aderência não esteja comprometida, aplicar tela de poliéster entre demãos de impermeabilizante acrílico. Prosseguir com aplicação de massa acrílica e pintura acrílica. Na ocorrência de aderência comprometida, remover revestimento e reexecutar.

Manifestação	Causas	Recuperação
Fissuras horizontais	Movimentação térmica da cobertura	Realizar a abertura de sulco sobre a fissura em formato de “V”, remover o acabamento no entorno, aplicar selante acrílico com auxílio de bico e impermeabilizante acrílico. Aplicar tela de poliéster, seguida de nova camada de impermeabilizante acrílico.
	Expansão da alvenaria devido absorção de umidade	A fissuração devido à expansão dos componentes cerâmicos pode ser considerada estável, partindo da premissa que a maior parte da expansão já ocorreu, então sugere-se a vedação e nivelamento da fachada fissurada com uso de tela de poliéster entre demãos de impermeabilizante acrílico, finalizando com massa acrílica.
Fissuras horizontais com componente vertical: escamas	Movimentação térmica da cobertura	Realizar a abertura de sulco sobre a fissura em formato de “V”, remover o acabamento no entorno, aplicar selante acrílico com auxílio de bico e impermeabilizante acrílico. Aplicar tela de poliéster, seguida de nova camada de impermeabilizante acrílico.
Fissuras no encontro das edificações	Execução do revestimento sobre junta de continuidade	Remoção da camada de argamassa que cobre a junta, verificação da integridade do mastique e realização de selagem da junta com selante poliuretânico
Desprendimento de argamassa com pulverulência	Eflorescências devido umidade ascensional	Deve-se prosseguir com a remoção do reboco até cerca de 50 centímetros acima da área afetada, aplicar impermeabilizante cimentício de base acrílica em demãos cruzadas em quantidade especificada pelo fabricante. Prosseguir com reaplicação do reboco corretamente dosado.
Rejunte escurecido	Proliferação de fungos	Sugere-se a lavagem com água e detergente, utilizando jato d’água. É indicada a realização de testes no revestimento para determinar a pressão e distância de aplicação do jato d’água para que não haja comprometimento do rejunte.
	Manchas devido ao acúmulo de sujeira	
Descascamento do sistema de pintura	Umidade na superfície	Deve-se remover as partes não aderidas com espátula ou escova de aço. Aplicar fundo preparador de base acrílica, para aglutinar partículas soltas. Se necessário, nivelar a superfície com massa acrílica, duas a três demãos, aguardando 4 horas entre elas, lixando entre aplicações. Pintar a superfície com tinta acrílica, diluída conforme fabricante, 2 a 3 demãos, 24 horas após o nivelamento, ou 4 horas após fundo preparador.
	Substrato mal preparado	

Manifestação	Causas	Recuperação
Bolhas na pintura	Baixa permeabilidade da película de tinta acrílica à umidade	Eliminação da possibilidade de penetração de umidade. Recomenda-se então instalação de rufos tipo pingadeiras nas coberturas, a fim de direcionar as águas da chuva. remover as partes não aderidas com espátula. Aplicar fundo preparador de base acrílica, para aglutinar partículas soltas. Se necessário, nivelar a superfície com massa acrílica, duas a três demãos, aguardando 4 horas entre elas, lixando entre aplicações. Pintar a superfície com tinta acrílica, diluída conforme fabricante, 2 a 3 demãos, 24 horas após o nivelamento, ou 4 horas após fundo preparador.
Espectros de juntas ou "fantasmas"	Espessura insuficiente do revestimento	Remoção do revestimento afetado e execução de novo revestimento, em espessura maior e menor permeabilidade, em superfície corretamente chapiscada.
Manchas escuras em peças cerâmicas e rejunte	Eflorescência do rejunte	Identificação e eliminação dos locais que permitem a percolação da água, impermeabilizando a superfície acima, para posteriormente seguir com a recuperação. Como a área afetada não é de grande extensão sugere-se a remoção deste rejunte comprometido, e lavagem das peças cerâmicas utilizando ácido sulfâmico 5%, realizando testes iniciais, e finalizando com lavagem com água
	Acúmulo de sujeiras sobre eflorescência	
Fissuração em diagonal	Recalque diferencial da fundação	realizar um acompanhamento da fissura para determinar se esta é de caráter ativo ou estável. Caso estejam estabilizadas, prosseguir com fechamento das fissuras com aplicação de tela de poliéster entre demãos de impermeabilizante acrílico, finalizando com massa acrílica e pintura. Caso sejam ativas, é necessário realizar um estudo mais aprofundado sobre a situação da estrutura de fundação.

### 3.6 Origens

Observando as análises realizadas na seção anterior, é possível afirmar que as origens de diversas manifestações permeiam por uma origem em comum: construtivas. Estas manifestações podem estar atreladas a dois pontos importante da construção: projeto e suas especificações; e no momento da execução.

#### 3.6.1 Projeto

Usualmente os projetos são precários no que se refere à prescrição de soluções para os revestimentos de fachada, não descrevendo com detalhamento as propriedades a exigir dos materiais, tendo em conta o ambiente onde o edifício se insere, limitando-se a apontar o tipo de revestimento a aplicar. O ideal seria um projeto que contemplasse as especificações detalhadas para a execução do revestimento da fachada.

As soluções a serem adotadas na concepção do projeto deve considerar uma série de fatores que influenciam o seu desempenho a curto e em longo prazo, compatibilizando o projeto com o ambiente no qual edificação está inserida, condições de exposição a qual está submetido, analisando também os agentes à qual está sujeita.

Deve-se sempre que possível privilegiar a proteção dos revestimentos por detalhes arquitetônicos adequados, para que os efeitos da umidade e poluição sejam menos agressivos; considerar a natureza da base do revestimento, por questões de capacidade de ancoragem, atentar à possíveis movimentações diferenciais entre elementos, sejam de origem térmica ou higroscópicas.

Como exemplos de manifestações geradas por inadequações de projeto, podemos citar as proliferações de fungos, manchamento devido ao escoamento de sujeiras, que não seriam tão pronunciados caso a arquitetura do local não favorecesse ao acúmulo de água.

#### 3.6.2 Execução

As deficiências ao nível da execução estão relacionadas com a falta de mão-de-obra qualificada que executa incorretamente o estipulado em projeto.

Irregularidades de execução, em função da não observância das normas técnicas, erros e omissões dos profissionais, emprego de mão-de-obra despreparada, ou a combinação desses fatores levam a brechas para que futuramente essas falhas resultem em manifestações patológicas.

Não é incomum que a execução incorreta seja motivada por simples imperícia, onde a mão de obra, despreparada, não compreende corretamente as consequências de métodos incertos de execução. Neste ponto, é fundamental a presença de fiscalização constante, para que sejam garantidas as técnicas executivas preconizadas por normas ou projetos.

Os principais problemas decorrentes de erros de execução são o desprendimento de peças cerâmicas devido aplicação incorreta; fissuração mapeada na argamassa devido ao excesso de cimento, e degradação do rejunte.

#### **4. CONCLUSÃO**

Ao final deste trabalho foi possível produzir um levantamento detalhado com as manifestações patológicas que acometem as edificações, suas causas, origens e possíveis recuperações. Este trabalho desenvolvido pode ser utilizado pelo Departamento de Fiscalização de Obras como orientações para trabalhos de manutenção e recuperação nas edificações analisadas.

Percebeu-se no desenvolvimento deste trabalho que muitas manifestações patológicas poderiam ter sido evitadas caso fossem tomados cuidados nas fases de projeto e execução. É importante que durante o projeto sejam identificados pontos críticos e que estes recebam atenção especial, tanto para as disposições construtivas quanto durante a execução. Como pontos críticos podemos citar as fachadas que recebem menor insolação, e locais onde os fluxos de água estão mais concentrados, visto que a maioria das manifestações decorrem de problemas referentes a umidade.

As fachadas com menor insolação permanecem úmidas por mais tempo, apresentando incidência mais intensa de manifestações e maior propensão à ocorrência de espectro de juntas. Os locais onde os fluxos de água são mais intensos, como topo dos prédios e onde os fluxos carregam sólidos depositados, também são críticos, apresentando manchamento e proliferação de bolor.

Desta maneira, o projeto deve levar em consideração os fatores e as condições que favorecem o aparecimento de manifestações patológicas, de modo que se evitem disposições arquitetônicas que tornem as fachadas mais suscetíveis aos agentes degradantes ou caso não seja possível evitá-las, fazer uso de detalhes construtivos que amparam e protegem as fachadas.

Evitar elementos horizontais quando possível, pois estes facilitam o acúmulo de sujeiras e são focos de percolação de água. Caso sua eliminação não seja possível, providenciar métodos mitigadores de degradação, como impermeabilização ou detalhes construtivos que protejam este elemento e direcionem os fluxos d'água para longe das fachadas, como pingadeiras e rufos.

O projeto, memoriais e outros itens para nortear a execução devem possuir ao máximo detalhamento necessário e de fácil compreensão, para que haja a diminuição de possíveis incertezas, levando à execução incorreta. Salienta-se a importância para que sejam respeitadas as técnicas executivas corretas de modo que não haja comprometimento futuro dos materiais e seu desempenho.

Avaliando-se a etapa referente à execução, percebe-se que muitas vezes as especificações construtivas determinadas nos memoriais são coerentes e adequadas, porém quando se observa a edificação, nem sempre o que foi executado condiz com o projeto, elucidando a importância de adequado controle do processo de produção. Sabe-se que este processo é árduo e dinâmico, pois além de depender da equipe responsável pela fiscalização, depende da qualificação da mão de obra, para que haja maiores garantias de que a execução irá ocorrer como o especificado.

Pontos importantes a serem enfatizados são a necessidades de desvincular elementos com movimentações diferenciais, como coberturas ou edificações contíguas, executadas em etapas diferentes. O acompanhamento da etapa de preparação de materiais, atentando para o correto proporcionamento de misturas e adequação da base que irá receber o revestimento, assim como a maneira que o revestimento está sendo executado.

É fundamental salientar que a adequação do projeto e melhoramento da execução não garante totalmente que tais manifestações citadas não aconteçam, pois seus mecanismos de ocorrência são dinâmicos, e as causas sugeridas são hipóteses, ainda que baseadas em análises e estudos anteriores. No entanto, pode-se afirmar que o sua proporção seria de menor magnitude, e que seu aparecimento tenderia a tardar.

Por fim, este trabalho possibilitou o aprofundamento do tema proposto e do método de trabalho, colocando em prática o exercício das atividades necessárias para o levantamento e diagnóstico de manifestações patológicas em edificações.



## REFERÊNCIAS

ABCP, 2002, Manual de revestimentos de argamassa. 1. ed. São Paulo, SP, Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)

\_\_\_\_\_. ABRAFITI – Associação Brasileira de Tintas. Informações gerais sobre tintas e pinturas imobiliárias. São Paulo, 2013.

ALLEN, E; IANO, J. Fundamentos da Engenharia de Edificações - 5ed: Materiais e Métodos. Bookman Editora, 2013.

ANDRADE, R. A. et al. Influência da expansão por umidade no comportamento mecânico de argilas para uso em blocos de cerâmica vermelha - revisão. *Cerâmica*, Set 2011, vol.57, no.343, p.329-337. ISSN 0366-6913

\_\_\_\_\_. Atlas. Manual: Eflorescências. Disponível em:  
<<http://www.ceramicaatlas.com.br/ceramicaatlas/upload/manuais/Novo/eflorescencia.pdf>> Acesso em 20 de outubro de 2016.

BACH, Erna Elisabeth, Rangel, Áurea Renata, Biodeterioração de tintas à base de água por fungos Exacta [en linea] 2005, ( ) : [Fecha de consulta: 15 de agosto de 2016] Disponível em:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81000308>>

BARROS, M. S. B.; SABBATINI, F. H.; LORDSLEEN Jr., A. Recomendações para execução de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria. São Paulo, EPUSP-PCC, 1990. (Projeto EPUSP/SENAI.)

BAUER, R.J.F. Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, II, 1997, Salvador. Anais... Salvador: CETA / ANTAC, 1997

BAUER, L. A.; Materiais de Construção, Vol 2. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

BRITO, J., COLEN, I.F., SILVESTRE, J.D, Estratégia de Manutenção Pró-activa para Juntas de Revestimentos Cerâmicos Aderentes (RCA). 3º ENCORE, no LNCE, Portugal, 2003

CAMPANTE, E.F.; BAÍA, L.L.M. Projeto e execução de revestimento cerâmico. 2. ed. São Paulo: O nome da rosa, 2008. 103 p.

CAMPANTE, E.F.; SABBATINI, F.H. Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada. Boletim técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2001.

CARASEK, H. Argamassas. In: Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. ISAIA, G.C. (Organizador/Editor). São Paulo: IBRACON, 2007 p863-804.

CARASEK, H. Aderência de Argamassas à Base de Cimento Portland a Substratos Porosos: avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CARNEIRO, A. M. P. Revestimento externo em argamassa de cimento, cal e areia: sistemática das empresas de construção civil de Porto Alegre. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1993.

- CARVALHO, Isabella Chaves; PIKANÇO, Marcelo de Souza; MACEDO, Alcebíades Negrão. IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS EM FACHADAS E METODOLOGIA DE ANÁLISE: ESTUDOS DE CASOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Reec - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Vol 9, n 2, Pará, 2014
- CASCUDO, O.; et al. Conservação de fachadas: restauração de revestimentos de argamassa. Revista Engenharia, São Paulo, n.492, p19-22, 1992.
- CASTRO, Ulisses Resende. Importância da manutenção predial preventiva e as ferramentas para sua execução. 2007. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007
- CEOTTO, L. H.; BONDUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. Revestimentos de argamassa: boas práticas em projeto, execução e avaliação. Porto Alegre: ANTAC, 2005. Recomendações Técnicas Habitar, v. 1.
- CRESCENCIO, R.M. Revestimento decorativo monocamada: produção e manifestações patológicas – São Paulo: EPUSP, 2005. 33 p – (boletim técnico da escola politécnica da USP, Departamento de engenharia de construção civil ; BT/PPC/338).
- CYRINO, Lucílio F. Influência do Reboco e do Reboco Armado com Tela Soldada na Resistência de Alvenaria de Vedação Submetida à Compressão Simples. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 141. Dissertação de Mestrado. 2012.
- PANNONI, Fábio Domingos. PRINCÍPIOS DA PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS EM SITUAÇÃO DE CORROSÃO E INCÊNDIO. Sp: Gerdau, 2015.
- DORNELLES, Kelen Almeida. ABSORTÂNCIA SOLAR DE SUPERFÍCIES OPACAS: MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO E BASE DE DADOS PARA TINTAS LÁTEX ACRÍLICA E PVA. 2008. 160 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- DRYSDALE, R. G.; HAMID, A. A.; BAKER L. R. "Masonry structures: behavior and design". Prentice Hall, New Jersey, 1994.
- DUARTE, R.B. Fissuras em alvenarias: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. Porto alegre: CIENTEC, 1998. (Boletim Técnico, 25)
- ELY, D. F.; BERTINI, I. T.; OLIVEIRA, L. T. De; Variabilidade climática nas cidades de Londrina, Maringá (PR) e Florianópolis (SC) e a expansão latitudinal da dengue. 2013
- FERNANDES, Antonio Manuel Corado Pombo. Insolação de edifícios e o projeto de suas proteções solares - Material de aula – Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2002.
- FRANÇA, Alessandra A. V. et al. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. 174. ed. São Paulo: Techne, 2011
- FREITAS, Antônio Henrique Correa de; FRANÇA, Poliana Miranda; FRANÇA, Tamiris Miranda. PATOLOGIA DE FACHADAS. Revista Pensar Engenharia, Minas Gerais, 2013.
- GOULART, S. V. G. Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico em edificações de Florianópolis. Dissertação (Mestrado) – UFSC. Florianópolis, 1993
- GRANATO, J. E. Patologia das fachadas revestidas de cerâmica e granito. São Paulo: Viapol, 2005. Notas de aula do curso de patologia das construções

JUGINGER, Max. Rejuntamento de revestimentos cerâmicos: influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis. 2003. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica do Estado de São Paulo, São Paulo, 2003.

LEAL, U. Revestimento mínimo. *Téchne – Revista de Tecnologia e Negócios da Construção*, São Paulo, ano 11, n 58, p 14-16, jan. 2002.

LICHTENSTEIN, N. B. Patologia das construções: procedimentos para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações. São Paulo. 191p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1985.

LOURENÇO, Líbia da costa; MENDES, Luis carlos Mendes. Detecção preventiva de patologias em edificações. *Téchne – Revista de Tecnologia da Construção*, São Paulo, edição 167, fev/2011.

MAGALHÃES, D. T. Inspeção, diagnóstico e controle da ascensão capilar de águas do terreno pelas alvenarias: aplicação na igreja Cidadelhe. 2008. 209 f. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, Vila Real, 2008.

MEDEIROS, J.S. SABBATINI, F.H., Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1999

MILITO, José Antonio de. TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: PATOLOGIAS MAIS COMUNS EM REVESTIMENTOS (Material de Aula). Campinas: Faculdade de Ciências Tecnológicas da P.u.c. Campinas, 2009. Disponível em: <[http://demilito.com.br/10-Patologia dos revest-rev.pdf](http://demilito.com.br/10-Patologia%20dos%20revest-rev.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2016.

NAPPI, Sérgio Castello Branco. Uma solução alternativa para prorrogação da vida útil dos rebocos com salinidade em edificios históricos. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

OLIVEIRA, J. N.; Patologias e tratamento de fachadas - Artigo CREA-RN. Rio Grande do Norte, 2014.

PETRUCCI, H. M. C. A Alteração da Aparência das Fachadas dos Edifícios: interação entre as condições ambientais e a forma construída. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

POLITO, Giulliano. Principais Sistemas de Pinturas e suas Patologias: Material de Aula. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais Escola de Engenharia, 2006. Disponível em: <[http://www.demc.ufmg.br/tec3/Apostila de pintura - Giulliano Polito.pdf](http://www.demc.ufmg.br/tec3/Apostila%20de%20pintura%20-%20Giulliano%20Polito.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2016

QUADRADO, Luciana; ARTIGAS, Tatiana. A importância das orientações solares na arquitetura. *Jornal Construção e Cia*, Curitiba. 2015.

RESENDE, M. M. Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edificios: limpeza de revestimentos cerâmicos. Dissertação de mestrado – Escola politécnica da universidade de São Paulo. 215 p. São Paulo, 2004.

SHERWIN-WILLIAMS. Como corrigir problemas. Disponível em: < <http://www.sherwin-williams.com.br/inspire-se/como-corrigir-problemas/>>. Acesso em: 15 out. 2016.

SOUZA, Vicente Custodio Moreira de; RIPPER, Thomaz. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. 1. ed. São Paulo: Pini, 1998. 255 p. ISBN 8572660968.

SOUZA, G.F. Eflorescências nas argamassas de revestimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, II, 1997, Salvador. Anais... Salvador: CETA / ANTAC, 1997

SOUZA, R.H.F.;ALMEIDA,I.R.; VERÇOSA, D.K. Fachadas prediais: considerações sobre o projeto, os materiais, a execução, a utilização, a manutenção e a deterioração. Revista Internacional Construlink. V.3. 2005

THOMAZ, E. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini, 1989.

THOMAZ, E.; CHIMELO, J.P. Cupins e argamassas. Técnica – revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, ano 2, n. 7, p. 5, nov/dez. 1993.

THOMAZ, Ercio & HELENE, Paulo. Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenarias de vedação em edifícios. São Paulo, Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Boletim Técnico BT/PCC/252, 31p. 2000 ISSN 0103-9830

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil. ALCONPAT Internacional. Boletim Técnico nº 01. Março de 2013. Unisinos, Brasil 2013

UEMOTO, Kai Loh; AGOPYAN, Vahan; BRAZOLIN, Sérgio. Degradação de pinturas e elementos de fachada por organismos biológicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 1995, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ANTAC, 1995. p. 723-728

UEMOTO, K. L. Aditivos impermeabilizantes para argamassas e concreto. In: Tecnologia de edificações. São Paulo, Pini, IPT. 1995.

UEMOTO, Kai Loh Projeto, execução e inspeção de pinturas / Kai Loh Uemoto. - São Paulo: O Nome da Rosa, 2002.

VERÇOZA, E. J. Patologia das edificações. Porto Alegre: sagra. 1991.

ZANONI, V.A.G. Influência dos agentes climáticos de degradação no comportamento higrotérmico de fachadas em Brasília. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília, DF, 293 p. 2015.