



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**JACIARA SANCHES BARRETO**

**ESTUDO DA DEGRADAÇÃO DAS FACHADAS DE EDIFICAÇÕES  
HISTÓRICAS DA CIDADE DE SALVADOR- BA**

Salvador

2019

**JACIARA SANCHES BARRETO**

**ESTUDO DA DEGRADAÇÃO DAS FACHADAS DE EDIFICAÇÕES  
HISTÓRICAS DA CIDADE DE SALVADOR- BA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Gabriel Santos Silva

Coorientador: Prof. Dr. Jardel Pereira Gonçalves

Agência Financiadora: Fundação de Amparo à pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb).

Salvador

2019

Barreto, Jaciara Sanches

Estudo da Degradação das Fachadas de Edificações  
Históricas da Cidade de Salvador - BA / Jaciara  
Sanches Barreto. -- Salvador - BA, 2019.  
146 f.

Orientador: Francisco Gabriel Santos Silva.  
Coorientador: Jardel Pereira Gonçalves.  
Dissertação (Mestrado - Engenharia Civil) --  
Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal  
da Bahia, Escola Politécnica, 2019.

1. Edificações Históricas. 2. Fachada. 3.  
Manifestação Patológica. 4. Degradação. I. Silva,  
Francisco Gabriel Santos. II. Gonçalves, Jardel  
Pereira. III. Título.

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE

JACIARA SANCHES BARRETO

APRESENTADA AO MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL, DA UNIVERSIDADE FEDERAL  
DA BAHIA, EM 03 DE MAIO DE 2019.

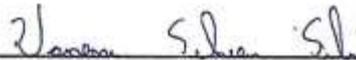
**BANCA EXAMINADORA**



**Prof. Dr. Francisco Gabriel Santos Silva**  
Orientador  
PPEC-UFBA



**Prof. Dr. Jardel Pereira Gonçalves**  
Orientador  
PPEC - UFBA



**Prof. Dr. Vanessa Silveira Silva**  
PPEC- UFBA



**Prof. Dr. Cláudio Henrique de A. Feitosa Pereira.**  
PECC- UNB

Dedico este trabalho a Deus acima de tudo e sobre todas as coisas, e as duas pessoas mais importante da minha vida: a minha mãe, Maria José Sanches e a minha irmã, Mariana Sanches. Obrigada por tudo!

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, Senhor da minha vida, Pai bondoso, amigo e companheiro de todos os dias. A ti Senhor o meu sincero agradecimento, de todo o meu coração, por tudo, muito Obrigada! A minha amada mãe, Maria José, que mesmo estando no momento mais difícil de sua vida, não deixou de ser a minha maior inspiração, referência e alegria, a minha boneca linda! A minha querida irmã, Mariana, que é minha amiga, companheira, um exemplo de força, garra e determinação, estando sempre presente em todos os momentos de minha vida. Aos amigos que a vida me proporcionou para tornar os meus dias mais coloridos, em especial a Joice, Cleber, Fabiana, Agnaldo, Cinira, Daniele, Tainã e Vanessa. Muito obrigada por todos os momentos de alegrias e tristezas que pude compartilhar com vocês. Aos Bispos Robson e Sheila, por fazerem parte dessa jornada da minha vida, aconselhando, orando por mim e minha família, estando sempre presentes. Ao professor Gabriel pela disponibilidade em me orientar, pela oportunidade que tive de desenvolver o trabalho. Aos professores Jardel e Vanessa pelas críticas e sugestões ao longo do desenvolvimento do trabalho. Aos irmãos da caminhada de fé, Luzinete, Jaci, Irmão Cacau, agradeço a vocês por estarem sempre disponíveis, por serem amigos sinceros e leais. Ao Ministério de Intercessão pelas orações, companheiros de guerra ! Aos amigos da faculdade, Vanessa, Dani, Paloma, Rodrigo, Lucas, Milena, aos quais tive o prazer de conhecer, vocês deixaram a jornada menos árdua. Valeu por tudo! A Ana e Daniela do Iphan, pela disponibilidade em me ajudar, obrigada! A FAPESB, pela bolsa de estudos, que possibilitou a dedicação exclusiva no desenvolvimento desta pesquisa. A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. A todos vocês, obrigada!

*“O Senhor faz forte ao cansado e multiplica as forças ao que não tem vigor. Os jovens se cansam e se fatigam, e os moços de exaustos caem, mas os que esperam no Senhor renovam as suas forças, sobem com asas como águias, correm e não se cansam e não se fatigam.”*

*Isaias 40:29-31.*

## RESUMO

A presença de fatores adversos tem levado as edificações Históricas a estágios avançados de deterioração ou até mesmo a ruína. Salvador é uma cidade conhecida pela sua representatividade histórica e cultural, com edificações que remontam o período colonial, no entanto, necessitando de ações que busquem preservar a herança e os bens representados por estes casarões. Desta forma, este trabalho apoiou-se na premissa que conhecidas às causas dos danos nessas edificações, mais eficientes podem ser os diagnósticos e mais adequadas às intervenções. Apresentando, através de um estudo múltiplo, uma contribuição para a identificação dos principais fatores de degradação e dos danos causados em fachadas de edificações históricas, localizadas na cidade de Salvador – BA. A metodologia aplicada foi baseada no estudo de caso de 10 edificações de revestimento argamassado com acabamento em pintura. O estudo consistiu na realização de inspeções visuais, mapeamento, quantificação das manifestações patológicas, cálculo do fator de danos, seguida da verificação da região de maior incidência de danos das fachadas. Para análise do estado de conservação das fachadas foi proposto um modelo de cálculo, denominado Indicador do estado de conservação das fachadas de edificações históricas (IDh), apresentando como resposta a mensuração da degradação geral das fachadas. Os resultados alcançados apontam que fatores como o longo tempo de exposição dessas edificações aos agentes climáticos favoreceram para a incidência de um conjunto de manifestações patológicas como fissuras, destacamento do reboco, manchas escuras e crescimento de vegetação, com maior predominância para manchas escurecidas. Com o estudo observou-se também que, aspectos relativos à falta de conservação preventiva foram um dos fatores relevantes para a origem dos danos.

Palavras Chaves: Edificações Históricas. Fachada. Manifestação Patológica. Degradação.

## **STUDY OF THE DEGRADATION OF THE FACADES OF HISTORICAL BUILDINGS OF THE CITY OF SALVADOR- BA.**

### **ABSTRACT**

The presence of adverse factors has led Historic buildings to advanced stages of deterioration or even ruin. Salvador is a city known for its historical and cultural representation, with buildings dating back to the colonial period, however, requiring actions that seek to preserve the heritage and assets represented by these mansions. In this way, this work was based on the premise that known to the causes of damages in these buildings, more efficient can be the diagnoses and more appropriate to the interventions. By presenting, through a multiple study, a contribution to the identification of the main factors of degradation and damages caused in façades of historic buildings, located in the city of Salvador - BA. The applied methodology was based on the case study of 10 constructions of mortar coating with painting finish. The study consisted in performing visual inspections, mapping, quantification of pathological manifestations, calculation of damage factor, followed by verification of the region with the highest incidence of façade damage. For the analysis of the state of conservation of the façades, a calculation model was proposed, called Indicator of the state of conservation of the facades of historical buildings (IDh), presenting as a response the measurement of the general degradation of the façades. The results indicate that factors such as the long exposure time of these buildings to the climatic agents favored the incidence of a set of pathological manifestations such as cracks, detachment of plaster, dark spots and vegetation growth, with greater predominance for darkened spots. With the study, it was also observed that aspects related to lack of preventive conservation were one of the relevant factors for the origin of the damages.

Keywords: Historical Buildings. Facade. Pathological Manifestation. Degradation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Construções em Cantaria.....	8
Figura 2. Casa de adobe no sertão .....	9
Figura 3. Construções em tijolo cozido .....	12
Figura 4. Origem das patologias nas argamassas de revestimento de pintura.....	16
Figura 5. Fissuração na Fachada da edificação.....	17
Figura 6. Desprendimento do reboco.....	19
Figura 7. Perda de coesão do Revestimento.....	20
Figura 8. Erosão do revestimento.....	20
Figura 9. Eflorescência Salina.....	21
Figura 10. (a) Manchas escuras no revestimento de fachada, (b) manchas escuras na sacada.....	23
Figura 11. Sujidades provocadas pela ação antrópica.....	24
Figura 12. Danos em Fachadas de Edificações Históricas.....	26
Figura 13. Manchas de escorrimento devido à condução da água do frontão para a superfície da parede das edificações.....	40
Figura 14. Frisos horizontais.....	41
Figura 15. Moldura entorno das Janelas.....	42
Figura 16. Representação esquemática das regiões de análise tipo numa fachada.....	52
Figura 17. Esquema de sobreposição da malha .....	53
Figura 18. Fachadas continentais de salvador.....	56
Figura 19. Fluxograma das etapas do trabalho.....	59
Figura 20. Amplitude dos quadrantes Norte (N), Leste (L), Sul (S) e Oeste (O) para classificação da orientação das amostras de fachadas (Silva, 2014).....	62
Figura 21. Localização geográfica dos bairros das edificações.....	64

Figura 22. Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) - DJI MAVIC PRO, utilizado pela autora.....	66
Figura 23. Subdivisão da Fachada por regiões Tipo.....	68
Figura 24. Sobreposição da Malha.....	69
Figura 25. (a) Fachada leste, fachada principal da edificação A; (b) Localização da edificação.....	76
Figura 26. Gráfico do FD – Total e FDrc da edificação A.....	79
Figura 27. (a) Fachada principal da Edificação B, orientada a leste; (b) Localização da edificação.....	79
Figura 28. Gráfico do FD – Total e FDrc das fachadas da edificação B.....	81
Figura 29. (a) Fachada Sul, fachada principal; Em (b) Localização da edificação C.....	81
Figura 30. Gráfico do FD e FDrc da edificação C.....	83
Figura 31. Em (a) Fachada oeste, fachada principal e fachada norte, lateral; (b) localização da edificação. ....	83
Figura 32. Gráfico de FD e FDrc da edificação D.....	85
Figura 33 - (a) Fachada principal da edificação; (b) Localização da edificação. ....	85
Figura 34. Gráfico do FD e FDrc da edificação . ....	87
Figura 35. (a) Fachada principal, leste, da edificação; em (b) Localização da edificação F.....	87
Figura 36. Gráfico do FD e FDrc das fachadas da edificação.....	89
Figura 37. (a) Fachada posterior orientada a leste; (b) Localização da edificação. ..	89
Figura 38 - Gráfico de FD e FDrc das fachadas da edificação.....	91
Figura 39. Em (a) fachada oeste e sul da edificação H, em (b) localização da edificação H. ....	91
Figura 40. Gráfico Do FD e FDrc das fachadas da edificação. ....	93
Figura 41. (a) Fachada oeste, fachada principal da edificação e fachada norte, lateral; (b) Localização da edificação I. ....	93
Figura 42 - Gráfico do FD e FDrc das fachadas da edificação I.....	95

Figura 43 - (a) Fachada principal da edificação; (b) Localização da edificação C.....	95
Figura 44 - Gráfico do FD e FDrc das fachadas da edificação J. ....	97
Figura 45: FD por Orientação cardeal. ....	100
Figura 46 - Porcentagem de danos das regiões de ocorrência de danos em regiões das amostras de fachada. ....	102
Figura 47. FDrc das edificações. ....	104
Figura 48 - IDh das fachadas orientadas a norte. ....	108
Figura 49 - IDh das fachadas orientadas a Sul. ....	109
Figura 50 - IDH das fachadas orientadas a leste. ....	110
Figura 51 – IDh das fachadas orientadas a oeste. ....	110
Figura 52. IDh (média) das Edificações por orientação cardeal. ....	111
Figura 53. (a) cornija, cercadura; (b) cornija.....	113

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Agentes de Degradação.....	29
Tabela 2. Modelos de Cálculos de Degradação em Fachadas. ....	43
Tabela 3. Níveis de degradação das fachadas. ....	45
Tabela 4. Parâmetros e classe de vulnerabilidades. ....	48
Tabela 5. Classificação das Edificações em Função do Período de Construção.....	65
Tabela 6. Características das Edificações .....	65
Tabela 7. Ficha de Inspeção. ....	67
Tabela 8. Classe do Parâmetro P1 .....	72
Tabela 9. Classe do Parâmetro P2 .....	72
Tabela 10. Critérios de níveis de condição (K) utilizado para o IDh. ....	74
Tabela 11. Indicador do Estado de Conservação.....	74
Tabela 12 - Incidência dos danos das regiões da fachada. ....	77
Tabela 13 - Incidência das manifestações patológicas por orientação cardeal.....	77
Tabela 14: Incidência de danos nas regiões das fachadas.....	80
Tabela 15: Incidência de manifestações patológicas por orientação. ....	80
Tabela 16: Incidência de danos nas regiões das fachadas por orientação. ....	82
Tabela 17: Incidência de danos nas regiões das fachadas. ....	82
Tabela 18. Incidência de danos nas regiões das fachadas por orientação cardeal .	84
Tabela 19. Incidência de manifestações patológicas nas fachadas por orientação cardeal .....	84
Tabela 20 - Incidência de danos nas regiões das fachadas.....	86
Tabela 21 - Incidência de manifestações patológicas nas fachadas.....	86
Tabela 22. Incidência de danos nas regiões das fachadas. ....	88
Tabela 23 - Incidência de manifestações patológicas nas fachadas.....	88

Tabela 24. Incidência de danos nas regiões das fachadas. ....	90
Tabela 25. Incidência de manifestações patológicas nas fachadas. ....	90
Tabela 26. Incidência de danos nas regiões das fachadas. ....	92
Tabela 27. Incidência de manifestações patológicas nas fachadas. ....	92
Tabela 28. Incidência de danos nas regiões das fachadas. ....	94
Tabela 29. Incidência de manifestações patológicas nas regiões das fachadas.....	94
Tabela 30. Incidência de danos nas regiões das fachadas. ....	96
Tabela 31. Incidência das manifestações patológicas nas fachadas. ....	96
Tabela 32. Cálculo do Fator de Danos por orientação. ....	98
Tabela 33. Principais manifestações patológicas por orientação.....	99
Tabela 34. FD equivalente das edificações, orientação com maior FD.....	100
Tabela 35. Período Construtivo das Edificações e FD (média).....	105
Tabela 36- Estado de Conservação das edificações. ....	111

## SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

An	Área de uma fachada afetada por n anomalias
FD	Fator de danos
FGD	Fator Geral de Danos
FDrc	Fator de danos da região corrigido
ICOMOS	Conselho Internacional de Monumentos e Sítios
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IPAC	Instituto do Patrimônio Artístico e Cultural da Bahia
IDh	Indicador do Estado de conservação das Fachadas de Edificações Históricas.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1	OBJETIVOS .....	2
1.1.1	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>2</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>2</b>
1.2	JUSTIFICATIVA.....	3
1.3	DELIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	4
1.5	METODOLOGIA DA PESQUISA .....	4
1.6	ESTRUTURA DA PESQUISA.....	5
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>6</b>
2.1	PATRIMÔNIO HISTÓRICO .....	6
2.2	PRINCIPAIS TIPOS DE TÉCNICAS E MATERIAIS UTILIZADOS EM PAREDES DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS ANTIGOS EM SALVADOR - BA..	7
2.2.1	<b>Cantaria</b> .....	<b>7</b>
2.2.2	<b>Tijolos de Barro</b> .....	<b>8</b>
2.2.3	<b>Tijolo Cozido</b> .....	<b>11</b>
2.3	REVESTIMENTOS ANTIGOS .....	12
2.4	PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS DE ACAMBAMENTO EM PINTURA DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS .....	14
2.4.1	<b>Fissuras</b> .....	<b>16</b>
2.4.2	<b>Destacamento</b> .....	<b>18</b>
2.4.3	<b>Perda de Coesão</b> .....	<b>18</b>
2.4.4	<b>Eflorescência</b> .....	<b>21</b>
2.4.5	<b>Criptoflorescência</b> .....	<b>22</b>
2.4.6	<b>Manchamentos</b> .....	<b>23</b>
2.4.7	<b>Sujidades</b> .....	<b>24</b>

<b>2.4.8 Incompatibilidade de materiais</b> .....	<b>24</b>
2.5 PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS DE DANOS EM FACHADAS DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS .....	<b>245</b>
2.6 FATORES DE DEGRADAÇÃO APLICADOS A CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO.....	<b>247</b>
2.7 PRINCIPAIS AGENTES E MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO EM FACHADAS HISTÓRICAS.....	<b>28</b>
<b>2.7.1 Agentes ambientais ou climáticos</b> .....	<b>28</b>
2.7.1.1 <i>Variação de Temperatura</i> .....	30
2.7.1.2 <i>Radiação Solar</i> .....	31
2.7.1.4 <i>Vento</i> .....	35
2.7.1.5 <i>Poluição Atmosférica</i> .....	36
2.7.1.6 <i>Sais</i> .....	36
2.7.2 <i>Agentes Biológicos</i> .....	<b>37</b>
2.7.2.1 <i>Biodeterioração</i> .....	37
2.7.2.2 <i>Vegetais Superiores</i> .....	<b>38</b>
<b>2.7.3 Uso e Ação do Homem</b> .....	<b>38</b>
<b>2.7.4 Detalhes Construtivos das Fachadas de edificações históricas</b>	<b>39</b>
2.8 MODELOS DESENVOLVIDOS PARA ESTUDOS DE DEGRADAÇÃO EM FACHADAS.....	<b>42</b>
<b>2.8.1 Modelo Proposto por Gaspar e Brito (2005)</b> .....	<b>43</b>
<b>2.8.2 Modelo Proposto por Souza (2008)</b> .....	<b>435</b>
<b>2.8.3 Modelo Proposto por Ferreira (2009)</b> .....	<b>437</b>
<b>2.8.4 Modelo Proposto por Silva (2009)</b> .....	<b>438</b>
<b>2.8.5 Modelo Proposto por Taguchi (2010)</b> .....	<b>49</b>
<b>2.8.6 Modelo Proposto por Silva (2013)</b> .....	<b>50</b>
<b>2.8.7 Modelo Proposto por Silva (2014)</b> .....	<b>51</b>

2.9 CARACTERÍSTICAS DO CLIMA E AMBIENTE DA CIDADE DE SALVADOR.....	56
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>58</b>
<b>4 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>63</b>
4.1 AMOSTRAS DE ESTUDO .....	63
4.2 CARACTERÍSTICAS DAS EDIFICAÇÕES.....	64
4.3 INSPEÇÕES DAS FACHADAS .....	66
4.4 MAPEAMENTO DOS DANOS .....	67
4.5 CÁLCULO DO FATOR DE DANOS.....	69
4.5.1 Fator de danos da região corrigido (Fdrc).....	70
<b>5. CONSTRUÇÃO DO MODELO .....</b>	<b>71</b>
<b>6 ANÁLISES E RESULTADOS.....</b>	<b>76</b>
6.1 INCIDÊNCIA DOS DANOS.....	76
6.2 ANÁLISE GLOBAL DAS FACHADAS .....	97
6.2.1 Análise do Fator de Danos em função das Orientações Cardeais ....	97
6.2.2 Análise da ocorrência das patologias nas regiões das fachadas....	101
6.2.3 Análise dos fatores de danos corrigidos das regiões da fachada...	104
6.2.4 Análise do FD em função da idade das Edificações.....	105
6.2.5 Cálculo do Indicador de Danos das Fachadas de Edificações Históricas (IDh).....	107
6.2.6 Análise dos elementos ligados à fachada.....	112
6.3 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. ....	113
6.3.1 Considerações a respeito da falta de conservação preventiva .....	113
6.3.2 Considerações a respeito do abandono .....	114
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>116</b>
7.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	118

<b>8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>119</b>
APÊNDICE A.....	128
APÊNDICE B.....	144

## 1 INTRODUÇÃO

As edificações históricas representam a cultura e a identidade de um povo, ou seja, parte da história local de uma cidade ou de um município. Cabe ressaltar que a Bahia é um dos mais importantes exemplares de edificações históricas do Brasil, cujo centro histórico de Salvador foi declarado patrimônio cultural da humanidade em 1985 (BRASIL, 2018).

A importância do patrimônio histórico e cultural para a sociedade abrange a conservação da memória, do aprendizado, da técnica e também da própria identidade dos diferentes grupos sociais em determinadas épocas. A destruição dos bens culturais deixados por gerações passadas acarreta o rompimento do conhecimento herdado, levando as pessoas a viverem experiências já vividas, o que pode ser preocupante, pois, a história de um município e do local onde moramos é única e insubstituível, e a destruição das suas representações materiais representa o esquecimento de parte da nossa identidade cultural, e esquecer nossa cultura, é esquecer quem somos. (GOULAR, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Com o passar dos anos, e com o processo de urbanização das cidades, diversas casas, monumentos importantes para a história da cidade, até do país, foram se perdendo para dar lugar a novas ruas, casas e avenidas. Com isto observa-se, pouco a pouco, a destruição dessas edificações, quer pela substituição dos novos imóveis, quer pelo desgaste causado pelo tempo devido à falta conservação e manutenção do patrimônio edificado.

Neste sentido, a principal preocupação da conservação e reabilitação é manter o aspecto e a qualidade original dessas edificações inalteradas, sempre que possível recorrendo à utilização de materiais e tecnologias originais, de modo a manter a identidade do edifício, assegurando a continuidade do passado. Um edifício é tanto mais autêntico, quanto menor forem as substituições ou alterações de que o material foi alvo (GUIMARÃES, 2009).

O processo de degradação é único em cada edifício, mesmo que os materiais sejam semelhantes de edifício para edifício, isto por que cada edifício é constituído com características únicas, resultado de uma determinada época, reflexo de tradições e estilo, das possibilidades e do desenvolvimento técnico

social, de uma mera necessidade prática, estando ligados às técnicas e os materiais antigamente, necessitando o estudo de cada situação de forma particular (GUIMARÃES, 2009).

Nesse sentido, conhecer os fatores que levaram essas edificações a se degradarem e à ruína é de extremo valor, assim como o entendimento dos mecanismos que fazem parte deste processo, dos danos causados, a fim de promover meios de prevenção e subsidiar as tomadas de decisões e intervenções. A atuação sobre o efeito do mecanismo de degradação não elimina o problema. Sem o conhecimento das causas da ruína, não há condições para serem determinados critérios de intervenção. Consequentemente, sem os devidos critérios corre-se o risco de provocar lesões ainda mais profundas ou até perdas irreparáveis, além de terem sido investidos recursos e tempo em vão (LERSCH, 2003).

Desta forma, este trabalho com o intuito de contribuir para a preservação e memória do patrimônio histórico, tem por objetivo apresentar um Estudo da Degradação das Fachadas de Edificações Históricas da cidade de Salvador – BA, a partir de estudos de casos realizados.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Estudo das principais anomalias e mecanismos de degradação que atuam nas fachadas de edificações históricas da cidade de Salvador – BA.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar, mapear e quantificar as principais anomalias que contribuem para degradação das fachadas de edificações históricas da cidade de Salvador – BA.
- Correlacionar as principais manifestações patológicas existentes com a orientação cardeal das fachadas e as características climáticas a qual a edificação está inserida.
- Propor um modelo de cálculo para a avaliação do estado de conservação das fachadas de edificações históricas.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O tema de conservação e restauração de edifícios antigos tem vindo a ser objeto de discussão em diversas áreas técnicas. O ritmo de novas construções tem diminuído paralelamente, a isto se observa a necessidade de conservar e restaurar o patrimônio construído. No Brasil, a necessidade de conservar o patrimônio histórico, especialmente em Salvador - BA, merece destaque, pois, o acervo arquitetônico e paisagístico da capital baiana pelo seu excepcional valor histórico - cultural e pela sua extensão – possui cerca de três mil edifícios construídos entre os séculos XVI e XX, o que faz com que a cidade concentre mais da metade dos bens tombados individualmente em todo o estado (IPHAN, 2018; VEIGA, 2009).

Entretanto, o que se observa é que boa parte dessas edificações encontra-se em estado avançado de degradação, muitas até em estado de ruína, perdendo completamente a representatividade do período a qual foram construídas, necessitando de intervenções para a conservação. É importante destacar que as fachadas dessas edificações são as mais afetadas, pois, recebem toda a carga térmica a qual uma edificação está sujeita, necessitando de estudos específicos de suas regiões, a fim de preservar os aspectos originais da edificação. Pouco se encontra na bibliografia e poucos são os técnicos habilitados para suprir essa necessidade de compreensão, sendo imprescindível o entendimento dos fatores de degradação que atingem as diversas partes da fachada de uma edificação.

Os sintomas que atingem as fachadas podem ser similares, mas podem provir de causas distintas que atuam simultaneamente, sendo que às vezes um determinado defeito é consequência de mais de uma causa (LERSCH, 2003). Os levantamentos das manifestações patológicas e a identificação das causas dos danos através da compreensão dos mecanismos de degradação contribuem para a elaboração de um diagnóstico correto, favorecendo para uma intervenção de forma conveniente, mais assertiva. Logo, este trabalho se justifica pela necessidade de conhecer quais as principais anomalias e mecanismos de degradação que atuam nas fachadas de edificações históricas.

Desta forma, favorecendo para a preservação da história e cultura de um povo através da forma, dos traços arquitetônicos dessas edificações.

### 1.3 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

O presente trabalho está delimitado ao estudo da degradação das fachadas de edificações históricas com acabamento em pintura de diferentes localidades da cidade de Salvador – BA. As edificações que compõem o universo de estudo deste trabalho são edificações de arquitetura civil com sistema construtivo de adobe, construídas até o início do século XX.

### 1.4 DIFICULDADES DA PESQUISA

As principais dificuldades da pesquisa foram fontes documentais. Por se tratar de edificações de longo tempo de existência muitos documentos não foram encontrados, principalmente plantas das fachadas de algumas das edificações, histórico das construções e informações sobre a realização de manutenções.

A falta de catalogação das edificações históricas de Salvador foi vista também como uma dificuldade no desenvolvimento deste trabalho. Uma vez que, se fez necessário o conhecimento da localização dessas edificações para seleção das amostras que deveriam compor os estudos de casos.

### 1.5 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia adotada neste trabalho foi baseada a partir de estudos relacionados com o processo de degradação em fachadas de edifícios. Tendo como fundamento os estudos desenvolvidos por Silva (2014), Gaspar e Brito (2005) e Ferreira (2009). Para atender aos objetivos propostos foram realizados estudos de casos em 10 edificações históricas com fachadas argamassadas com acabamento em pintura. O estudo consistiu na realização de inspeções, mapeamento e quantificação dos danos. Para análise do estado de conservação das fachadas foi proposto um modelo de cálculo, denominado Indicador do estado de conservação das fachadas de edificações históricas (IDh), apresentando como resposta a mensuração da degradação geral das fachadas. O capítulo dedicado à metodologia esclarece como foi aplicado.

## 1.6 ESTRUTURA DA PESQUISA

O primeiro capítulo 1, **Introdução**, apresenta a contextualização do trabalho, sua justificativa e a indicação do seu conteúdo.

O capítulo 2, **Revisão bibliográfica**, apresenta os principais conceitos acerca do tema do trabalho, e esclarece critérios que serão utilizados ao longo trabalho.

Capítulo 3, **Metodologia**, apresenta como a pesquisa foi realizada, descreve o processo de desenvolvimento da pesquisa e a sua estrutura.

Capítulo 4, **Estudo de Caso**, apresenta as manifestações patológicas, os fatores de degradação, os principais fatores de danos das fachadas das edificações, a quantificação dos danos nas regiões das fachadas.

Capítulo 5, **Construção do Modelo**, apresenta o modelo de cálculo adaptado para o estudo da degradação de fachadas de edificações históricas.

Capítulo 6, **Análises e Resultados**, são feitas análises dos resultados obtidos dos estudos de casos.

Capítulo 7, **Conclusão**, apresenta a conclusão do trabalho bem como a sugestão para trabalhos futuros.

Capitulo 8, **Referencia bibliográfica**, são apresentadas as fontes utilizadas ao longo do trabalho.

**Apêndice A** são apresentadas as planilhas contendo o calculo dos Fatores de Danos (FD) das edificações.

**Apêndice B** são apresentadas as imagens de algumas das manifestações patológicas das fachadas das edificações registradas durante as inspeções.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem por objetivo reunir os principais conceitos sobre a temática deste trabalho. Apresentando aspectos utilizados quanto aos estudos sobre técnicas construtivas de edificações, degradação, patologias e danos em edificações históricas.

### 2.1 PATRIMÔNIO HISTÓRICO

Entende-se por patrimônio histórico e cultural todo aquele que sendo objeto, construção ou ambiente, a sociedade lhe atribua um valor especial, estético, artístico, documental, ecológico, histórico, científico, social ou espiritual e que constitua um patrimônio cultural essencial a transmitir as gerações futuras (BRAGA, 2003).

Patrimônio significa herança paterna, bens de família, transferência dos pais para os filhos, legado, posse, bem ou conjunto de bens, materiais ou naturais, reconhecidos por sua importância cultural (PRIBERAM, 2018). Segundo a constituição federal, art.216, (BRASIL, 1988) constituem patrimônio histórico e cultural brasileiro de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

- I - As formas de expressão;
- II - Os modos de criar, viver e fazer;
- III - As criações científicas, artísticas e tecnológicas;
- IV - As obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico – culturais;
- V- Os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

De acordo com o decreto cultural lei nº 25 de 30 de novembro de 1937, o patrimônio cultural é definido como um conjunto de bens móveis e imóveis existentes no país e cuja conservação é de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico. São sujeitos

também a tombamentos os monumentos naturais, sítios e paisagens que importe conservar e proteger pela feição notável com que tenham sido dotados pela natureza ou pela indústria humana (IPHAN, 2018).

O tombamento é o instrumento de reconhecimento e proteção do patrimônio cultural mais conhecido, e pode ser feito pela administração federal, estadual ou municipal, em âmbito federal foi instituído pelo decreto lei nº25 de 30 de novembro de 1937. A maior importância do ato reside no poder de polícia que, sobre o bem tombado a repartição competente passa a exercer a administração (IPHAN, 2018; Segundo LERSCH, 2003 apud CURTIS, 1981).

## 2.2 PRINCIPAIS TIPOS DE TÉCNICAS E MATERIAIS UTILIZADOS EM PAREDES DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS ANTIGOS EM SALVADOR - BA

O arquiteto Luís Dias, denominado arquiteto, projetou na capital o que seria o exemplo para as primeiras cidades coloniais, tendo como referência as cidades de Lisboa e Coimbra. A cidade de Salvador foi construída para situa-se em ponto estratégico, para está protegida de possíveis ataques. A cidade foi projetada em dois níveis: cidade alta e cidade baixa. A cidade baixa com habitação de comércio e porto, e cidade alta com setor residencial, administrativo e religioso (FILHO, 1997).

Para a construção das edificações eram utilizados materiais abundantes na colônia, como barro e madeira. Em seguida sendo adotada a alvenaria de pedra e tijolo de adobe nas paredes, possibilitando a construção de edificações maiores (FILHO, 1997).

### 2.2.1 Cantaria

No Brasil a construções históricas com pedra tiveram sua maior aplicação nos séculos XVI e XVII, sendo substituídas posteriormente por tijolos de argila, em muros, paredes, e até mesmo em colunas, em outros elementos estruturais nos edifícios. Os tipos de pedra mais utilizados nas construções históricas no Brasil são: calcário, pedra – sabão, mármore, granito, gnaiss, arenito, quartzito e rocha lateríticas (MOURA, 2013).

As paredes em cantaria são paredes em que os blocos de pedra se encontram à vista, e a pedra é trabalhada manualmente e com ferramentas

adequadas pelos canteiros, trabalhando-a de forma a torna-la regular. Pode ser disposta em camadas ligadas entre si, por argamassas ou apenas colocadas umas sobre as outras (Guimarães, 2009). A Figura 1 apresenta parte de um dos elementos de uma construção em cantaria da cidade de Salvador.

Figura 1. Construções em Cantaria



Fonte: (A AUTORA, 2018).

Embora as paredes de cantaria desempenhem boa durabilidade estão sujeitas a algumas anomalias, variando a sua intensidade e tipologia de acordo com a natureza da pedra, e a própria resistência aos agentes agressivos. Uma das anomalias é a eflorescência devido à migração de sais através da pedra, sendo a origem dos sais da própria pedra. Verifica-se nos calcários, por exemplo, ou originários de argamassa de assentamento, ou mesmo das águas infiltradas e ascendentes do solo (Guimarães, 2009).

### **2.2.2 Tijolos de Barro**

Os tijolos de barro seco ao sol (não cozido) podem designar-se tanto por “adobe” como por “adobo”. As paredes de adobe são constituídas por pequenos blocos de adobe de forma regular, sendo o molde em madeira e designado por adobeira. Estes blocos são amassados com areia e palha, posteriormente são cortados em forma de tijolo. As espessuras das paredes

variam entorno de 35 cm (GUIMARÃES, 2009). Os tijolos de adobe, por não irem ao forno, não endurecem permanentemente, ficam instáveis. Eles retraem e distorcem constantemente com as alterações do respectivo teor de água. A sua resistência flutua com o teor de água: quanto maior este teor em água, mais baixa será a resistência (ARAÚJO, 2004).

A terra ideal para a construção em adobe é: 54% a 75% de areia e de 25% a 43% de ligantes (10% a 25% de silte e 15% a 18% de argila) e até 3% de fibras orgânicas (palhas), usando-se a cal para o melhor desempenho mecânico. As palhas apesar de não ajudarem a reforçar os tijolos, ou de não lhe proporcionarem resistência em longo prazo, ela tem por função fazer com que os tijolos se retraiam mais uniformemente enquanto secam (ARAÚJO, 2004), GUIMARÃES, 2009. A Figura 2 apresenta uma construção com tijolos de barro.

Figura 2. Casa de adobe no sertão



Fonte: (OLIVEIRA, 2018).

Os blocos de adobe são assentes com argamassa de lama. Esta argamassa apresenta as mesmas propriedades que os tijolos. São argamassas relativamente fracas, suscetíveis à mesma taxa de distorção, retração, expansão e degradação dos blocos. Atualmente argamassas de cimento e cal têm sido utilizadas em tijolos de adobe estabilizados, mas estas argamassas de cimento são incompatíveis com o adobe não estabilizado, uma vez que esses dois materiais tem diferentes taxas de expansão e contração térmica,

acelerando o processo de degradação das argamassas de adobe (ARAÚJO, 2004).

A construção feita com tijolos de adobe é bastante resistente, e os interiores das casas apresentam bom desempenho térmico, suportando bem as altas temperaturas. Entretanto, existem algumas desvantagens como os danos estruturais, degradação pela ação da umidade, ataques por roedores, as taipas de sopapo são atacadas por xilófagos, problemas de vegetação.

Os danos estruturais são provenientes de uma construção que não atende aos requisitos necessários de qualidade, fundações insuficientes, em materiais fracos ou inapropriados, ou efeito de forças externas, tais como o vento, a água, a neve e os sismos. Os sinais visíveis de problemas estruturais nos edifícios em adobe são as fendas, são visíveis, mas as suas causas são difíceis de diagnosticar. Aparecimento de fissuras, fissuras capilares que são provocadas conforme o adobe vai retraindo e continua a secar (ARAÚJO, 2004).

A umidade quer provenha da chuva excessiva ou do solo, a sua ação de forma erosiva e a sua subsequente secagem tendem a provocar a formação de perfurações, fendas, fissuras profundas e superficiais desgastadas. O adobe saturado da chuva perde a sua resistência coesiva e deforma-se formando cantos e parapeitos arredondados. Os adobes são poucos resistentes à água, a argila expande, torna-se plástica, sofre erosão. Por serem facilmente degradadas pela água, essas paredes só podem ser construídas sobre fundações de alvenaria de pedra que tenham aproximadamente meio metro de altura, caso contrário a água que sobe por capilaridade destrói a parede de adobe. Uma estabilização e um restauro de sucesso, bem como a sobrevivência de um edifício em adobe dependem da forma como a água nesse edifício é descartada (ARAÚJO, 2004; GUIMARÃES, 2009; OLIVEIRA, 2011).

A vegetação é um dos fenômenos naturais que podem acelerar a degradação do adobe. As sementes depositadas pelo vento ou pelos animais podem germinar nas paredes causando degradação assim como acontece no

solo. A ação das raízes pode romper os tijolos ou provocar a retenção da umidade que vai danificar a estrutura. Animais, aves e insetos vivem frequentemente nas estruturas em adobe abrindo e fazendo ninho dentro das paredes e fundações. Isto conseqüentemente destrói a solidez estrutural da construção em adobe, do mesmo modo como fazem no terreno natural. Os elementos em madeira (portas, janelas e estruturas de telhado) são todos vulneráveis ao taque e destruição pelas térmitas (ARAÚJO, 2004).

Como potencialidades das construções em adobe devem ser salientadas os aspectos ecológicos, pois, em termos de degradação e poluição do ambiente a terra crua pode oferecer cenário totalmente positivo, uma vez que não contribui para a destruição do meio ambiente, já que não consomem energias não renováveis, não necessita de transportes, não contribui para a degradação da paisagem, não contribui para a redução dos recursos inertes, consome pouca água, não produz lixo e tem a vantagem de ser quase inteiramente reciclável (RODRIGUES, 1999).

Do ponto de vista econômico não requer mobilização financeira alta, pois, funciona com uma infraestrutura simples e ligeira. Do ponto de vista técnico, esse tipo de construção apresenta propriedades hidrotérmicas que contribuem para a regulação do conforto térmico e para a exploração de mecanismos de funcionamento bioclimático. Apresenta também bom isolamento acústico a sons aéreos, devido à massa associada a este tipo de construção (RODRIGUES, 1999).

### **2.2.3 Tijolo Cozido**

O tijolo cozido é um material cerâmico, maciço ou furado, obtido pela moldagem, preparação, moldagem (extrusão) da matéria prima (argila) e posterior secagem e cozedura a temperaturas apropriadas (GUIMARÃES, 2009). A Figura 3 apresenta uma construção histórica de tijolo cozido na cidade de Salvador.

Figura 3. Construções em tijolo cozido



Fonte: (A AUTORA, 2018).

A argila cozida é posta a secar ao sol por um período de 1 a 2 dias, só depois os blocos de argila são cozidos em fornos com temperaturas em torno de 900°C a 1100°C, com um tempo de cozimento por volta de três dias. Após isso os tijolos são postos a secar por ventiladores (GUIMARÃES, 2009).

### 2.3 REVESTIMENTOS ANTIGOS

O estudo de argamassas de edificações antigas consolida-se cada vez mais, em virtude da necessidade de reabilitação dessas edificações, estando este assunto intimamente ligado à conservação e preservação do patrimônio histórico. Sabendo que, o conhecimento dessas argamassas originais possibilita alcançar resultados satisfatórios, evitando danos ao patrimônio edificado e conseqüentemente intervenções mal sucedidas (RODRIGUES, 2013).

Os revestimentos de edificações antigas foram utilizados desde muito cedo pelas civilizações egípcias, grega, Incas e Maias. A disponibilidade e fácil uso dos aglomerantes como a argila, gesso e cal, fizeram destes materiais componentes básicos para argamassas e rebocos. No Brasil, há registros desde os primeiros tempos de colonização de uso de cal de conchas marinhas em revestimentos das construções na cidade de Salvador – BA, fortificações e casarios ao longo do território brasileiro. (KANAN, 2008).

Com o passar dos séculos, houve uma variação no processo de obtenção da cal, ou seja, a matéria prima utilizada (calcários, mármore, corais, conchas de diversas espécies), os fornos e os combustíveis utilizados na calcinação, o

método de calcinação em si (temperatura e tempo de queima), o manuseio e a extinção. Surgindo assim, a indústria da cal e do cimento, substituindo as antigas fábricas de cal de conchas tradicionalmente conhecidas por caieiras (KANAN, 2008; SANTIAGO 2007).

Nos revestimentos antigos eram utilizados nas argamassas à base de gesso e cal, aditivos variados onde se destacam as gorduras vegetais e animais. As argamassas feitas à base de gesso, denominadas estuques, foram utilizadas também durante muitos anos, tendo como função promover uma camada protetora e ao mesmo tempo decorativa, com resistência adequada e de fácil proteção, os estuques são de forma geral, menos resistente e com menor durabilidade, sendo mais utilizados em ambientes internos (COELHO *et al.*, 2009).

Os aditivos utilizados eram compostos orgânicos como, por exemplo, polissacarídeos (mucilagem vegetal), proteínas (caseína do leite, clara de ovo), óleos animais (peixes etc.), vegetais (linhaça) e gorduras (sebo). A cal viva com azeite era utilizada para proteger o piso da umidade, assim como o óleo, óleo de Baleia, usado no Brasil Colonial em iluminação pública, este pode ter sido eventualmente empregado no preparo das argamassas (KANAN, 2008; SANTIAGO, 2007).

Do mesmo modo também eram utilizadas fibras vegetais (palha) e de animais (crina, estrume), as quais contribuem nas propriedades das argamassas, influenciando em sua trabalhabilidade e consistência, no controle das retrações, na absorção e difusão da umidade e, por fim, na durabilidade e resistência final das argamassas às intempéries. Ainda se misturavam, como aditivos hidráulicos, materiais pozolânicos que modificam a pega, a cura e outras propriedades das argamassas à base de cal (KANAN, 2008).

Nas argamassas de cal as areias utilizadas eram de origem natural de rio, ou de jazida, ou mesmo de conchas, tijolos, pedras (mármore, dolomitos) e outras fontes, o tipo de granulometria da areia irão influir na cor, textura, resistência, porosidade e muitos outros aspectos da argamassa, devendo ser por isto, muito bem escolhidas, pois, podem inculir na aparência do edifício,

resistência mecânica e, ainda determinar a qualidade de intervenção (KANAN, 2008).

Nos monumentos históricos os tipos de argamassas de cal e seus usos mais frequentes são:

**Argamassas de assentamento e preenchimento das Alvenarias,** fundações, pisos e até mesmo coberturas. Podem ser aplicadas fluidas para preencher vazios dos núcleos das alvenarias. Interligam os elementos das alvenarias e ajudam a dar estabilidade e distribuir cargas.

**Argamassa de revestimento (proteção e sacrifício):** reboco rejunte e acabamentos: oferecem proteção contra as intempéries (chuva, vento, erosão, abrasão), sacrificando-se para proteger o substrato.

**Argamassas decorativas:** estuques moldados, esculpidos e pintados. Oferecem proteção e acabamento às superfícies e elementos arquitetônicos (KANAN, 2008).

## 2.4 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS DE ACAMBAMENTO EM PINTURA DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS

As edificações históricas estão sujeitas a sofrerem patologias de diversos tipos, devido ao seu longo tempo de existência (TREVISAN, 2003). Patologia tem origem da palavra grega (pathos) significa doença e λογία (logia) que significa estudo de. Assim o termo patologia está associado a um desvio do que é considerado normal. Em medicina significa estudo das doenças, com o objetivo de compreender as suas causas. Em outras áreas como engenharia civil, pode ser entendida como uma redução do desempenho previsto em projeto ao longo da vida útil da solução construtiva (CORNISH, 2015; DIAS, 2015; FREITAS *et al.*, 2007, TAVARES *et al.*, 2011).

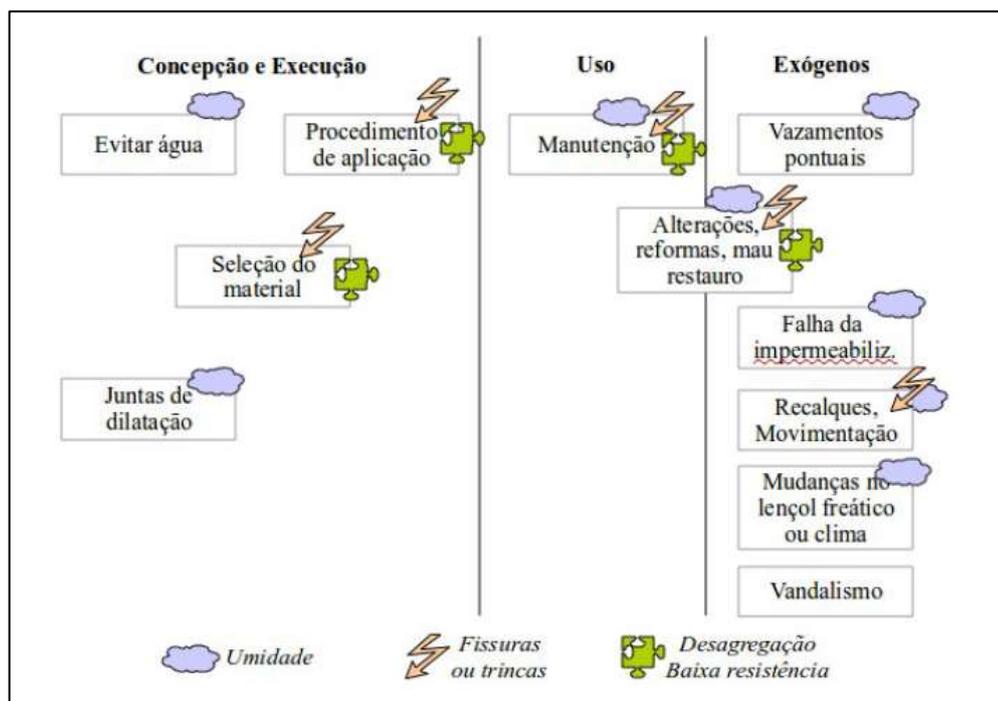
Tinoco (2009) evidencia que o termo patologia é um dos vocábulos mais utilizados pelos profissionais quando investigam o estado de conservação de uma edificação. Esta palavra no âmbito do patrimônio edificado corresponde às investigações para o conhecimento das alterações estruturais e funcionais,

produzidas por ações endógenas ou exógenas, nos materiais, nas técnicas e nos componentes construtivos.

Como fatores endógenos, podem-se entender os fatores ligados as características intrínsecas dos materiais, que estão relacionadas aos processos químicos resultantes dos materiais empregados numa construção, estando esses relacionados às características formais das fachadas. Como extrínsecos ou exógenos, têm-se os fatores físicos resultantes de ações externas no elemento com problemas de vandalismo, de catástrofe, de erosão, ação mecânica, ação de animais, plantas e do meio ambiente. Tendo em vista os edifícios ficarem expostos ao tempo por toda a sua existência, os elementos da natureza são os maiores responsáveis pela maior parte das manifestações patológicas que ocorrem nas edificações históricas (LIMA *et al.*, 2014; TREVISAN, 2003).

Dentro desse contexto Teles (2010) menciona que as patologias de uma edificação podem surgir na fase de concepção e execução devido à ausência de juntas de dilatação (edifícios modernos), ausência de recursos que afastam a água, pingadeiras ou de impermeabilização das fundações e cismalhas. Durante a execução, a compra errada de materiais ou divergências nos procedimentos de aplicação pode gerar defeitos. Durante o uso, a ausência de manutenção, ou aplicação de materiais incompatíveis também podem gerar manifestações patológicas nas edificações. Podem ser gerados ainda, por falta de impermeabilização, vazamentos de canos e sistema pluvial, alteração do lençol freático ou microclima. A Figura 4 ilustra as principais ocorrências de manifestações patológicas nos revestimentos de pintura de edificações históricas.

Figura 4. Origem das patologias nas argamassas de revestimento de pintura.



Fonte: (TELES, 2010).

Entre as principais manifestações patológicas nas fachadas de edificações históricas pode-se citar como as mais recorrentes fissuras, eflorescência, manchas de umidade, sujidade e destacamento dos materiais.

#### 2.4.1 Fissuras

De acordo com Trevisan (2003) as causas prováveis de fissuras em revestimentos antigos são devidas a expansão da argamassa de assentamento por hidratação retardada de óxido de magnésio da cal; presença de argilo-minerais expansivos no agregado, esses fatores podem gerar fissuras horizontais que são observadas através de toda a superfície com aberturas variadas; expansão devido à cristalização dos sais solúveis, que tendem a causar fissuração e degradação dos elementos construtivos.

Teles (2010) descreve que a retração que acontece no material é devido às tensões interna da argamassa. Podendo estar ligada à perda de água após a aplicação, hidratação tardia da cal magnesiana e a expansão de materiais grãos, como torrões de argila nas variações de umidade ou materiais com dilatação muito diferente, frente às mudanças de temperatura. Quando essas

variações são homogêneas, distribuídas por toda a argamassa, como é o caso da perda de água, tendem a formar fissuras mapeadas. As fissuras lembram as estradas de um mapa com caminhos sinuosos e interconectados. Já quando a argamassa é demasiadamente pobre, com baixa resistência mecânica, estes mecanismos levam à desagregação.

Segundo Tavares *et al.*, (2011) a existência de fissuras torna-se ainda mais preocupante quando existe a possibilidade de penetração da água para dentro do pano da fachada, produzindo a lavagem gradual dos inertes e com isso ir diminuindo a capacidade de carga da parede, que ficará mais vulnerável a outros eventuais movimentos provocados. A Figura 5 apresenta fissuração em uma das fachadas de uma edificação histórica localizada na cidade de Salvador – BA.

Figura 5. Fissuração na Fachada da edificação.



Fonte: (A AUTORA, 2018).

As fissuras acompanham caminhos preferências da água sobre a fachada. Isto acontece quando há uma retração ou expansão relacionada à umidade na argamassa, em menor proporção, esses caminhos ocorrem junto aos adornos e janelas, por exemplo (TELES, 2010).

Outro fator relevante deve-se a oxidação de metais ferrosos no interior da argamassa. Muitos adornos empregam cravos forjados ou pregos no seu interior, como uma estrutura de reforço. Com o passar dos anos e a carbonatação da cal que protegia o ferro, este se oxida, expandindo e fissurando a argamassa (TELES, 2010).

Esse processo de desgaste do revestimento o qual uma fachada está exposta, ou o seu envelhecimento pode ser causado pelas ações dos agentes externos, podendo haver contaminação por agentes agressivos oriundos da atmosfera urbana ou derivados de elementos orgânicos como elementos de pássaros, sendo a orientação da exposição ao sol, ventos, chuva, fatores a serem considerados para a tomada de medidas preventivas e de proteção (LERSCH, 2003; TAVARES *et al.*, 2011).

#### 2.4.2 Destacamento

Este fenômeno ocorre quando a argamassa perde a sua capacidade de aderência ao suporte, acontecendo o seu descolamento em relação à base de assentamento, seguido geralmente pelo empolamento do reboco até atingir a fase desprendimento (COLEN *et al.*, 2012)

O **descolamento** acontece devido a um afastamento do reboco em relação ao suporte, suscetível de ser identificada através de som cavo que emite quando percutido, sendo nestes casos a tensão superficial da argamassa que a mantém coesa. O **empolamento** acontece uma variação geométrica do reboco (por uma variação à planura) acontecendo geralmente pelas convexidades para o exterior (abaulamento), ou para o interior (esmagamentos); a primeira situação dá-se pelo agravamento do descolamento da argamassa, sobretudo em argamassas pouco rígidas, e antecede a queda do material; a segunda ocorre devido a causas fortuitas, por ação mecânica.

O **desprendimento** (FIGURA 6) é uma separação definitiva da argamassa em relação ao seu suporte por queda, provocando descontinuidades na superfície, isto ocorre geralmente em rebocos fraturados ou descolados do suporte, através da queda de porções da argamassa; nestas situações, devido ao efeito da gravidade e às deformações do material originam-se fraturas na argamassa por incapacidade de funcionamento aos esforços de flexão que criam uma camada rígida do revestimento.

Figura 6. Desprendimento do reboco.



Fonte: (A AUTORA, 2018).

As **lacunas** que é um caso particular dos destacamentos é a perda do material por ação mecânica ou, mais frequente pelo aumento de volume decorrente da corrosão dos elementos metálicos no interior do suporte (COLEN *et al.*, 2012).

#### 2.4.3 Perda de coesão

A perda de coesão, conforme apresenta a Figura 7, é a desunião ou desagregação dos componentes da argamassa, seguida pela perda das partículas que a compõem. Isto é mais comum em argamassas antigas, por oposição às argamassas de cimento, principalmente após o destacamento da camada superficial do reboco (mais endurecida e que, ao desaparecer, deixa expostas ao ambiente as camadas interiores do reboco). A perda de coesão é manifestada por três tipos de fenômenos: pulverização, arenização ou desagregação granular, erosão (COLEN *et al.*, 2012).

Figura 7. Perda de coesão do Revestimento.



Fonte: (A AUTORA, 2018).

A **erosão** (FIGURA 8) corresponde à perda localizada da massa de superfície do material por ação dos elementos atmosféricos, podendo originar um efeito localizado de escavação da argamassa, sendo mais recorrente em argamassas de revestimentos antigos. A **perda de adesão** é mais frequente em rebocos antigos ou com pequena percentagem de cimento. Nas argamassas antigas, à base de cal, o processo de desagregação por perda de aderência pode ser por fendilhação na zona afetada. Verificando nestas situações o destacamento da camada de acabamento, reboco, (COLEN *et al.*, 2012; GUIMARÃES, 2009).

Figura 8. Erosão do revestimento.



Fonte: (A AUTORA, 2018).

A **pulverização** é a desagregação dos vários componentes da argamassa, que se esfarela e conduz ao desprendimento do material sob a forma de pó ou de grânulos. A **arenização ou desagregação** consiste na perda ou lavagem das partículas finas da argamassa caracterizada pela facilidade do destaque das partículas (COLEN *et al.*, 2012).

#### 2.4.4 Eflorescência

A palavra eflorescência de forma simplificada significa a exsudação de sais minerais solúveis em água que resultam em depósitos salinos, incidentes principalmente na superfície de alvenarias de revestimento (GUIMARÃES, 2009).

A formação da eflorescência acontece pela dissolução e transporte de sais solúveis que se encontram nos materiais de revestimento, componentes de parede, oriundos do solo através da água presente sob os revestimentos ou nos seus suportes. Esta água contém os sais dissolvidos e sai até ao revestimento pelos poros dos materiais, posteriormente há evaporação superficial da água e os sais cristalizam e aumentam de volume (GUIMARÃES, 2009). A Figura 9 apresenta eflorescência salina numa parede de fachada de uma edificação histórica.

Figura 9. Eflorescência Salina.



Fonte: (A AUTORA, 2018).

Moura (2013) descreve que a cristalização dos sais solúveis é um dos principais fatores para a deterioração dos materiais porosos. A evaporação da

água desses sais solúveis provoca suas cristalizações, com expansão volumétrica, gerando tensões e, conseqüentemente, a destruição da peça estrutural. A reversibilidade de molhagem e secagem vai liquefazendo e solidificando esses sais, num contínuo processo de degradação.

As argamassas mais porosas e permeáveis são mais suscetíveis ao fenômeno de eflorescência, por permitirem uma maior quantidade de solução e a evaporação da água com uma maior facilidade. Quanto mais propício forem às condições à evaporação, mais profunda na parede ocorre a cristalização, com expansão de cristais e degradação em poros pequenos. Já em condições de baixa evaporação, a solução encontrada de sais ocorre mais na superfície, na forma de eflorescência sem causar danos (GUIMARÃES, 2009; TELES 2010).

Segundo Trevisan (2003) dentre os principais fatores para a contaminação dos sais nas paredes estão a inadequada combinação de materiais de construção, uso de aditivos para limpeza das fachadas, utilização de produtos alcalinos como os silicatos de sódio e de potássio, para a solidificação ou vedação dos mastiques, e poluição do ar através do enxofre contido nos combustíveis que no processo de combustão gera dióxido de enxofre.

#### **2.4.5 Criptoflorescência**

A criptoflorescência é um caso particular da eflorescência, acontecendo quando os sais se manifestam sob os revestimentos, isto acontece quando a taxa de evaporação é muito superior à taxa ascendente de solução, dando origem aos sais sob os paramentos. A criptoflorescência pode ocorrer entre a superfície externa de reboco e a camada de pintura, contribuindo para a perda de aderência da tinta, e também podem surgir no interior da camada de reboco, provocando perda de coesão do reboco, que se torna pulverulento. O destacamento da pintura vai retirar a proteção das camadas externas, que vai provocar a perda de coesão e a desagregação do reboco, e em seguida da própria alvenaria (GUIMARÃES, 2009).

### 2.4.6 Manchamentos

As manchas escuras externas nos edifícios podem ser atribuídas à elevada poluição ambiental, que combinada com a argamassa molhada faz com as partículas se depositem nas superfícies formando as manchas que evoluem para crosta negra (AMORIM, 2013). **A crosta negra**, conforme apresenta a Figura 10, é uma espessa camada de impurezas originada pela deposição “a seco”, pelos ventos e/ou formadas no material, que ficam impregnadas nas pedras e reagem com o material provocando a sua destruição (MOURA, 2013).

Figura 10. (a) Manchas escuras no revestimento de fachada, (b) manchas escuras na sacada.



(a)

(b)

Fonte: (A AUTORA, 2018).

Nos ambientes urbanos, a sujidade contém partículas de carbono superfina, chamadas negro de fumo, provindas principalmente de queima de combustíveis fósseis por veículos e caldeiras, e pelo desgaste de pneus, contendo também compostos de SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub>, que provocam uma acidificação da água, a qual adquire o poder de solubilizar a cal, transformando-a em bicarbonato de cálcio ou em sulfato de cálcio (TELES, 2010). Durante a madrugada quando ocorre o ponto de orvalho e a umidade se deposita nas superfícies, ela trás consigo sujidades suspensas no ar e gases dissolvidos como os compostos de enxofre (SO<sub>x</sub>) e de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) (TELES, 2010).

Durante o dia, quando a temperatura aumenta, a umidade evapora deixando na superfície a sujidade e cal solubilizada. A sequência de ciclos de umidade e seca leva ao aumento de espessura da camada enegrecida, que é lavada nos momentos de chuva.

Entretanto os locais protegidos de chuva preservam a crosta negra. Com o passar do tempo um edifício histórico terá toda a superfície erodida superficialmente, enquanto as partes sob cornijas, relevos, e outros adornos estarão negras por outras camadas superficiais (TELES, 2010). Outra mancha originada nas edificações históricas é o **biofilme** sendo muito parecido com a crosta negra se diferenciando apenas pela sua natureza química e física, formado pela proliferação de organismos vivos (MOURA, 2013).

#### 2.4.7 Sujidade

Os principais danos decorrentes de sujidade nas fachadas são em virtude dos atos de vandalismo provocados pela ação antrópica através de “pichações”, que danifica o patrimônio edificado, prejudicando a pintura da fachada, além de causar uma poluição estética e visual na construção, conforme apresenta a Figura 11.

Figura 11. Sujidades provocadas pela ação antrópica.



Fonte: (A AUTORA, 2018).

#### 2.4.8 Incompatibilidade de materiais

A incompatibilidade entre materiais é uma das anomalias que vem acometendo os monumentos históricos. A incompatibilidade do cimento já é conhecida pelos especialistas de restauração. A incompatibilidade física

frequente se verifica na ligação com as pedras ou com o adobe e outros materiais porosos devido à diferença de elasticidade. A argamassa de cimento contém componentes solúveis, como os hidróxidos e sulfatos de sódio e cálcio ou de silicatos de sódio que ao serem conduzidos para a antiga estrutura produzem diversos danos. Os hidratos de sódio ou potássio podem causar eflorescência esbranquiçadas de difícil eliminação (TAVARES *et al.*, 2011).

## 2.5 PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS DE DANOS EM FACHADAS DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS

Entende-se por dano todo desvio de funcionamento de um elemento construtivo que associado a uma causa deixa de cumprir parcialmente ou totalmente o que estava previsto na sua concepção. As causas podem ser de origem (má execução, utilização de materiais inadequados ou de fraca qualidade, divergências entre o projeto e a construção, etc.), ou serem causas posteriores, através da sujidade do edifício a novas funções para as quais não estavam preparados, utilização muito intensiva como manutenção insuficiente, catástrofe naturais, etc. (TAVARES *et al.*, 2011).

As alvenarias de pedra podem apresentar falhas devido à sua forma que podem provocar variações dimensionais num dos seus eixos, quer seja aumentando ou diminuindo, ou apresentar falhas relacionadas à sua coesão interna que se refere à qualidade dos materiais na sua durabilidade, na sua compatibilidade e na sua incapacidade de resistirem às agressões interna. Os sintomas começam com fissuração, destacamentos dos rebocos e numa fase mais avançada fissuração da própria pedra e ruptura do elemento (TAVARES *et al.*, 2011).

Nas paredes construídas com tijolos de adobes, os danos, na maior parte dos casos, são decorrente de falta de manutenção, intervenções inadequadas, introdução de novos materiais ou sistemas incompatíveis com os existentes, e a falta de conhecimento sobre as características do sistema construtivo tradicional. Sendo o conhecimento dos processos de degradação e de dano inerente ou imposto um fator importante para a gestão do processo de

manutenção preventiva e para as ações de reparação a desenvolver (TAVARES *et al.*, 2011).

Mesquita *et al.*, (2017) enfatiza que nas edificações construídas com técnicas e materiais recentes, se estas apresentarem alguma patologia e provocar um dano, de forma geral, é sabido como proceder para a sua recuperação, mas nas edificações históricas mesmo que os danos sejam evidenciados há uma necessidade maior de estudos, já que esses danos podem estar relacionados com o longo período de tempo o qual a edificação foi exposta à ação das intempéries, a falta de manutenção e a falta de interesse da sociedade em sua manutenção. A Figura 12 apresenta danos em uma fachada de edificação histórica.

Figura 12. Danos em Fachadas de Edificações Históricas.



Fonte: (A AUTORA, 2018).

Segundo Lersch (2003) a orientação ao usuário também deve ser uma das prioridades no estudo dos danos gerados nas edificações históricas. Pois, a preservação dessas edificações depende em muitos casos da orientação a esses usuários da importância de conservar e salvaguardar o patrimônio histórico, aliada também a formação e a capacitação dos técnicos.

## 2.6 FATORES DE DEGRADAÇÃO APLICADOS A CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO.

As edificações de valor cultural que constituem o patrimônio construído sofrem degradações nos seus componentes e sistemas construtivos em decorrência dos mais diversos motivos. Com efeito, o tempo, o intemperismo, o uso com as interferências da ação humana e do meio alteram as propriedades físicas e químicas dos materiais, comprometendo o desempenho dos elementos construtivos e a funcionalidade da edificação (TINOCO, 2009).

O processo de degradação numa edificação pode ser entendido pelo processo pelo o qual uma ação provoca, numa das partes, deterioração de uma ou mais propriedades.

Neste contexto, conhecer as propriedades desses materiais é crucial para entender o seu processo de degradação ao longo do tempo mediante as condições a que estão expostos, pois, os materiais de construção devido às suas propriedades inerentes respondem diferentemente às condições a que estão submetidos.

De acordo com Gaspar e Brito (2005) a degradação é a perda de capacidade que o material tem ao longo do tempo em responder as exigências, consoante os agentes de deterioração, a natureza do material, e em alguns casos a própria maturação deste (como é o caso dos rebocos ou dos concretos). Sabendo que, as causas de manifestações patológicas existentes não se vinculam a apenas uma causa, normalmente são resultantes de atuação simultânea de diversos fatores promotores de degradação (ANTUNES, 2010).

A seção sobre “as características dos materiais e os processos de degradação” das Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico, publicada pelo Icomos (2004) descreve que as degradações dos materiais têm origem em ações químicas, físicas e biológicas e podem ser aceleradas quando estas ações são modificadas de forma desfavorável (por exemplo, pela poluição, etc.). Como principais consequências resultam as degradações das superfícies, as perdas de

materiais e, do ponto de vista mecânico, as reduções de resistências. A estabilização das características dos materiais é desta forma, uma tarefa importante na conservação de edifícios históricos.

Borges *et al.*,(2014) destaca que especialmente em fachadas já restauradas, muitas manifestações patológicas, entre as quais, destacamento, desagregação, fissuração, manchas de umidade, surgem não necessariamente de ação direta exclusiva de agentes de deterioração ambientais, mas, sobretudo, decorrentes de intervenções mal sucedidas que na maioria das vezes, são causadas pela incompatibilidade entre os materiais de reabilitação e os materiais a restaurar ocasionando desta forma degradação dos componentes e materiais constituintes da edificação.

## 2.7 PRINCIPAIS AGENTES E MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO EM FACHADAS HISTÓRICAS

A norma ISO 15686 define mecanismos de degradação como *“uma alteração física ou mecânica que gera efeitos negativos em propriedades críticas dos produtos da construção, e agentes de degradação como tudo o que atua sobre o edifício ou parte dele afetando negativamente o seu desempenho”* (COSTA, 2013).

Segundo Dias (2015) parte dos agentes e mecanismos de degradação que agem sobre os edifícios, tem início antes de sua utilização, ou seja, existe um conjunto de mecanismos e agentes que condiciona a vida útil do edifício e de suas partes desde a sua origem. Costa (2013) ressalta que as atuações dessas ações de forma isolada ou combinada conduzem à perda do desempenho do edifício. Tornando-se necessário conhecer e identificar os agentes de degradação que alteram as características fundamentais do produto de construção. Chai (2011) menciona que a degradação dos materiais depende do tempo de atuação, da intensidade e da frequência de cada um dos fatores ambientais.

### 2.7.1 Agentes ambientais ou climáticos

As condições ambientais a que um edifício está inserido são fundamentais no tempo de vida útil destes elementos. A água, a umidade, a

luz, o ar, a poluição, a temperatura, os microrganismos são elementos que interferem direta ou indiretamente nos elementos de uma edificação, ocasionando danos e patologias muitas vezes irremediáveis (TREVISAN, 2003).

Um dos principais problemas atualmente para os edifícios, do mundo moderno e histórico, tem sido a poluição gerada pelos processos químicos, nucleares e biológicos, associados à evolução da sociedade, que causam à contaminação da água, do ar e do solo (TREVISAN, 2003). A Tabela 1 apresenta os principais agentes que afetam a durabilidade das construções históricas.

Tabela 1. Agentes de Degradação.

<b>Natureza</b>	<b>Classe</b>	<b>Exemplos</b>
Térmica	Níveis extremos ou variações acentuadas de temperatura	Calor, geada, choque térmico, fogo.
Química	Água e Solventes	Umidade do ar, umidade do solo, precipitação, álcool.
	Agentes oxidantes	Oxigênio, desinfetantes
	Agentes Redutores	Sulfuretos, amoníaco
	Ácidos	Ácido Carbônico, excremento de pássaros.
	Bases	Cimento, hidróxido de cálcio, Cal.
	Sais	Nitratos, fosfatos, cloretos, gesso.
	Substâncias quimicamente neutras	Gordura, óleo, calcário.
Biológica	Plantas e Micróbios	Bactérias, bolores, fungos e raízes.
	Animais	Roedores, térmitas, vermes, pássaros.

Fonte: (ADAPTADO DE COSTA (2013)).

Desta forma, o edifício que se encontra inserido em um determinado contexto, está sujeito às condições do ambiente, recebendo influências de natureza diversas ao longo do tempo, necessitando de intervenções devido à

maior exposição às ações climáticas de impacto mecânico e ambiental (LERSCH, 2003; BORGES *et al.*, 2014).

Entre os fatores ambientais considerados relevantes na degradação dos revestimentos da fachada estão com maior frequência às variações de temperatura, a ação do vento, a radiação do sol, a chuva, à umidade. Outros fatores, também estão, como o homem, que através de atos de vandalismo, causas imprevisíveis como guerras, ou problemas ambientais incontrolláveis como furacões, maremotos. Mas, em sua maioria os maiores causadores é o próprio ambiente que o edifício está inserido (CHAI, 2011; TREVISAN, 2003)

#### *2.7.1.1 Variação de Temperatura*

As condições de exposição das edificações ao clima são caracterizadas pelos valores locais horários da radiação solar, da temperatura e umidade relativa do ar e também pela velocidade predominante do vento (AKUTSU *et al.*, 2005).

Vários elementos sofrem deformações quando submetidos a elevadas temperaturas, estas provocam tensões internas nos edifícios caso estes componentes não possam dilatar livremente. Em peças de espessura reduzida, como as lajes, o aumento de temperatura dá origem a tensões que provocam deformações por flexão, que se traduzem por encurvamentos. As tensões de compressão criadas podem ser superiores à resistência do material à compressão (GUIMARÃES, 2009).

A temperatura quando aumenta acelera os processos de corrosão, principalmente em relação aos metais. O forte calor, afeta os elementos expostos ao sol causando descoloramento dos revestimentos das fachadas, ressecamento do madeiramento, cristalização rápida, e conseqüentemente expansão de sais na alvenaria (TREVISAN, 2003).

O aumento da temperatura provoca sobreaquecimento das superfícies de pintura, o que depende, sobretudo, da cor dos pigmentos usados na formulação da tinta. As superfícies podem atingir temperaturas de 60 a 80° C, o que pode provocar a migração de alguns constituintes, dando origem a

microfissuração, pegajosidade superficial e, conseqüentemente sujidade superficial (CHAI, 2011).

A principal mudança que ocorre nos materiais de construção devido à variação de temperatura é a dimensional, sofrendo dilatação quando aquecidos e contração quando resfriados. As mudanças dimensionais também causam tensões que podem levar a rupturas ou deformações. A movimentação térmica também provoca formação de juntas entre materiais justapostos causados pela diferença de deformação (LERSCH, 2003).

As variações de temperatura também contribuem para o desgaste do revestimento. Pois, aliadas aos diferentes índices de umidade absorvidos ou liberados pelos materiais provocam variações dimensionais que contribuem para a geração de tensões internas e que, com repetições ao longo do tempo, podem gerar fadiga (QUERUZ, 2007).

#### *2.7.1.2 Radiação Solar*

A radiação solar incide sobre o edifício representando sempre certo ganho de calor que será função da intensidade da radiação incidente e das características térmicas dos parâmetros do edifício. Nas fachadas, o que se observa é que a ação dos raios tende a causar algum tipo de dano, isto por que, o raio ultravioleta age de forma destrutiva, principalmente em materiais orgânicos, como a madeira, têxteis e pigmentos, causando desbotamento e provocando um aspecto quebradiço. Contudo, o que mais atinge as edificações é a quantidade de energia transportada pela radiação solar que se transforma parcialmente em calor quando atinge os materiais constituintes de uma edificação (LERSCH, 2003).

A orientação da fachada também pode expor a aberturas de dimensões idênticas a quantidades distintas de calor solar e iluminação, pois, o fenômeno térmico é provocado pelo aumento da temperatura superficial dos materiais. Ao analisar os efeitos da radiação solar, deve-se considerar não somente aqueles resultantes das radiações diretas, mas também das refletidas. Não pode ser desprezado o efeito da irradiação gerada, por exemplo, pelo armazenamento e

pela condutividade térmica das paredes expostas às radiações e pela devolução deste calor ao ambiente. (LAMBERTS *et al.*, 1997; LERSCH, 2003).

A radiação também varia de acordo com a cor da superfície emissora, pois, cores claras refletem melhor a cor para o interior do edifício, sendo mais refletivas, apresentando menor potencial de absorbância à radiação solar, já as cores mais escuras colaboram para ao aumento da absorbância solar, podendo atingir temperaturas mais altas do que outros materiais. Sendo os efeitos das radiações diferentes de acordo a cor da fachada, pode-se entender que cores diferentes provocam degradações diferentes nas fachadas (LERSCH, 2003).

Chai (2011) infere que de todos os agentes de degradação, a radiação solar exerce uma forte influência, causando alterações da cor, perda de brilho ou a fissuração. Com o tempo pode danificar totalmente a película da tinta, tornando-se quebradiça ou dando origem à perda de material (pulverulência). Alguns revestimentos podem ainda ser amolecidos pela ação do sol, o que contribui com uma maior captação da sujidade, promovendo o desenvolvimento de fungos.

Segundo Amorim (2013) a incidência do sol também influencia no aparecimento e intensidade de sujidade. Em seu estudo sobre a Proposta de Reabilitação do Teatro Jandaia, observou que as paredes que recebiam pouca insolação estavam com fungos, pois, a baixa insolação tanto dificulta a evaporação como facilita o surgimento de fungos, em locais que não recebem sol.

Bezerra (2010) descreve que os raios ultravioletas são prejudiciais aos pigmentos das tintas, gerando uma rápida degradação através da dilatação diferencial entre as camadas sobrepostas, expostas ao calor. Com o passar do tempo formam-se fissuras capilares com a migração de agentes degradantes do meio para o interior do suporte.

### *2.7.1.3 Influência da umidade nas fachadas*

A ação da umidade nos edifícios constitui um dos principais fatores de danos existentes nas fachadas. Isto revela-se através das fendilhações, deficiência nas coletas das águas pluviais, impermeabilizações insuficientes das fachadas, e aos deficientes estado de cobertura, casos mais comuns em

edificações históricas. A umidade causa deterioração dos materiais diminuindo a durabilidade e estanqueidade, alteração dos materiais ou da geometria dos elementos construtivos (GUIMARÃES, 2009; TAVARES *et al.*, 2011). As principais formas de umidade que atingem os edifícios são:

**Umidade de precipitação** este é um tipo de umidade que não pode ser evitada. Para evitar problemas nas edificações com relação a este tipo de umidade, as soluções de revestimento e acabamento devem permitir rápida evaporação da água após a chuva parar de cair. A chuva aliada ao vento é o maior problema. Este tipo de umidade provoca degradação, principalmente em edifícios em que existam telhas danificadas e fissuração nas paredes. É responsável pela desagregação das argamassas, aparecimento de manchas de umidade, bolores, eflorescência, criptoflorescência e apodrecimento das estruturas de madeira das coberturas. Este tipo de umidade é sazonal, manifestando-se nas paredes mestras, geralmente junto às discontinuidades, por exemplo, vãos exteriores ou ligações à cobertura, e zonas de paredes degradadas, degradações de parede e fissuração de rebocos (GUIMARÃES, 2009).

Chai (2011) salienta que o efeito mais nocivo da água nos revestimentos depende naturalmente das características como a porosidade, o coeficiente de absorção e a permeabilidade, que estão na base de uma maior ou menor absorção e permanência da água. Outro aspecto a ter em conta são os ciclos de molhagem/secagem que podem acelerar a degradação, pela extração de alguns constituintes e pelas variações dimensionais geradas.

**Umidade do terreno** é um tipo de umidade ascendente por capilaridade, em que ocorre um fluxo vertical de água que ascende do solo, sendo uma das formas mais graves de manifestação de umidade nos edifícios devido ao longo período em que permanece nas paredes, normalmente toda a época das chuvas. Este tipo de umidade provoca a cristalização de sais nas paredes, eflorescência e criptoflorescência quando a cristalização dos sais ocorre sob os revestimentos das paredes. Esses sais são provenientes do próprio solo das fundações, mas também pode ser de materiais utilizados nos edifícios. A desagregação das argamassas deve-se também a esse tipo de umidade. A

umidade no solo, geralmente, revela-se pelo aparecimento de manchas com desenvolvimento horizontal, quer em paredes exteriores, quer em paredes interiores, e a sua ascensão será maior quanto maiores for à espessura da parede (GUIMARÃES, 2009).

Segundo Tavares *et al.*, (2011) os danos provocados acerca da umidade ascensional são decorrentes da falta de impermeabilização entre fundação e parede, insuficiente ou ausência de drenagem periférica, utilização de materiais de parede de fundação com menor capacidade drenante, fecho das “gateiras” que permite a ventilação na base das fundações.

**A umidade por condensação** é resultado do vapor de água que fica condensado nas paredes e coberturas. Isto acontece devido à temperatura das superfícies interiores dos componentes serem mais baixas que a temperatura do meio ambiente, fazendo com que o vapor de água presente no ar ambiente em contato com os componentes passem ao estado líquido, formando pequenas gotas. Nos períodos do ano em que as umidades são mais baixas ocorre este tipo umidade. As principais anomalias são devido ao surgimento de manchas e de bolores nos paramentos interiores das paredes, mas também nos exteriores especialmente em pontes de zonas térmicas. Se as paredes dos edifícios antigos estivessem um isolamento térmico este tipo de anomalia poderia ser evitada (GUIMARÃES, 2009).

**A umidade de Construção** é originada durante o processo construtivo. É a umidade que ficou interna nos materiais, devido a sua execução e que acaba por exteriorizar em decorrência do equilíbrio que se estabelece entre o material e o ambiente. O exemplo mais comum desse tipo de situação é a umidade contida nas argamassas de reboco que, logo após executadas, transferem o excesso de umidade para a parte interna das alvenarias, necessitando de um prazo maior do que o da cura do próprio reboco para entrar em equilíbrio com o ambiente em que está situada, podendo a evaporação durar anos (QUERUZ, 2007).

Segundo Guimarães (2009) a umidade de construção pode provocar diversas anomalias generalizadas e localizadas. A água ao evaporar-se pode provocar expansões e destacamento de vários materiais, provocar

condensações e manchas. Quando na presença de umidade os sais existentes no interior das paredes são dissolvidos e acompanham as migrações de água até à superfície ou sob o reboco aonde irão dando origem respectivamente a fluorescência e criptofluorescência.

A **umidade devido ao fenômeno de higroscopicidade** está relacionada com o fato de os materiais conterem sais solúveis em água e nos solos de construção na sua constituição sais solúvel em água e no solo também. Quando na presença de umidade os sais existentes no interior da parede são dissolvidos e acompanham as migrações de água até a superfície ou sob o reboco onde irão cristalizar dando origem a eflorescência e criptofluorescência. Certos sais são higroscópicos, absorvem umidade do ar e dissolvem-se (quando a umidade relativa está acima de 70% aproximadamente) (GUIMARÃES, 2009).

As umidades e o ciclo gelo-degelo nas paredes e coberturas podem originar diversas anomalias tais como: deterioração estrutural, recristalizações de soluções (devido à evaporação da água) que levam ao aparecimento de microfissuras e lascamento das rochas, perda de revestimentos decorativos, desenvolvimento de microrganismos, deterioração de telhas e alterações das condições de habitabilidade e conforto (GUIMARÃES, 2009).

#### *2.7.1.4 Vento*

O vento além da ação física que pode gerar tensões nos revestimentos provoca o movimento de várias partículas sólidas em suspensão no ar contra os edifícios, que têm uma ação abrasiva sobre eles. Essas partículas, como contaminantes atmosféricos e poeiras, que se depositam nas fachadas contribuem para a retenção de sujidade e de umidade, assim como a fixação de bactérias, pela presença de elementos nutritivos (CHAI, 2011; GUIMARÃES, 2009).

Como elemento promotor de degradação, o vento pode gerar pressão sobre os planos ou materiais construtivos, produzindo tensões que levem à deformação, ao deslocamento ou à ruptura. Esse tipo de situação tem ocorrência mais esporádica, pois, implica em grandes velocidades de incidência. Outro dano que a ação do vento pode produzir nas edificações é o

impacto mecânico não do ar em si, mas de partículas de terra ou areia que com ele são arrastadas. Esse último tipo de ação é bastante comum em áreas abertas e sem planos que barrem a incidência direta, como praias e desertos (QUERUZ, 2007).

#### *2.7.1.5 Poluição Atmosférica*

Nas cidades os transportes e as indústrias emitem grandes quantidades de poluentes para a atmosfera. Os poluentes que mais contribuem para a destruição dos materiais são o dióxido de enxofre e as partículas sólidas. O dióxido de carbono é também um poluente bastante agressivo que atua sobre alguns materiais. O óxido de azoto é outra substância que tem uma ação agressiva, especialmente após reações químicas podendo originar ácido nítrico. Quando existem indústrias químicas também são lançados o ácido clorídrico, o amoníaco e o ácido fluorídrico (GUIMARÃES, 2009).

Outro elemento importante são as partículas existentes no ar como fuligens, poeiras e fumaças. Estes elementos transportados pelo ar se assentam em camadas sobre os monumentos, formando uma crosta negra ativa que provoca a erosão progressiva da superfície. É impossível isolar o edifício do ar em que está envolvida da poluição atmosférica, essa está a cada dia mais alta. O ar poluído é uma das maiores preocupações dos restauradores de todo o mundo (TREVISAN, 2003).

#### *2.7.1.6 Sais*

A porosidade nos materiais de construção permite a entrada de sais que podem provocar a sua alteração. Os sais podem ter origem nos próprios materiais de construção, podem ser provenientes do solo, do nevoeiro (caso seja salino), de certos metabolismos de seres vivos ou de antigos tratamentos de conservação (GUIMARÃES, 2009).

A cristalização de sais pode provocar estragos nos materiais de construção. O fenómeno da cristalização de sais está associado ao fenómeno da hidratação/desidratação, que provocam variações de volume. De acordo com a temperatura e a pressão parcial do vapor de água do meio, podem existir sais em diferentes estados de hidratação. Cada estado de hidratação

corresponde a um determinado volume específico. No interior dos poros dos materiais, quando a passagem de um estado para o outro provoca aumento de volume, são criadas forças que são exercidas nos materiais e os degradada (GUIMARÃES, 2009).

Estudos feitos por Silva, Gaspar e Brito (2011) em edifícios de pedra natural localizados em Portugal constatou que quanto à proximidade do mar os revestimentos localizados a menos de 5 km atingem mais cedo à vida útil do que os restantes dos revestimentos, verificando ainda que quanto mais afastados do mar os revestimentos estiverem maior será a sua vida útil estimada.

### **2.7.2 Agentes Biológicos**

Dos agentes atuantes de degradação nas fachadas nos monumentos antigos, as espécies animais, os microrganismos, os insetos, e até os animais ditos superiores, são fontes determinantes de destruição dos componentes das edificações (TREVISAN, 2003). A seguir tem-se uma síntese dos principais agentes biológicos que favorecem para o processo de deterioração das edificações históricas.

#### *2.7.2.1 Biodeterioração*

Compreendem os derivados da ação de quaisquer elementos vivos sobre as partes das edificações ou sobre seus componentes. Abrangem desde a ação de organismos unicelulares até animais, incluindo-se aí o homem. Em relação às razões que levam à degradação, observa-se que, enquanto os seres mais simples utilizam principalmente a edificação como fonte de nutrientes sintetizáveis para sua vida, os mais complexos, nesta classificação, utilizam-na como habitat para seu desenvolvimento (QUERUZ, 2007).

Segundo Guimarães (2009) a biodeterioração nestes casos é facilmente identificável, pois é provocada por algas microscópicas que surgem na superfície de materiais de elevada porosidade ou degradados, penetrando nas microfracturas ou nos fragmentos destacados. Os principais agentes biológicos responsáveis pela biodeterioração, em edificações antigas são as bactérias, os fungos e as algas, sendo esta última bastante encontrada na Bahia em locais

de clima úmido provocando o enegrecimento de rebocos, rochas e até penetra pelo craquelê do vidro dos azulejos. Nos monumentos históricos é também frequente a presença de líquens, sendo facilmente reconhecíveis através das suas formas macroscópicas (OLIVEIRA, 2011; TREVISAN, 2003).

Os líquens são formados pela associação de fungos e algas. Apresentam uma coloração alaranjada, só se desenvolvem em locais com poluição atmosférica, são muito resistentes de difícil remoção produzindo o ácido oxálico (OLIVEIRA, 2011). Alguns deles penetram na cantaria pela elaboração dos ácidos orgânicos. Outros agem na superfície da pedra. Os danos iniciam pela superfície, degradando-a com o passar do tempo (MOURA, 2013).

Os fungos e o bolor atacam a madeira, pedra, livros e documentos. Os insetos como xilófagos (cupim) e as brocas também atacam a madeira destruindo suas propriedades mecânicas. Os pombos causam danos em consequência da ação química de seus excrementos. Até mesmo os cães e homens provocam danos por atos de vandalismo ou mesmo pela ação ácida da urina (TREVISAN, 2003).

#### *2.7.2.2 Vegetais Superiores*

Este tipo de degradação é característico de clima tropical. No Brasil as aroeiras (*Schinus terebinthifolius*), as figueiras bravas (*Ficus gomelleria*, *Ficus calyptroceras*) dentre outras, danificam muitas edificações históricas tornando-se um grande problema (OLIVEIRA, 2011).

Segundo Moura (2013) sementes levadas pelo vento e através de excrementos de pássaros, quando depositadas nas fachadas dos edifícios, podem germinar, originando plantas, inclusive de grande porte. Esse tipo de agente é comum nos monumentos históricos e desencadeia graves danos aos imóveis, com rachaduras nas paredes. Os raros serviços de conservação proporcionam tempo suficiente para que as sementes tornem-se plantas adultas.

#### **2.7.3 Uso e Ação do Homem**

Muitas anomalias causadas nos edifícios antigos são devido a ações de vandalismo como, por exemplo, o arremesso de pedras e as pichações.

Intervenções em edifícios antigos feitas de modo inadequado, demolições e construções de novos imóveis adjacentes aos antigos, elaboradas de uma forma descuidada, também provocam diversas patologias (GUIMARÃES, 2009).

Segundo Lersch (2003), entre os danos provocados pela ação do homem encontram-se os desgastes provocados pelo uso, falta de conservação preventiva, as intervenções indevidas na edificação, o desenvolvimento urbano, além dos atos de vandalismo.

#### **2.7.4 Detalhes Construtivos das Fachadas de edificações históricas**

Os detalhes construtivos e suas formas exercem forte influência no desempenho das edificações. A sua ausência ou insuficiência contribui de forma significativa para o estado de degradação das fachadas (ANTUNES, 2010). Nas edificações antigas os detalhes construtivos além de acrescentar beleza às edificações tinham como função proteger a fachada de agentes como o sol e a chuva permitindo as fachadas adquirir uma durabilidade maior. Vieira (2005) através de sua dissertação sobre a influência dos detalhes arquitetônicos no estado de conservação das fachadas de edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre destaca que, o uso de frontão central, elemento característico das construções da época, cria condições favoráveis para condução da água para a superfície das fachadas. Desta forma, segundo a autora os detalhes arquitetônicos utilizados nas fachadas formam várias espécies de plataformas, molduras horizontais e planos verticais, sobre os peitoris das janelas, frisos horizontais e verticais, cimalkhas dentre outros, além de desempenhar a função para que foram designados cumprem a função estética, servindo também para proteger as fachadas da ação dos agentes externos.

O projeto destes elementos arquitetônicos proporciona a capacidade de controle da água da chuva de escoamento. Um fato relevante observado foi que umas das fachadas estudadas apresentava um bom estado de conservação, sendo que não sofria manutenção há 17 anos, isto foi atribuído, ao conjunto de detalhes arquitetônicos componentes da fachada (frisos,

molduras, dentre outros) (VIEIRA, 2005). A Figura 13 ilustra as manchas de escorrimento devido à condução da água.

Figura 13. Manchas de escorrimento devido à condução da água do frontão para a superfície da parede das edificações.



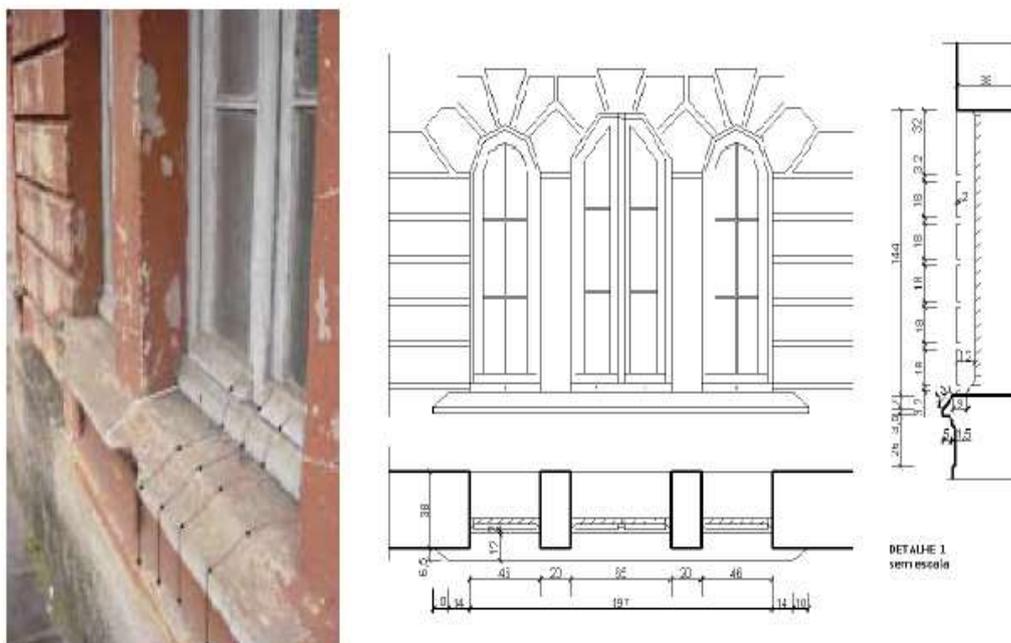
Fonte: (VIEIRA, 2005).

Segundo Vieira (2005) dos elementos das fachadas parapeitos das janelas e as platibandas dos exemplares em estudo são as regiões da fachada que apresentaram maior acúmulo de umidade e sujidades, com isto sendo mais favoráveis ao aparecimento de fungos, sendo esse atribuído a geometria e dimensões dos elementos. Outro aspecto importante observado foi às molduras no entorno das janelas, o que proporciona o controle do fluxo de água superficial, possibilita conservação da esquadria, mas a ausência de pingadeira favorece o escorrimento da água e manchamento do peitoril. A autora ainda ressalta que os frisos horizontais no entorno das esquadrias, como dimensões e geometria da pingadeira favorece para a lavagem e limpeza superficial do parapeito.

As quinas e os cantos assim como os peitoris e as pingadeiras também devem ser considerados nos projetos, pois, envolvem detalhes que irão interferir nas atividades de execução do revestimento e na sua programação. Esses detalhes podem representar um ponto frágil ou de fácil penetração da

água, quando não definidos e executados corretamente (MACIEL *et al.*, 1998). A Figura 14 apresenta detalhes construtivos, molduras entorno das janelas.

Figura 14. Frisos horizontais.

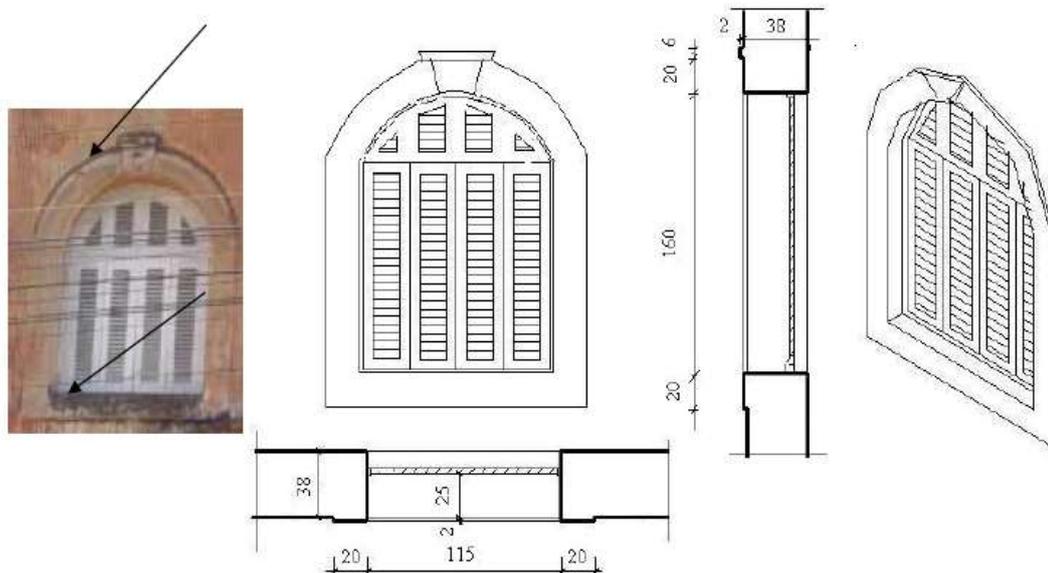


Fonte: (VIEIRA, 2005).

A composição da fachada e a tipologia dos materiais constituem os fatores principais que exercem influência sobre a imagem de deterioração de um edifício. A influência da forma e das proporções da fachada afeta diretamente o modo de incidência do vento e da chuva, que dependerá tanto da orientação das fachadas frente às correntes do ar, quando dos obstáculos existentes.

A composição geral é um fator importante para avaliar o resultado das ações de sujidade e manchas que ocorrem sobre ela. Assim como a influência da temperatura responsável pelo ressecamento de materiais. Outro aspecto importante é à disposição dos planos maciços ou a existência de planos avançados ou recuados que igualmente aumentam a disposição de partículas de sujidade e a incidência de ventos e chuvas (LIMA *et al.*, 2014). A Figura 15 apresenta alguns elementos da esquadria de edificações antigas.

Figura 15. Moldura entorno das Janelas.



Fonte: (VIEIRA, 2005).

Segundo Lima *et al.*, (2014) a influência dos materiais que compõem a fachada afeta diretamente a forma como se dá a absorção de água e capilaridade pelas vedações e como esses componentes reagem às variações de temperatura. Esse fator está relacionado ao fenômeno de fissuração, empolamento e destacamento dos revestimentos, e no surgimento de manchas de umidade e acumulação de sais na superfície da vedação (eflorescência).

## 2.8 MODELOS DESENVOLVIDOS PARA ESTUDOS DE DEGRADAÇÃO EM FACHADAS

Diante das patologias que tem acometido as edificações, principalmente as fachadas, a ciência tem se empenhado em estudar e avaliar os fenômenos que interferem na vida útil dessas edificações de forma mais aprofundada. Na Tabela 2 são citados os métodos mais relevantes para o desenvolvimento de modelos de avaliação da degradação em fachadas.

Tabela 2. Modelos de Cálculos de Degradação em Fachadas.

<b>Autor</b>	<b>Tema</b>	<b>Ano</b>	<b>Aplicação</b>
Gaspar e Brito	Modelo de Degradação de Rebocos	2005	Obras convencionais
Souza	Previsão da Vida útil dos Revestimentos Cerâmicos Aderentes em Fachadas	2008	Obras convencionais
Ferreira	Avaliação de Vulnerabilidade Sísmica das paredes de fachada de edifícios em alvenaria	2009	Edificações antigas
Silva	Previsão de vida útil dos revestimentos de pedra natural de paredes	2009	Obras convencionais
Taguchi	Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações	2010	Obras convencionais
Silva	Estudo de durabilidade do revestimento de paredes exteriores	2013	Obras convencionais
Silva	Avaliação Quantitativa da Degradação e vida útil de revestimentos de fachada- Estudo de Caso em Brasília/DF	2014	Obras convencionais
Dias	Avaliação de Vida útil de Revestimentos Cerâmicos em Fachadas através de Inspeção de Edifício	2015	Obras convencionais

Fonte: (A AUTORA).

### **2.8.1 Modelo Proposto por Gaspar e Brito (2005)**

Em seu trabalho sobre avaliação do nível geral de degradação em um elemento com base nos dados de campo, Gaspar e Brito (2005) apresentaram uma metodologia para quantificar o nível geral de degradação de fachadas rebocadas. Foram analisadas 150 fachadas em diferentes regiões de Portugal, relacionado às condições ambientais com os níveis de degradação os quais as edificações estão inseridas. A metodologia consiste em entender a degradação de acordo com a parte da fachada afetada, para isto, a fachada é dividida em seis áreas:

- Perto do nível do chão;
- Em paredes contínuas;
- Entorno das aberturas;
- Em parapeitos;
- Abaixo de varandas;

- Nos cantos e arestas.

As amostras foram escolhidas aleatoriamente entre os edifícios de revestimentos argamassados, em três locais diferentes no Sul de Portugal. Os locais foram escolhidos pelas suas características ambientais específicas: influência de marinha leve, forte influência de marinha e áreas urbanas, perto de rodovias, mas sem influência de marinha. Para cada amostras da pesquisa, um formulário de pesquisa foi preenchido com a idade do edifício, data da última intervenção na fachada, descrição da geometria do edifício, características da construção, local, patologias registradas. Cada uma das seis áreas diferentes da fachada foi avaliada individualmente. As patologias foram registrados e avaliadas em cinco níveis de degradação 0 (sem degradação) até 4 (degradação extensiva), de acordo com a profundidade de danos em cada área, conforme registra a Tabela 3.

O nível geral de degradação foi calculado com base nas inspeções através da equação 1:

$$ODL = (n_1 \times 1 + n_2 \times 2 + n_3 \times 3... / \Sigma (n_1 + n_2 + n_3... \quad (\text{Equação 1})$$

ODL = nível geral de degradação de uma fachada pesquisada;

$n_i$  - somatório de defeitos do nível  $i$  (0 a 4) detectados.

Os resultados obtidos demonstram que a degradação ocorre sempre que ocorre mais de uma condição de falha simultaneamente, aumentando a taxa de deterioração da fachada. A metodologia utilizada também proporciona uma melhor compreensão dos fenômenos que ocorrem sobre a influência de vários agentes, de forma simultânea de degradação.

Tabela 3. Níveis de degradação das fachadas.

Nível de degradação	Caracterização de defeitos	Área afetada (%)
Nível 0 - bom	Degradação não detectada visualmente	Não requer intervenção
Nível 1- Boa condição	Manchas na superfície	Acesso visual
Nível 2 - Degradação suave	Fissuração (visível somente com binóculo)	Limpeza da superfície (escovação e lavagem)
	Grafite	
	Presença localizada de bolor	
	Possível infiltração de água ou sinal suave de eflorescência	
	Baixa umidade e mancha por umidade	
Nível 3 - Ampla degradação	Fissuração localizada visível a olho nu	Reparo e Proteção
	Cantos ou bordas danificadas	
	Infiltrações localizadas	
	Eflorescências	
	Superfície danificada (cor e textura)	
Nível 4 - Degradação extensa	Fissuração interna	Substituição parcial ou completa
	Deslocamento ou desagregação da superfície	
	Infiltração interna e superfície danificada	
	Elementos de aço quebrados ou corroídos	
	Perda de aderência entre camadas	
	Destacamento da parede	

Fonte: (ADAPTADO DE GASPAR E BRITO (2005)).

### 2.8.2 Modelo Proposto por Souza (2008)

Souza (2008) apresenta um modelo para a Avaliação da Vida Útil dos Revestimentos Cerâmicos Aderentes em Fachadas de edificações em Portugal. A metodologia proposta consistiu numa adaptação de modelos desenvolvidos anteriormente por Gaspar e Brito (2005); Shohet *et al.*, (2002) dentre outros. A metodologia dele consistiu numa avaliação visual sistemática da degradação de um conjunto de edificações de diferentes idades. A avaliação foi realizada através da classificação da gravidade das principais manifestações patológicas, possibilitando a atribuição de um nível de degradação geral atual dos revestimentos cerâmicos aderentes.

A escolha para a determinação das anomalias foi feita tanto pela gravidade da anomalia como pela sua preferência de ocorrência e evolução no estado de degradação geral dos revestimentos cerâmicos aderentes em fachadas, agrupando-as em:

- Anomalias estéticas;
- Fissuração;
- Deterioração das Juntas;
- Descolamento.

Segundo Souza (2008) apesar das anomalias comprometerem apenas a camada superficial dos revestimentos cerâmicos aderentes, origina a sua degradação, contribuindo para a definição do grau de degradação geral da fachada.

A formulação proposta por Souza (2008) para a adaptação do nível geral de degradação consistiu numa adaptação do nível geral de degradação de Gaspar e Brito (2005). A equação relaciona a razão entre a extensão ponderada do revestimento e a extensão de degradação máxima possível (equação 2).

$$S = \frac{\Sigma(AeXKnXKa,n)+(AfXKnXKa,n)+(AjXKnXKa,n)+(AdXKnXKa,n)}{AXK} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde;

S – Severidade da degradação da fachada normalizada, expressa em percentagem;

Ae – Área de fachada afetada por anomalias estéticas, em m<sup>2</sup>;

Af – Área de fachada afetada por anomalias por fissuração, em m<sup>2</sup>;

Aj – Área de fachada afetada por anomalias por deterioração de juntas, em m<sup>2</sup>;

Ad – Área de fachada afetada por anomalias por descolamento, em m<sup>2</sup>;

kn – Fator de ponderação dos níveis de degradação com n ∈ {1,2,3,4};

ka,n – Fator de ponderação do peso relativo das anomalias detectadas; caso não exista especificação ka,n=1;

k – Fator de ponderação igual ao nível de condição mais elevada da degradação da fachada de área A;

A – Área da fachada, em m<sup>2</sup>.

### 2.8.3 Modelo Proposto por Ferreira (2009)

O modelo proposto por Ferreira (2009) consiste numa metodologia simplificada para avaliação da vulnerabilidade sísmicas das fachadas de edifícios tradicionais da Baixa Coimbra em Portugal.

O índice de vulnerabilidade sísmico é calculado através da soma ponderada de 10 parâmetros associados às características geométricas e mecânicas do estado de conservação. Esses parâmetros são associados em 4 classes de vulnerabilidades crescentes: A, B, C e D. Cada parâmetro avalia o aspecto que influencia a resposta sísmica da fachada do edifício, calculando ou definindo a classe de vulnerabilidade sob diferentes aspectos (figura 20).

A cada parâmetro é associado um peso que varia 0,5 para os parâmetros menos importantes e de 0,75 para os parâmetros mais importantes. O  $I_{vf}$ , de um edifício poderá variar entre 0 e 100, sendo que quanto menor for o seu valor, menor será a vulnerabilidade da fachada. Os índices e os parâmetros são apresentados na Tabela 4.

$$I_{vf} = \sum CviXpi \quad (\text{Equação 3})$$

Tabela 4. Parâmetros e classe de vulnerabilidades.

Parâmetros	A	B	C	D	Peso (Pi)
------------	---	---	---	---	-----------

## Grupo 1: Geometria e aberturas

P1 Geometria da fachada	0	5	20	50	0,5
P2 Esbeltez máxima	0	5	20	50	0,5
P3 Área de aberturas	0	5	20	50	0,5
P4 Desalinhamento de aberturas	0	5	20	50	0,5

## Grupo 2: Materiais e estado de degradação

P5 Qualidade dos materiais	0	5	20	50	0,75
P6 Estado de Conservação	0	5	20	50	0,75

## Grupo 3: Ligação a outros elementos estruturais

P7 Ligação às paredes ortogonais	0	5	20	50	0,5
P8 Ligação aos diafragmas horizontais	0	5	20	50	0,5
P9 Impulsos da cobertura	0	5	20	50	0,5

## Grupo 4: Elementos ligados à Fachada

P10 Elementos Ligados à fachada	0	5	20	50	0,5
---------------------------------	---	---	----	----	-----

Fonte: (FERREIRA, 2009)

### 2.8.4 Modelo Proposto por Silva (2009)

Silva (2009) através de estudos para Previsão de vida útil dos revestimentos de pedra natural de paredes fez um levantamento dos fenômenos de degradação através de inspeções in loco, que permitiu a definição de um padrão de degradação e de uma vida útil de referência. A metodologia proposta foi baseada nos modelos de Gaspar e Brito 2009. O modelo proposto pela autora permite determinar um índice numérico que forneça uma estimativa da degradação global do revestimento. A equação 4 demonstra o modelo de cálculo proposto.

$$S_{w, rp} = \frac{\Sigma(AeXKnXKa,n) + (AjXKnXKa,n) + (AjXKnXKa,n) + (AjXKnXKa,n)}{AX\Sigma(Kmáx)} = \frac{Ew}{Ew,máx} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

$Sw, rp$  – Severidade da degradação do revestimento pétreo, expressa em percentagem;

$Ae$  – Área do revestimento afetada por anomalias estéticas, em  $m^2$ ;

$Aj$  – Área do revestimento afetada por anomalias em juntas, em  $m^2$ ;

$Af$  – Área do revestimento afetada por anomalias na fixação ao suporte, em  $m^2$ ;

$Ai$  – Área do revestimento afetada por anomalias de perda de integridade, em  $m^2$ ;

$kn$  – Fator de ponderação das anomalias  $n$ , em função do nível de degradação ( $k$  varia entre 0 e 4);

$ka, n$  – Coeficiente de ponderação correspondente ao peso relativo da anomalia detectada;  $ka, n$  assume o valor 1 em caso da inexistência de qualquer especificação;

$A$  – Área total do revestimento, em  $m^2$ ;

$\Sigma(k_{m\acute{a}x.})$  – Somatório das constantes de ponderação iguais ao nível de condição mais elevada da degradação de um revestimento de área  $A$ ;

$Ew$  – Extensão da degradação ponderada do revestimento;

$Ew, m\acute{a}x.$  – Extensão da degradação ponderada máxima do revestimento.

### **2.8.5 Modelo Proposto por Taguchi (2010)**

Taguchi (2010) propôs um modelo para avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações. O modelo surgiu a partir de uma adaptação do método fornecido pelo FIB (1998), feito originalmente para ser utilizado em estruturas de concreto, em vedações verticais. O procedimento adotado no método foi qualitativo e quantitativo com as seguintes premissas:

- Observação visual e verificação preliminar das condições das alvenarias;

- Identificação das regiões ou elementos mais criticamente danificados e determinação da extensão do dano;
- Determinação de um índice numérico para os danos no elemento ou no conjunto considerado, baseado em observações visuais da intensidade e extensão dos danos;
- Avaliação quanto à segurança.

A equação 5 apresenta o modelo proposto.

$$IP = \sum D = \sum B_i \times K_{1i} \times K_{2i} \times K_{3i} \times K_{4i} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde,

IP – Índice de performance do elemento;

D – Índice dos danos;

$B_i$  – Valor básico associado ao tipo de dano  $i$ ;

$K_{1i}$  – Fator da importância do elemento de vedação;

$K_{2i}$  – Fator indicativo da intensidade do dano  $i$ ;

$K_{3i}$  – Fator indicativo da extensão do dano  $i$ ;

$K_{4i}$  – Fator indicativo da urgência de intervenção para o dano  $i$ .

### **2.8.6 Modelo Proposto por Silva (2013)**

Silva (2013) realizou um estudo no qual avaliou a durabilidade de diferentes tipos de revestimentos em paredes exteriores, levando em consideração a degradação apresentada pelos mesmos. A metodologia do trabalho foi baseada em fichas de inspeção, as quais permitiu reunir informações importantes para a avaliação dos revestimentos dos edifícios selecionados.

A expressão proposta pelo autor apresenta a extensão das anomalias em função da área total da afetada. As mesmas são divididas em dois grupos, e ponderadas em função da sua relevância no desempenho do revestimento. As anomalias e as ponderações são as seguintes:

- Anomalias estéticas:  $\frac{1}{4}$ ;
- Anomalias funcionais:  $\frac{3}{4}$ .

A equação 6 apresenta o modelo proposto.

$$Cd = \left( \frac{Ae + 3Af}{400} \right) \quad (\text{Equação 6})$$

Cd: Coeficiente de deterioração;

Ae – Área de anomalias estéticas em relação à área total da parede revestida em %;

Af – Área de anomalias funcionais em relação à área total da parede revestida em %.

### **2.8.7 Modelo Proposto por Silva (2014)**

Em seu trabalho sobre avaliação quantitativa de degradação e vida útil de revestimento de fachadas, Silva (2014) estabeleceu uma ferramenta com base nos estudos desenvolvidos por Souza (2008), Gaspar e Brito (2008) e Gaspar (2009) adaptado por Antunes (2010) que permite estudar os fenômenos que promovem o surgimento e a evolução dos processos de degradação das fachadas.

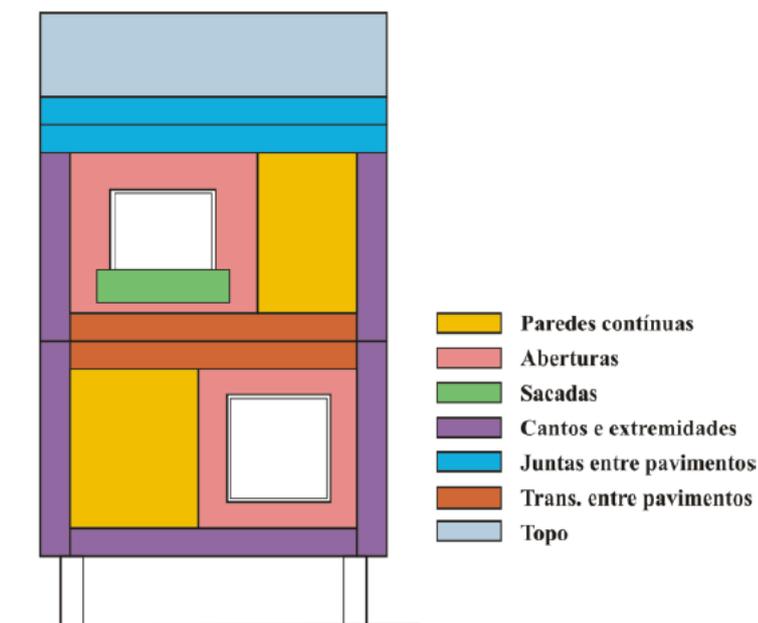
O método consiste em fazer uma avaliação da fachada através de um mapeamento de danos. O mapeamento das manifestações patológicas visíveis por prumada ou empena é feita a partir de inspeção em campo. Com isto as fachadas são classificadas segundo:

- Idade;
- Orientação;
- Classificação por prumada ou empena;
- Divisão por região;
- Divisão por andar;
- Sobreposição por uma malha para a contagem das anomalias.

Com base em Gaspar e Brito (2008) e Antunes (2010), a autora estabeleceu sete diferentes tipos de regiões de análise das fachadas: (1) paredes contínuas, (2) em torno das aberturas (janelas, portas, elementos,

vazados), (3) no topo (platibanda, rufos e beiras), (4) em sacadas ou varandas, (5) nos cantos e extremidades, (6) acerca das juntas, (7) na transição entre pavimentos. A Figura 16 apresenta a divisão das fachadas.

Figura 16. Representação esquemática das regiões de análise tipo numa fachada.



Fonte: (SILVA, 2014).

A malha utilizada para a quantificação dos danos foi concebida com a abertura nas dimensões de 0,5x 0,5, equivalente a uma área de 0,25 m<sup>2</sup>. Cada unidade de malha equivale a um dano, ou seja, se for observado 3 unidades de malha, em que aparece um deslocamento, equivale a 3 unidades do respectivo deslocamento (FIGURA 17). Para converter 3 unidades de dano em metro quadrado basta multiplicar pela área da malha. O cálculo do dano da amostra é feito através da seguinte expressão:

$$FD = \frac{Ad}{A} \times 100. \quad (\text{Equação 7})$$

Onde,

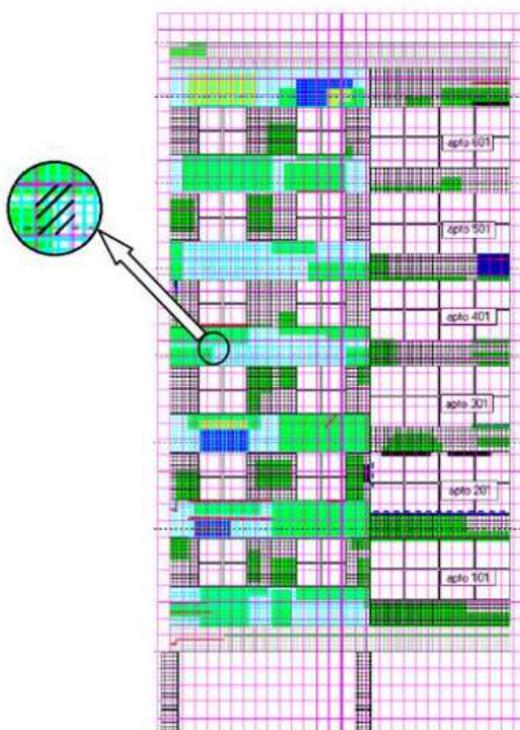
FD – Fator de Dano da fachada (%);

Ad – Área de manifestação patológica observada na amostra de fachada ( $m^2$ );

A – Área total da amostra de fachada ( $m^2$ ).

Para levar em consideração a diferença das áreas das regiões de análise, o FD é corrigido através de uma relação da menor área pela maior área para todas as regiões, multiplicando este fator pelo FD calculado.

Figura 17. Esquema de sobreposição da malha



Fonte: (SILVA, 2014).

Para a mensuração da degradação geral da fachada Silva (2014) propôs o Fator Geral de danos (FGD), que consiste numa ferramenta que permite o cálculo do percentual geral de degradação e estimativa de vida útil em fachadas. Desta forma, o FGD permite estabelecer, a partir de uma relação ponderada de diversos tipos de danos, o estágio de degradação total das amostras de fachada. As análises dos resultados do FGD são efetuadas em função da idade e da influência da orientação cardinal das fachadas.

O FGD estabelece uma relação cumulativa ponderada por variáveis (condição do dano, e custo de reparação) condicionantes do processo de degradação. A Equação 8 apresenta o modelo de cálculo que determina o Fator Geral de Danos.

$$FGD = \sum \left[ \frac{An.kn.kc,n}{A.K} \right] \quad (\text{Equação 8})$$

Onde:

FGD – Fator Geral de Danos (%);

An – Área de uma fachada afetada por n tipos de anomalias (m<sup>2</sup>);

kn – Nível de condição de n anomalias contido no intervalo (0; 0,02; 0,20; 2,00; 4,00);

k – Constante, equivalente ao nível da pior condição (k = 4,00);

kc,n – Custo relativo de reparação das anomalias observadas;

A – Área da amostra de fachada (m<sup>2</sup>).

n – Referência do tipo de anomalia (n=1 - descolamento cerâmico, n=2 - falha de rejunte e n=3 - fissuras, n=4 - eflorescência e n=5 - falha de vedação).

### **2.8.8 Modelo Proposto por Dias (2015)**

Dias (2015) apresentou um modelo para avaliar o estado de deterioração dos revestimentos em quarenta e cinco fachadas em Portugal, e consequentemente obter uma percepção do seu comportamento ao longo da vida útil. Na metodologia proposta é estabelecida uma escala, segundo um indicador de degradação do revestimento cerâmico, que avalia o seu estado de conservação. A partir da escala proposta, foi definido o fim da vida útil de revestimento cerâmico quando este apresenta um indicador de degradação do revestimento (IDR) superior a 50%. Este limite foi estabelecido através de um ajuste dos fatores de ponderação aos edifícios mais degradados da amostra, que necessitavam de intervenção. A equação 9 apresenta o modelo de cálculo proposto.

$$\frac{\sum(Ae).Ke+\sum(Aj).Kj+\sum(Af).Kf+\sum(Ad).Kd}{At} \quad \text{(Equação 9)}$$

IDR – Indicador de Degradação do Revestimento [%];

Ae – área de fachada afetada por anomalias estéticas [m2];

Aj – área de fachada afetada por anomalias em juntas [m2];

Af – área de fachada afetada por fendilhação [m2];

Ad – área de fachada afetada por descolamentos [m2];

Ke – fator de ponderação das anomalias estéticas;

Kj – fator de ponderação das anomalias em juntas;

Kf – fator de ponderação da fendilhação;

Kd – fator de ponderação dos descolamentos;

AT – área da fachada revestida [m2].

O indicador mede a extensão de todas as anomalias registradas na fachada, sendo que estas são ponderadas em função do grupo em que estão inseridas, ou seja, o IDR é a tradução da percentagem da degradação da fachada ponderada pelo tipo de anomalias que o revestimento cerâmico apresenta.

Diante do exposto neste capítulo sobre os modelos de cálculo para degradação de fachadas, observa-se que não existem modelos para determinar o grau de deterioração de fachadas de edificações históricas. Pois, todos os modelos apresentados, exceto o de Ferreira (2009) são modelos para edificações convencionais. Desta forma, ratificando a necessidade da construção de um modelo que apresente através de um indicador o estado de conservação das fachadas de edificações históricas.

## 2.9 CARACTERÍSTICAS DO CLIMA E AMBIENTE DA CIDADE DE SALVADOR

A cidade de Salvador está localizada entre as coordenadas geográficas  $12^{\circ} 58' 16''$  S e  $38^{\circ} 30' 39''$  W Gr. A cidade é cercada pelo mar em três lados, com um recorte territorial que avança no Oceano Atlântico, formando três fachadas litorâneas ocasionadas por uma falha geológica em duas camadas; Cidade Baixa e Cidade Alta, configurando três espaços geográficos com características topo climáticos distintos: Litoral, Miolo e Faixa da Bahia de Todos os Santos – BTS. No sentido leste, está o mar aberto; no sentido sul, mar aberto; e no sentido oeste a baía de Todos os Santos. A diferença de altitude nos limites da faixa litorânea da BTS é em torno de 60 m a 63 m (CARDOSO, 2017; SOUZA 2010).

A latitude tropical desta região é caracterizada pelos ventos alísios que sopram permanentemente de leste com variações de nordeste e de sudeste, sendo o vento sudeste predominante de grande escala na região. Contudo, o corpo d'água representado pela baía interfere tanto na oferta de umidade quanto nos ventos locais (CARDOSO, 2017). As três Fachadas de Salvador são representadas na Figura 18.

Figura 18. Fachadas continentais de salvador.



Fonte: (SOUZA, 2010).

A variabilidade climática de Salvador é resultado de efeitos combinados da ação de vários sistemas meteorológicos, assim como das variações e intensidade de cada um deles. Fatores locais como características topográficas, altos índices da fração da radiação incidente e forma geográfica, também contribuem para essa variabilidade. A posição geográfica peninsular da cidade faz com que a mesma esteja diretamente influenciada por circulações de brisa e pelos ventos alísios da alta subtropical do Atlântico Sul, sistema de alta pressão que faz com que o ar desça das camadas mais altas da atmosfera para as camadas mais baixas, impedindo a formação de nuvens carregadas, favorecendo a umidade e pluviosidade (CARDOSO, 2017).

### 3 METODOLOGIA

O delineamento metodológico deste trabalho aborda aspectos relacionados com os processos de degradação dos edifícios, das fachadas de Edificações Históricas. Neste sentido, este trabalho apresenta um conjunto de estudos de casos realizados em diferentes localidades da cidade de Salvador - BA entre o período de outubro de 2017 e novembro de 2018.

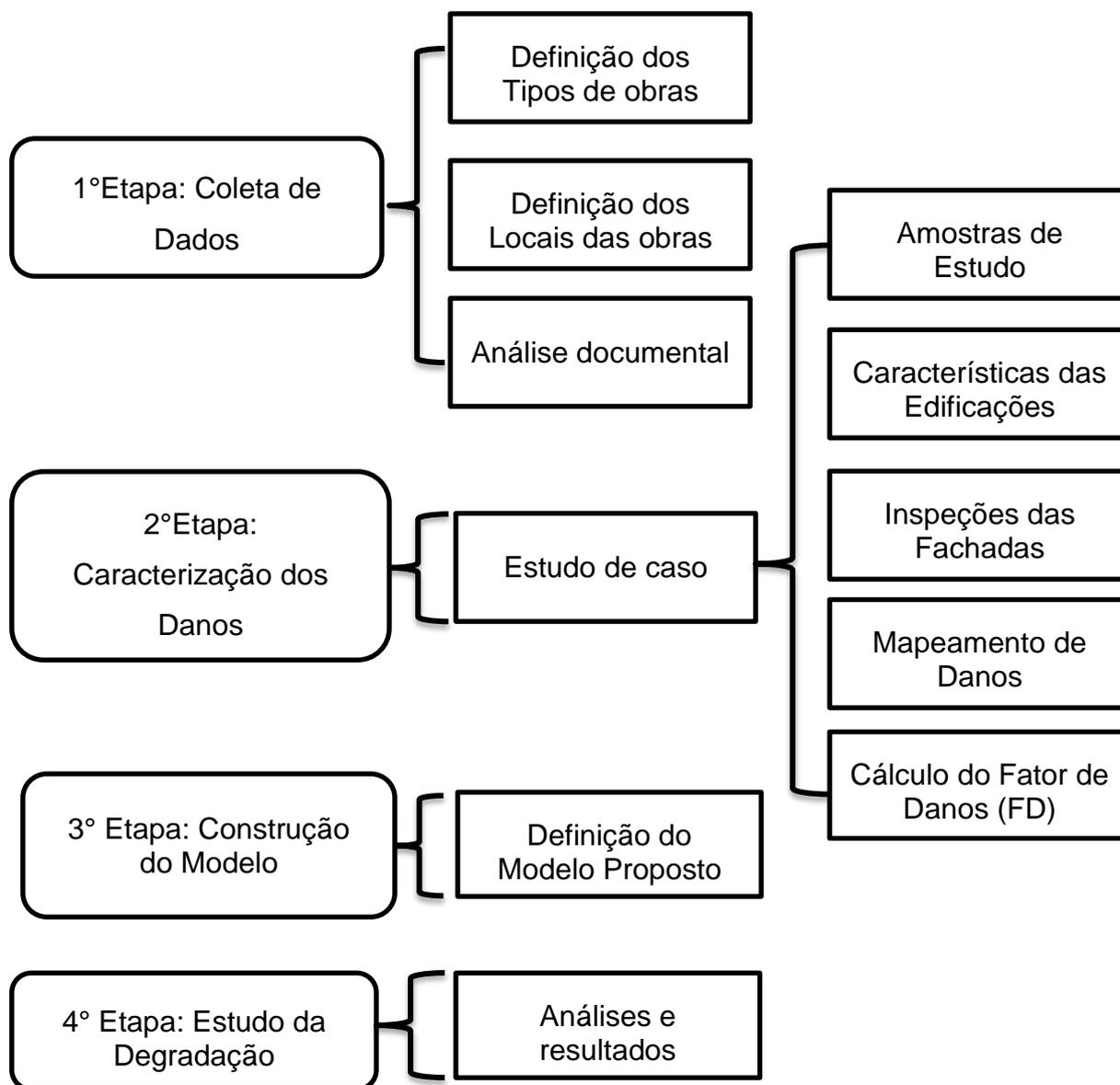
Para o desenvolvimento da metodologia deste trabalho foram adotados os estudos desenvolvidos por Gaspar e Brito (2005), Ferreira (2009) e Silva (2014) apresentados no capítulo 2. O estudo de Gaspar e Brito (2005) avalia a incidência de manifestações patológicas em diferentes regiões da fachada. Ferreira (2009) avalia a vulnerabilidade sísmica de fachadas antigas a partir de parâmetros estabelecidos. A pesquisa elaborada por Silva (2014) faz uma análise da degradação de fachadas, e foi desenvolvida a partir de uma adaptação dos trabalhos desenvolvidos por Gaspar e Brito (2008), Souza (2008) e Gaspar (2009) associado à metodologia de avaliação de diagnósticos da degradação em fachadas, utilizada pelo Laboratório de Ensaio de Materiais (LEM – UNB).

A partir do referencial teórico notou-se que dentro das suas peculiaridades, cada estudo apresenta a sua devida colaboração. Contudo, o que se observa é que estes foram desenvolvidos para serem aplicados em fachadas de arquitetura convencional com acabamento em pintura e revestimento cerâmico, não sendo aplicados para a mensuração da degradação de fachadas de edificações históricas.

Diante do exposto, viu-se à necessidade da criação de um modelo que comtemple essas edificações, expressando através de indicadores à quantificação da degradação e o estado de conservação dessas fachadas.

A metodologia adotada foi dividida em quatro etapas, a saber:

Figura 19. Fluxograma das etapas do trabalho.



Fonte: (A AUTORA).

**1ª Etapa: Coleta de dados:** Esta etapa consistiu na definição dos tipos de obras históricas na cidade de Salvador, definição dos locais dessas obras e estudos de casos. O tipo de obra definido para o presente estudo foi arquitetura civil – casas urbanas, com sistema construtivo de adobe. Através da revisão de literatura e das inspeções *in loco* foi constatado que o sistema construtivo usado

no início da urbanização de Salvador foi o Adobe, com predominância em muitas das edificações históricas da cidade.

Para a definição dos locais das amostras de estudo foi feita uma pesquisa no Instituto do Patrimônio Histórico Nacional (IPHAN-BA) e Instituto do Patrimônio Artístico e Cultural da Bahia (IPAC). Contudo, foi certificado que não havia registros dos locais de concentração das edificações históricas na cidade. Diante disso, foi verificada a necessidade da realização de um levantamento dos bairros que concentram as edificações históricas em Salvador. Desta forma, a partir do levantamento realizado foram selecionadas algumas edificações para fazerem parte dos estudos de casos.

Visto que, apesar das variedades de casarões na cidade de Salvador para compor o estudo de caso, muitas das edificações devido ao avançado estado de degradação e devido à falta de documentações importantes para o presente trabalho, como plantas de fachadas, não apresentavam condições de fazerem parte do universo dos estudos de casos. Desta forma, foram selecionadas edificações históricas, da Universidade Federal da Bahia, que correspondesse aos critérios de seleção.

**2º Etapa – Caracterização dos danos:** Esta etapa consistiu na realização do estudo de caso. O estudo foi realizado em dez edificações de diferentes regiões da cidade de Salvador- BA. Com intuito de obter informações sobre as edificações foram utilizadas informações existentes nos arquivos dos órgãos do (IPHAN) e do IPAC. Os documentos os quais se teve acesso constaram principalmente de projetos de fachadas, relatórios técnicos e projetos de conservação e restauro.

Com a pesquisa documental realizada foram obtidas informações importantes para outras etapas do trabalho, como identificação das características das edificações e mapeamento dos danos, que necessita das plantas das fachadas para identificação dos danos nas regiões das fachadas. Ainda nesta fase, foram feitas as inspeções, o mapeamento dos danos das fachadas e o cálculo do Fator de Danos.

**3º Etapa – Construção do Modelo:** Esta etapa consistiu na definição do modelo proposto. É importante salientar que, o modelo foi proposto em virtude da necessidade de um modelo que avaliasse as condições de degradação das fachadas de edificações históricas, apresentando o estado de conservação dessas fachadas. Diversos modelos existem, porém, todos eles são aplicados em edificações convencionais.

**4º Etapa – Estudo da Degradação das Fachadas:** Nesta etapa a partir dos estudos de casos procurou-se analisar os fatores que influenciam no processo de degradação das fachadas das edificações. Para o presente estudo foram analisadas três variáveis que podem condicionar os resultados dos fatores de danos em fachadas de edificações históricas, são elas:

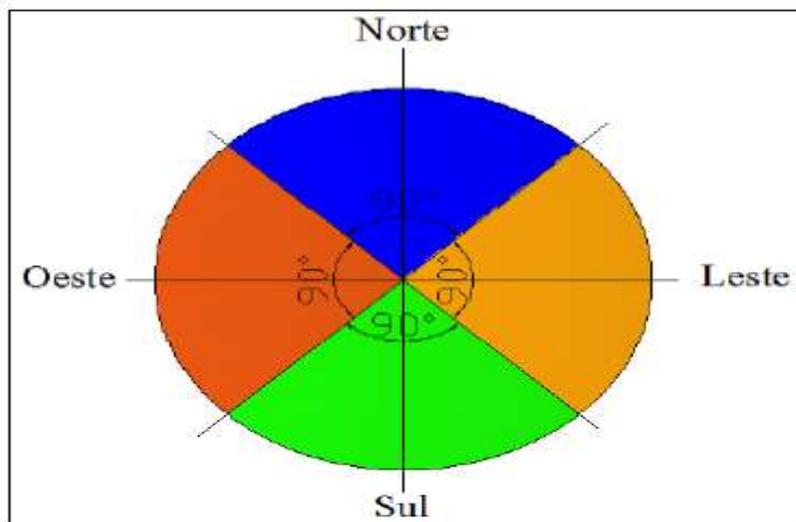
- i. Influência da região de análise das fachadas – as regiões das fachadas podem apresentar incidência de danos diferentes em função da ocorrência de manifestações patológicas nas diferentes áreas da fachada.
- ii. Exposição aos agentes climáticos (orientação cardinal) – a exposição de um mesmo material ou componente de construção aos agentes climáticos (chuva, vento, radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar) promovem a degradação dos elementos.
- iii. Detalhes construtivos – a fachada de uma edificação histórica é composta por diversos detalhes construtivos, configurando materialmente a sua forma, o que influencia no processo de degradação das fachadas.

As orientações das amostras das fachadas seguiu a classificação adotada por silva (2014). Para os quais são definidos quadrantes, orientados pelos azimutes, com o objetivo de agrupar as fachadas de estudo às principais orientações (Norte, Sul, Leste e Oeste). A Figura 20 apresenta classificação para a orientação das edificações.

- Orientação Norte: compreendida entre os azimutes 315° e 44°;
- Orientação Leste: compreendida entre os azimutes 45° e 134°;

- Orientação Sul: compreendida entre os azimutes  $135^\circ$  e  $224^\circ$ ;
- Orientação Oeste: compreendida entre os azimutes  $225^\circ$  e  $314^\circ$ .

Figura 20. Amplitude dos quadrantes Norte (N), Leste (L), Sul (S) e Oeste (O) para classificação da orientação das amostras de fachadas (Silva, 2014).



Fonte: (SILVA, 2014).

## 4 ESTUDO DE CASO

A metodologia adotada para o presente trabalho consistiu numa estratégia de Estudo de Caso. As principais etapas foram: (1) Definição das Amostras de Estudo; (2) Análise das Características das edificações; (3) Inspeções das Fachadas; (4) Mapeamento de danos e (5) Cálculo do Fator de Danos (FD).

### 4.1 DEFINIÇÃO DAS AMOSTRAS DE ESTUDO

As amostras que compõem o universo de estudo deste trabalho são dez edificações localizadas em Salvador – BA. Cabe ressaltar que, a seleção das amostras não se deu em virtude da quantidade total de exemplares de edificações históricas do contexto urbano da cidade de Salvador. Os critérios para seleção de estudo das edificações foram os seguintes:

- a) Edificações construídas durante o século XVII até o início do século XX;
- b) Arquitetura Civil,
- c) Edificações de até três pavimentos,
- d) Sistema construtivo de Adobe;
- e) Fachadas com acabamento de revestimento argamassado em pinturas;

As edificações estão localizadas nos bairros do Pelourinho – Centro histórico da cidade de Salvador, Barroquinha, Campo Grande/Canela e Federação. A Figura 21 apresenta a localização dos bairros. A imagem foi obtida com o auxílio do *Google Maps*.



Tabela 5. Classificação das Edificações em Função do Período de Construção.

Período característico	Características construtivas	Unidades
Fim do século XVII - Início do século XIX	Arquitetura colonial	5
Segunda metade do século XIX	Arquitetura neoclássica	2
Fim do século XIX - início do século XX.	Arquitetura eclética	3
<b>Total</b>		10

Fonte: (A AUTORA).

As edificações possuem sistema construtivo de vedação de adobe. Esse sistema foi muito utilizado no início da urbanização da cidade de Salvador. A matéria prima barro e madeira eram encontradas na colônia com muita facilidade o que favoreceu para a utilização desse sistema nos casarões na referida época na cidade. Em seguida foi adotada a alvenaria de pedra e tijolos de adobe nas paredes, possibilitando maiores construções. A Tabela 6 apresenta as principais características das fachadas das edificações.

Tabela 6. Características das Edificações

Edificação	Período de construção (século)	Bairro	Número de pavimentos	Distância em relação ao mar (m)	Intervenções anteriores à inspeção	Tipo de uso atual
A	1877 - XIX	Canela	2	535,05	Não há registros	Comercial
B	1691 - XVII	Barroquinha	3	453,39	Não há registros	Comercial
C	1715 - XVIII	Pelourinho	3	200	Não há registros	Comercial
D	1690 - XVII	Pelourinho	3	419,33	Não há registros	Comercial
E	1941 - XX	Canela	2	493,24	Não há registros	Comercial
F	1956 - XX	Canela	2	527,29	Não há registros	Comercial
G	1956 - XX	Federação	2	493,28	Não há registros	Comercial
H	1785 - XVIII	Barroquinha	2	343,16	Não há registros	Comercial
I	1872 XIX	Pelourinho	3	653,05	Não há registros	Comercial
J	1808 - XIX	Pelourinho	2	531,2	Não há registros	Comercial

Fonte: (A AUTORA).

### 4.3 INSPEÇÕES DAS FACHADAS

Durante esta etapa foram necessários equipamentos para auxiliar na identificação, mapeamento e classificação das manifestações patológicas. Dentre os equipamentos utilizados está a trena digital, câmera fotográfica digital e o veículo aéreo não tripulado (VANT) - DJI MAVIC PRO – (FIGURA 22).

Figura 22. Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) - DJI MAVIC PRO, utilizado pela autora.



Fonte: (A AUTORA, 2018).

O VANT foi utilizado para realizar as inspeções das fachadas dos pavimentos superiores, segundo e terceiro pavimento, funcionando como uma ferramenta importante para a identificação das anomalias nas regiões dessas fachadas. O aparelho foi manuseado pelo professor Dr. Francisco Gabriel Santos Silva. Não foram feitos planos de voos, pois, para a atividade realizada entendeu-se que não foi necessário.

Cabe mencionar que as inspeções devem ter por intuito identificar as anomalias visíveis existentes no sistema de revestimento de fachada, como regiões de descolamento, fissuras, eflorescências, manchas. E desta forma determinar se existem riscos imediatos e medidas urgentes a serem tomadas. Identificando se o meio ambiente o qual o edifício está inserido é danoso para o edifício, prevendo os locais onde há necessidade de examinar com maior rigor (ANTUNES, 2010).

Nesta etapa os danos foram registrados e classificados no intuito de obter um completo mapeamento da área da amostra estudada. Os danos observados em cada fachada foram registrados numa ficha de inspeção. A Tabela 7 apresenta o modelo da ficha de inspeção utilizada no presente trabalho.

Tabela 7. Ficha de Inspeção.

	<b>Manifestação patológica</b>			<b>Entre as aberturas</b>	<b>Transição entre pavimentos</b>	<b>Cantos e extremidades</b>	<b>Contínuas</b>
		<b>Solo</b>	<b>Topo</b>				
<b>1° Pavimento</b>	Manchas escuras						
	Destacamento do revestimento						
	Fissuras						
	Presença de vegetação						
	Pichações						
	<b>Manifestação patológica</b>			<b>Entre as aberturas</b>	<b>Transição entre pavimentos</b>	<b>Cantos e extremidades</b>	<b>P. contínuas</b>
		<b>Solo</b>	<b>Topo</b>				
<b>2° Pavimento</b>	Manchas escuras						
	Destacamento do revestimento						
	Fissuras						
	Presença de vegetação						
	Pichações						

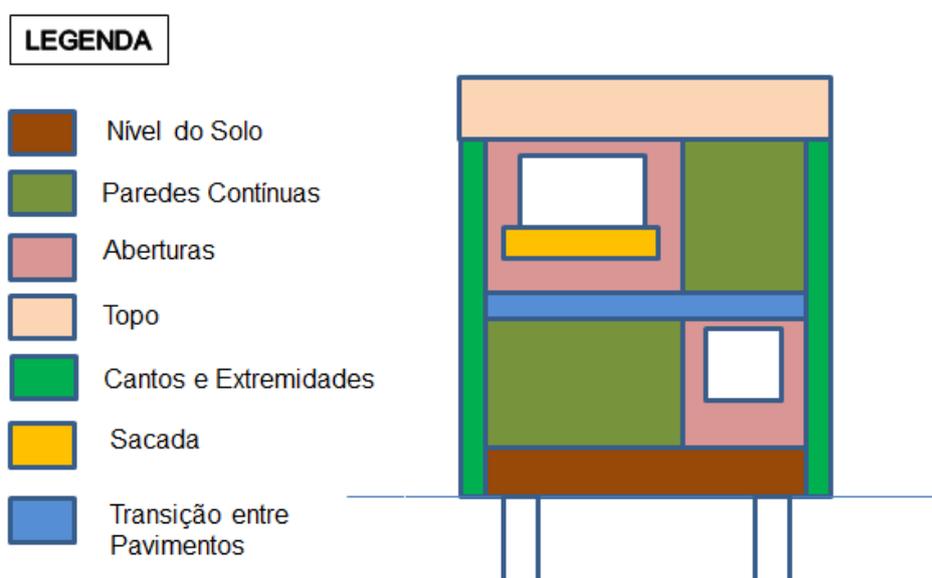
Fonte: (A AUTORA).

#### 4.4 MAPEAMENTO DOS DANOS

O mapeamento de danos além da identificação e representação gráfica de todos os danos existentes tem por objetivo relacioná-los aos seus agentes e causas, tais como os tipos de danos e perdas materiais e estruturais (IPHAN, 2018). Para este trabalho o mapeamento de danos das fachadas (número de danos por pavimento) foi feito com base nos estudos desenvolvidos por Gaspar e Brito (2005), e através de identificação tátil visual para os casos de pulverulência dos revestimentos.

O mapeamento por regiões consiste em dividir a fachada em sete regiões, a saber: (1) próximo ao nível do solo; (2) paredes contínuas; (3) em torno das aberturas (janelas, portas, elementos vazados, etc.), (4) no topo (platibandas, abaixo das cornijas, rufos e beiras), (5) cantos e extremidades; (6) sacada; (7) Transição entre Pavimentos. Esta divisão permite mensurar os danos das fachadas por região. Cabe salientar que as divisões das regiões das paredes contínuas não foram quantificadas, tendo em vista que as edificações analisadas possuem muitas aberturas nas fachadas. A Figura 23 ilustra a divisão da fachada por região.

Figura 23. Subdivisão da Fachada por regiões Tipo.



Fonte: (ANTUNES (2010); ADAPTADO de GASPAR E BRITO (2005)).

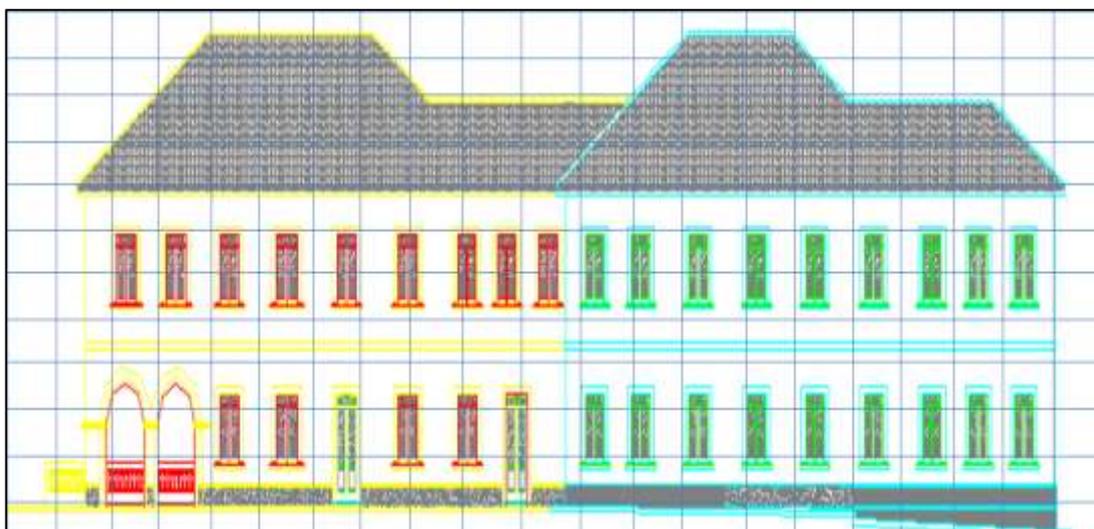
A apresentação dos resultados preliminares dos levantamentos permite obter resultados gerais das ocorrências para cada tipo de amostra dos casarões e ainda apresentar os resultados para o Fator de Danos das Fachadas. Estes resultados podem ser expressos através de gráficos que permitem observar, em termos percentuais, as incidências das manifestações patológicas (SILVA, 2014).

A quantificação da ocorrência de patologias foi feita a partir do método proposto por Silva (2014), que consiste na sobreposição de uma malha de abertura de 0,5 m x 0,5 m na planta de fachada, associando cada tipo de

ocorrência de manifestação patológica a área da região da fachada identificada.

Cada unidade de malha equivale a um dano, ou seja, se for observado 4 unidades de malha em que aparece fissuras, por exemplo, equivale a 4 unidades do respectivo dano. Neste caso, para saber a área do dano basta multiplicar 4 unidades do dano pela área da malha, assim multiplica-se 4 por 0,25 m<sup>2</sup>, obtendo 1 m<sup>2</sup> do respectivo dano. Esta contagem posteriormente é utilizada para o cálculo do fator de danos dos casarões. A Figura 24 ilustra o desenho da malha.

Figura 24. Sobreposição da Malha



Fonte: (SANTOS, 2005).

#### 4.5 CÁLCULO DO FATOR DE DANOS

O fator de Danos da fachada é calculado através da relação entre a área de manifestação patológica e a área total da fachada. Sabendo que, as fachadas que apresentam maiores percentuais de danos são aquelas em que apresentam um maior processo de degradação. Este parâmetro constitui um fator importante, pois, delinea a degradação para análises mais complexas, permitindo verificar qual é a parcela de área danificada em determinada amostra, e é calculado conforme apresenta a equação 10.

$$FD = \frac{Ad}{A} \times 100 \quad (\text{Equação 10})$$

Onde,

FD – Fator de Dano da fachada (%);

Ad – Área de manifestação patológica observada na amostra de fachada (m<sup>2</sup>);

A – Área total da amostra de fachada (m<sup>2</sup>).

#### 4.5.1 Fator de danos da região corrigido (FDrc)

Em função da variação das áreas das subdivisões das fachadas há uma necessidade de correção, de forma a estabelecer uma proporcionalidade entre as áreas analisadas, essa correção é feita através do FDrc. Logo, para uma comparação coerente da extensão das anomalias nas diferentes regiões, fez-se necessário estabelecer um fator que faça uma equivalência entre as regiões, Coeficiente de Correção das Regiões - CCr, permitindo uma análise mais adequada entre as regiões. A equação 11 apresenta a equação do CCr.

$$CCr = \frac{Ar(m)}{Ar(x)} \quad (\text{Equação 11})$$

Onde:

Ar(m): área da região de menor área;

Ar(x): área da região em análise.

O cálculo do Fator de Danos da Região Corrigido (FDrc) é obtido multiplicando o CCr pelo FD conforme apresenta a equação 12.

$$FDrc = \left( \frac{\sum Adr(n)}{At} \right) \times CCr \quad (\text{Equação 12})$$

Onde:

Adr(n): área danificada de determinada anomalia (n) em determinada região;

At: área total da amostra;

CCr : coeficiente de correção da região em análise.

## 5. CONSTRUÇÃO DO MODELO

A proposta do modelo de cálculo consiste numa adaptação do modelo desenvolvido por Silva (2014) com inserção de parâmetros estabelecidos por Ferreira (2009) no Estudo de Avaliação de Vulnerabilidades Sísmicas das Fachadas de edificações antigas em Portugal. Este novo indicador denominado Indicador do estado de conservação das fachadas de edificações históricas, (IDh), apresenta como resposta a avaliação do estado de conservação das fachadas de edificações históricas argamassadas com acabamento em pintura.

Para a construção do modelo foram inseridos dois parâmetros a partir dos estudos desenvolvidos por Ferreira (2009) denominados P1 e P2. Os parâmetros P1 avalia o estado de conservação das fachadas, o parâmetro P2 avalia os elementos ligados a fachadas. Para o estudo desenvolvido pelo autor, estudo de vulnerabilidades sísmicas, esses parâmetros são considerados de suma importância, pois, entende-se que quanto mais avançado o estado de degradação das fachadas, maior será a suscetibilidade dessa fachada à vulnerabilidade sísmica.

Os parâmetros são classificáveis em quatro classes crescentes: A, B, C e D. Essas classes estão associadas à extensão dos danos que influenciam no processo de degradação das fachadas.

A classe do parâmetro P1 está associada às anomalias mais frequentes das fachadas. As anomalias foram definidas a partir das inspeções e dos mapeamentos feitos nos estudos de casos. No que concerne às edificações históricas, esse parâmetro é considerado como o mais importante, tendo em vista o tempo de existência dessas edificações.

A Tabela 8 apresenta as classes do parâmetro P1 e o grupo de anomalias definidas para o estudo.

Tabela 8. Classe do Parâmetro P1

Parâmetro P1		
Classe dos parâmetros	Parâmetro P1 (anomalias)	Valor da extensão das anomalias (n1)
A	Degradação não dectável visualmente	-
B	Fissuras ao nível do revestimento	0,5
	Sujidade - pichações	
	Manchas escuras	
	Existência de Vegetação	
C	Fissuras diagonais de grande amplitude	2
	Pulverulência do revestimento	
	Desligamento e destacamento generalizado do reboco	
D	Fissuras transpassantes e sinal de desagregação grave Paredes de fachadas abauladas ou fora do prumo.	5

Fonte: (ADAPTADO de FERREIRA (2009)).

O parâmetro P2 avalia a ligação dos elementos conectados ou apoiados na fachada que constituem um fator de agravamento dos danos para a parede de fachada, como é o caso de sacadas e aparelhos de ar condicionado. Ou como um fator de obstáculo à degradação como é o caso de alguns detalhes construtivos nas fachadas de edificações históricas, como cornijas e molduras ao redor dos vãos. A Tabela 9 apresenta a classe do parâmetro P2.

Tabela 9. Classe do Parâmetro P2

Parâmetro P2		
Classe dos parâmetros	Elementos Ligados à fachada	Valor da extensão das anomalias (n2)
A	Não existem varandas, platibandas, ornamentos, floreiras, nem outros elementos ligados à fachada.	-
B	Existência de alguns elementos de peso reduzido (sinais luminosos, toldos ligados à fachada)	0,5
C	Existência de alguns elementos de peso considerável (equipamentos mecânicos de ar condicionado).	2
D	Existência de varandas, platibandas, ou outros elementos pesados ligados à fachada.	5

Fonte: (ADAPTADO de FERREIRA (2009)).

Através das Tabelas 8 e 9 é possível observar que os valores das classes das extensões das anomalias  $n1$  e  $n2$  para os parâmetros P1 e P2, permanecem os mesmos. Para o presente estudo os valores foram adaptados em função do grau de importância das anomalias. Desta forma, as anomalias e os elementos ligados à fachada considerados como associados aos danos mais severos foram classificados como D, e para os casos em que não há registros de danos foram agrupados na classe A. O modelo de cálculo, o indicador IDh, é apresentado na equação 13.

$$IDh = \frac{K \cdot [An \cdot (\sum n1) + (\sum n2)]}{At} \quad (\text{Equação 13})$$

Onde,

An: Área danificada por uma anomalia  $n$  ( $m^2$ );

IDh: Indicador do estado de conservação das fachadas de edificações históricas(%);

At: área total da fachada analisada ( $m^2$ );

$n1$ : somatório do valor da extensão das anomalias existentes referentes ao parâmetro P1

$n2$ : Somatório do valor referente aos elementos ligados à fachada, parâmetro P2;

K: é o nível de condição de degradação das anomalias conforme a sua extensão de ocorrência. A escala de degradação é apresentada em quatro níveis de condição entre (degradação não detectável visualmente – sem dano) e 4 dano severo, conforme apresenta a Tabela 10.

Tabela 10. Critérios de níveis de condição (K) utilizado para o IDh.

Classe do dano		Grau do dano (K)	Valor da extensão da anomalia (n1 e n2)	Parâmetro P1 (Anomalias)	Parâmetro P2 (Elementos ligados à fachada)
<b>A</b>	<b>Sem dano</b>	<b>1</b>	–	Degradação não detectável visualmente	Não existem varandas, platibandas, ornamentos, floreiras, nem outros elementos ligados à fachada.
<b>B</b>	<b>Dano Moderado</b>	<b>2</b>	0,5	Fissuras ao nível do revestimento	Existência de alguns elementos de peso reduzido (sinais luminosos, toldos ligados à fachada, detalhes arquitetônicos)
				Sujidade - pichações	
				Manchas escuras	
				Vegetação	
<b>C</b>	<b>Dano extensivo</b>	<b>3</b>	2	Fissuras diagonais de grande amplitude	Existência de alguns elementos de peso considerável (equipamentos mecânicos de ar condicionado).
				Pulverulência do revestimento	
				Desligamento e destacamento generalizado do reboco	
				Sinais da Fachada abaulada ou fora do prumo	
<b>D</b>	<b>Dano severo</b>	<b>4</b>	5	Fissuras transpassantes e sinal de desagregação grave. Paredes de fachadas abauladas ou fora do prumo.	Existência de varandas, platibandas, ou outros elementos pesados ligados à fachada.

Fonte: (ADAPTADO DE FERREIRA (2009) e SILVA (2014)).

O estado de conservação das edificações é definido pelos valores obtidos do IDh. A Tabela 11 apresenta os limites do indicador do estado de conservação das fachadas de edificações históricas.

Tabela 11. Indicador do Estado de Conservação.

Valor do IDh	Estado de Conservação das fachadas de Edificações Históricas
0<10%	Ótimo estado de conservação
10 - 30%	Bom estado de Conservação
31 - 60%	Estado ruim de Conservação
> 60%	Péssimo estado de conservação

Fonte: (A AUTORA).

Os limites do IDh foi estabelecido a partir dos ajustes dos valores de ponderação das fachadas mais degradadas das amostras, que obtiveram IDh maior que 50%. Esses valores já demonstravam que essas fachadas já necessitavam claramente de intervenção.

No estudo desenvolvido por Silva (2014) os valores das constantes da extensão das anomalias são fundamentados, pois, estabelece valores das anomalias para as fachadas convencionais. Para o presente trabalho, buscou-se correlacionar parâmetros, valores das constantes das anomalias para fachadas de edificações históricas. Pois, foi verificado através da revisão bibliográfica que para o cálculo da degradação de fachadas de edificações históricas não existem modelos que traduzam a resposta do estado de conservação das fachadas dessas edificações. Além do que, durante as inspeções foi observado que os elementos ligados às fachadas de alguma forma contribuem para a degradação dessas edificações, pois, as fachadas que tinham algum aparelho mecânico como ar condicionado ou alguma sacada apresentavam algum tipo de anomalia influenciando na degradação das fachadas. Diante do exposto neste capítulo, a metodologia consiste em propor um modelo de cálculo para avaliar o estado de conservação das fachadas de edificações históricas.

## 6 ANÁLISES E RESULTADOS

Na análise dos resultados o percentual de manifestações patológicas detectadas em cada orientação das fachadas é exibido individualmente, através de tabela, gráficos de barras e gráficos de pizza, de acordo com as regiões de análise tipo. Sendo discutidos em duas vertentes:

- ❖ Análise do Fator de danos (FD) – consiste na apresentação dos resultados da incidência de ocorrência das anomalias, tanto nas amostras de fachada como um todo ( $FD_{Total}$ ) quanto nas regiões das fachadas (Fator de Danos das Regiões –  $FD_{RC}$ ).
- ❖ Análise da conservação da Fachada – consiste na análise do estado de conservação, através do IDh. Assim permitindo estabelecer um modelo de cálculo da degradação das fachadas argamassadas com acabamento em pintura de edificações históricas.

### 6.1 INCIDÊNCIA DOS DANOS

#### **Edificação A**

A edificação A, localiza-se na Avenida Araújo Pinho, 212 Canela (FIGURA 25). Foram inspecionadas as quatro fachadas da edificação orientadas a leste (fachada principal), norte (fachada lateral direita), oeste (fachada posterior) e sul (fachada lateral esquerda).

Figura 25. (a) Fachada leste, fachada principal da edificação; (b) Localização da edificação.



(a)



(b)

Fonte: (A AUTORA).

### ➤ Apresentação da incidência dos danos

Na orientação norte a região que apresentou maior incidência de danos foi à região do solo (56,83%), seguida da região do topo (33,33%) e região entre as aberturas (9,84%). A Tabela 12 apresenta a incidência dos danos das regiões das fachadas de cada orientação cardeal.

Tabela 12 - Incidência dos danos das regiões da fachada.

Orientação	Solo	Topo	Entre as aberturas	Sacadas	T.Pavimentos	C. Extremidades
<b>Norte</b>	56,83%	33,33%	9,84%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Sul</b>	27,68%	4,42%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Leste</b>	5,90%	43,58%	17,60%	25,82%	0,00%	0,00%
<b>Oeste</b>	62,88%	0,00%	37,12%	0,00%	0,00%	66%

Fonte: (A AUTORA).

Todas as fachadas da edificação A apresentaram incidência de danos como pode ser observado na Tabela 12. A manifestação patológica com maior representatividade foi manchas escuras, apresentando maior incidência na fachada orientada a leste (87%), seguida de fissuras ao nível do revestimento com maior incidência na orientação norte (25%), sujidade com maior representatividade na orientação oeste (30%) e pulverulência do revestimento com maior incidência na orientação sul (19%).

Tabela 13 - Incidência das manifestações patológicas por orientação cardeal

Orientação	Fissuras ao nível do revestimento	Sujidade	Pulverulência	Manchas escuras	Vegetação	Destacamento	Fissuras Transpassantes
<b>Norte</b>	25%	5%	9%	59%	2%	0,00%	0,00%
<b>Sul</b>	14%	0,00%	19%	67%	0%	0,00%	0,00%
<b>Leste</b>	9%	1%	0%	87%	1%	1%	0,00%
<b>Oeste</b>	15%	30%	0,00%	26%	0,00%	2%	27%

Fonte: (A AUTORA)

Na região do solo foi observado, através das inspeções, muitas manchas escuras, uma das possíveis causas desta anomalia são os respingos de água

da chuva ou de aparelhos ligados à fachada, como ar condicionado que por falta de instalação adequada do duto, a água ao cair no solo respinga na parede favorecendo a adesão de partículas.

Do mesmo modo, na região do topo foi observado à incidência de manchas escuras. Nesta fachada, fachada leste, foi identificado danos na calha, o que permitiu o escoamento da água para esta região, gerando acúmulo de sujidades. Cabe ressaltar que, este tipo de manifestação patológica é comum na região do topo em edificações históricas devido à alta umidade relativa do ar. Após o contato com a água da chuva, as paredes que estão menos expostas a radiação solar, não conseguem perder a umidade o que facilita a adesão de partículas presente na atmosfera que ficam aderidas necessitando de remoção.

Na região entre as aberturas a manifestação patológica observada foi fissuras ao nível do revestimento e pulverulência do revestimento. A região das aberturas é bastante propícia ao surgimento de fissuras, seja devido às tensões atuantes em seu contorno, ou pela ausência e/ou ineficiência de vergas e contravergas. Foi detectada incidência de pulverulência no revestimento, tal manifestação patológica pode estar associada a um traço excessivamente rico em cal, ausência de carbonatação da cal, aplicação do reboco em camadas espessas e presença de sais.

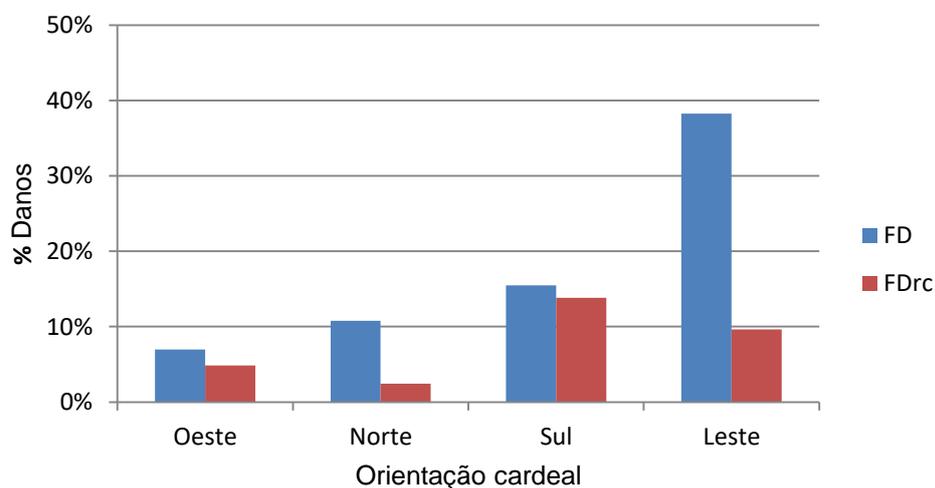
Nesta edificação não houve registros de relação da incidência de manifestações patológicas com os imóveis vizinhos, uma vez que a edificação está localizada com distância considerável dos outros imóveis, não interferindo nas condições da direção do vento, chuva e sombreamento da edificação.

#### ❖ **Fator de Danos (FD - Total) e Fator de Danos da região Corrigido (FDrc)**

A Figura 26 apresenta os valores referentes ao Fator de danos (FD) - Total e Fator de danos corrigido (FDrc) em função da orientação cardinal de cada fachada. Verifica-se, que o FD - Total apresenta valores consideravelmente maiores que o FDrc, visto que na fachada há áreas consideravelmente menores, apresentado um FDrc mais baixo. Logo, verifica-

se que a fachada orientada a leste apresentou maior percentual de danos, enquanto que a fachada orientada a oeste apresentou o menor percentual.

Figura 26. Gráfico do FD – Total e FDrc da edificação A.



Fonte: (A AUTORA).

### **Edificação B**

A edificação B, Solar Bequó (FIGURA 27) localiza-se na Rua Visconde de Itaparica, 8 – Barroquinha.

Figura 27. (a) Fachada principal da Edificação B, orientada a leste; (b) Localização da edificação.



(a)



(b)

Fonte: (A AUTORA).

➤ **Apresentação da incidência dos danos**

As regiões que apresentaram maior incidência de danos (TABELA 14) foram à região do solo (79,90%) com destaque para a orientação sul, seguida da região entre as aberturas com destaque para a região leste (33,98%) e a região das sacadas (42,45%) com destaque para região oeste.

Tabela 14: Incidência de danos nas regiões das fachadas

Orientação	Solo	Topo	Entre as aberturas	Sacadas	T.Pavimentos	C. Extremidades
<b>Sul</b>	79,90%	1,10%	12,41%	6,58%	0,00%	0,00%
<b>Leste</b>	66,02%	0,00%	33,98%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Oeste</b>	39,94%	3,04%	14,57%	42,45%	0,00%	0,00%

Fonte: (A AUTORA).

A principal manifestação patológica (TABELA 15) associada aos danos foram manchas escuras com incidência em todas as fachadas, apresentando maior representatividade na orientação leste (98%), seguida de pulverulência do revestimento, apresentando incidência apenas na orientação oeste (10,39%), seguida de fissuras ao nível do revestimento com incidência de 8% na orientação sul.

Tabela 15: Incidência de manifestações patológicas por orientação.

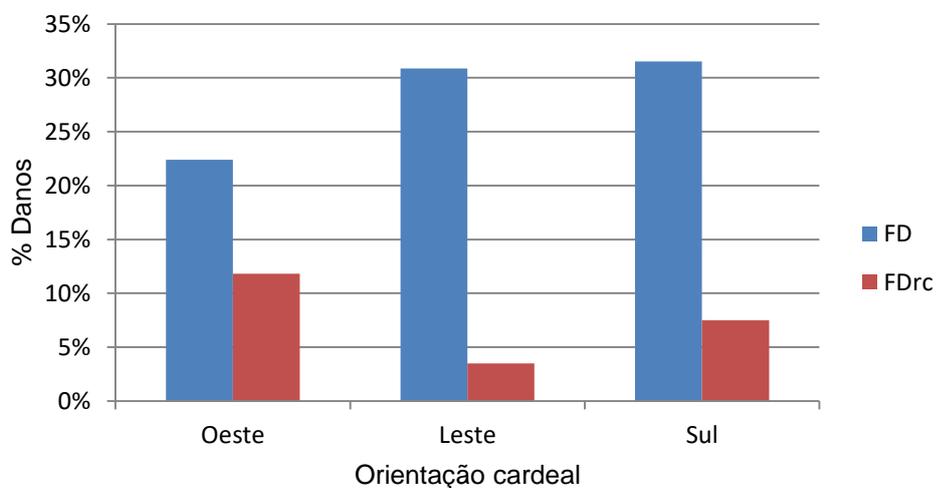
Orientação	Fissuras revestimento	Sujidade	Fissuras diagonais	Pulverulência	Manchas escuras	Fissuras transpassantes
<b>Sul</b>	8,00%	0,00%	2,08%	0,00%	90,00%	0,00%
<b>Leste</b>	2,00%	0,00%	0,00%	0,00%	98,00%	0,00%
<b>Oeste</b>	2,00%	2,00%	1,73%	10,39%	67,00%	1,30%

Fonte: (A AUTORA).

➤ **Fator de Danos (FD) e Fator de Danos da região Corrigido (FDrc)**

A partir da análise da Figura 28 observa-se que a fachada orientada a sul apresentou maior percentual de danos.

Figura 28. Gráfico do FD – Total e FDrc das fachadas da edificação B.



Fonte: (A AUTORA).

### **Edificação C**

A edificação c (FIGURA 29) casa Episcopal está localizada na Praça da Sé, S/N, Pelourinho, centro.

Figura 29. (a) Fachada Sul, fachada principal; Em (b) Localização da edificação C.



(a)



(b)

Fonte: (A AUTORA).

#### ➤ **Apresentação da incidência dos danos**

As regiões que apresentaram maior incidência de danos (TABELA 16) foi a região entre as aberturas com maior representatividade na orientação leste

(69,75%), seguida da região solo com maior representatividade na orientação oeste (55,31%) e região do topo com maior incidência na orientação sul (50,17%).

Tabela 16: Incidência de danos nas regiões das fachadas por orientação.

Orientação	Solo	Topo	Entre as aberturas	Sacadas	T.Pavimentos	C. Extremidades
<b>Norte</b>	53,09%	1,90%	32,67%	8,41%	61,00%	33,20%
<b>Sul</b>	2,10%	50,17%	31,33%	0,00%	0,48%	15,92%
<b>Leste</b>	29,60%	0,00%	69,75%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Oeste</b>	55,31%	29,64%	15,04%	0,00%	0,00%	0,00%

Fonte (A AUTORA).

As principais manifestações patológicas associadas aos danos (TABELA 17) foram manchas escuras com maior incidência na orientação oeste (34,05%), seguida de pulverulência do revestimento com maior incidência na orientação oeste (26,04%), crescimento de vegetação com maior representatividade na orientação oeste (34,05%) e fissuras ao nível do revestimento com maior representatividade na orientação norte (6,80%).

Tabela 17: Incidência de danos nas regiões das fachadas.

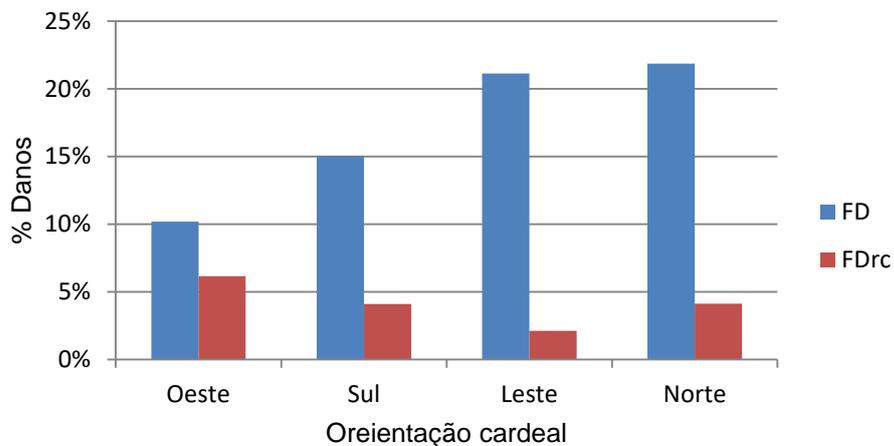
Orientação	Fissuras ao nível do revestimento	Fissuras diagonais	Pulverulência	Manchas escuras	Vegetação	Destacamento do reboco	Fissuras transparentes
<b>Norte</b>	6,80%	0,00%	43%	23%	13,23%	6,65%	6,80%
<b>Sul</b>	2,00%	0,19%	0,00%	94%	2,38%	1,90%	0,00%
<b>Leste</b>	0,00%	0,00%	0,00%	69%	27,98%	3,27%	0,00%
<b>Oeste</b>	0,77%	0,00%	26,04%	34,05%	34,05%	5,09%	0,00%

Fonte: (A AUTORA).

➤ **Fator de Danos (FD) e Fator de Danos da região Corrigido (FDrc)**

A partir da Figura 30 observa-se que a orientação que obteve o maior FD - Total foi a norte, seguida da orientação leste, sul e oeste. Apresentando FDrc com valores menores.

Figura 30. Gráfico do FD e FDrc da edificação C.



Fonte: (A AUTORA).

### **Edificação D**

A edificação D (Figura 31), Centro Cultural Solar Ferrão, localiza-se na Rua Maciel de Baixo, Pelourinho, Centro. Nesta edificação apenas três fachadas foram inspecionadas.

Figura 31. Em (a) Fachada oeste - fachada principal; fachada norte - fachada lateral; (b) localização da edificação.



Fonte: (A AUTORA).

#### ➤ **Apresentação da incidência dos danos**

A maior incidência de danos (TABELA 18) foi na região do solo com maior representatividade na orientação oeste (61,89%), seguida da região entre as aberturas com representatividade apenas na orientação norte (75,51%), e região das sacadas com incidência na orientação oeste (28,10%).

Tabela 18. Incidência de danos nas regiões das fachadas por orientação cardeal

Orientação	Solo	Topo	Entre as aberturas	Sacadas	T.Pavimentos	C. Extremidades
<b>Norte</b>	23,65%	0,00%	75,51%	0,00%	0,00%	0,84%
<b>Leste</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
<b>Oeste</b>	61,89%	10,00%	0,00%	28,10%	0,00%	0,00%

Fonte: (A AUTORA).

As principais manifestações patológicas associadas aos danos (TABELA 19) foram manchas escuras com maior incidência na orientação norte (82,00%), seguida de crescimento de vegetação com incidência apenas na orientação oeste (85,70%) e fissuras ao nível do revestimento representando 11% dos danos na orientação oeste.

Tabela 19. Incidência de manifestações patológicas nas fachadas por orientação cardeal

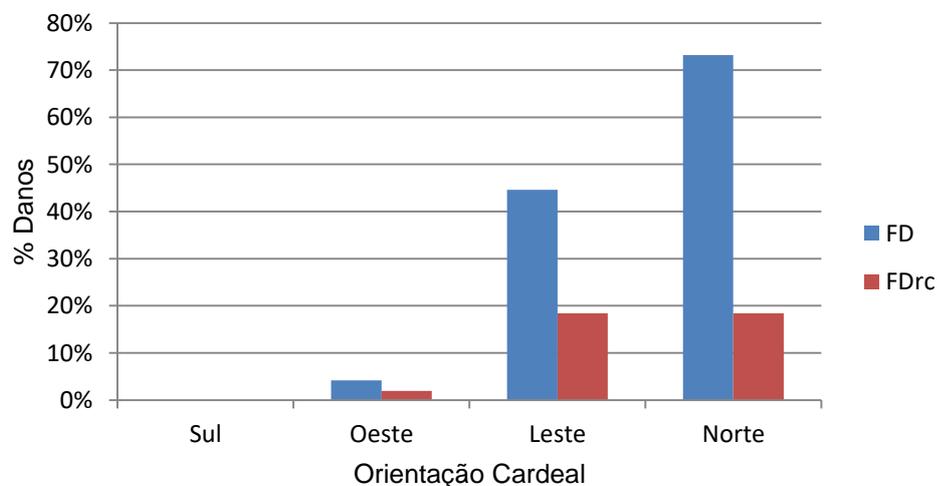
Orientação	Fissuras ao nível do revestimento	Sujidade (pichações)	Fissuras diagonais	Manchas escuras	Vegetação	Destacamento do reboco
<b>Norte</b>	0,00%	9,61%	0,00%	82%	0,00%	0,00%
<b>Leste</b>	0,00%	0,00%	0,00%	100%	0,00%	0,00%
<b>Oeste</b>	11%	0,00%	1,79%	0,00%	85,70%	1,16%

Fonte: (A AUTORA).

➤ **Fator de Danos (FD) e Fator de Danos da região Corrigido (FDrc)**

A partir da Figura 32 observa-se que a orientação que obteve o maior FD – Total foi a norte com valores do FDrc mais baixos.

Figura 32. Gráfico de FD e FDrc da edificação D.



Fonte: (A AUTORA).

### **Edificação E**

A edificação E (FIGURA 33), Casarão São Lázaro, está localizada na Estrada de São Lázaro, 197, Federação.

Figura 33 - (a) Fachada principal da edificação; (b) Localização da edificação.



(a)

(b)

Fonte: (A AUTORA).

#### ➤ **Apresentação da incidência dos danos**

A maior incidência de danos (TABELA 20) foi na região do solo com maior representatividade na orientação sul (97,80%), seguida da região entre as aberturas com maior representatividade na orientação norte (78,16%) e cantos e extremidades com maior incidência na orientação leste (67,11%). Esta edificação não tem sacadas em nenhuma das orientações.

Tabela 20 - Incidência de danos nas regiões das fachadas.

Orientação	Solo	Topo	Entre as aberturas	Sacadas	T.Pavimentos	C. Extremidades
<b>Norte</b>	21,84%	0,00%	78,16%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Sul</b>	97,80%	0,00%	2,20%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Leste</b>	32,89%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	67,11%
<b>Oeste</b>	32,43%	0,00%	46,15%	0,00%	0,00%	21,42%

Fonte: (A AUTORA).

As principais manifestações patológicas associadas aos danos (TABELA 21) foram manchas escuras com maior representatividade na orientação norte (90,38%), seguida de crescimento de vegetação com maior incidência na orientação leste (53,40%), e destacamento do revestimento com maior incidência na orientação leste (4,41%).

Tabela 21 - Incidência de manifestações patológicas nas fachadas.

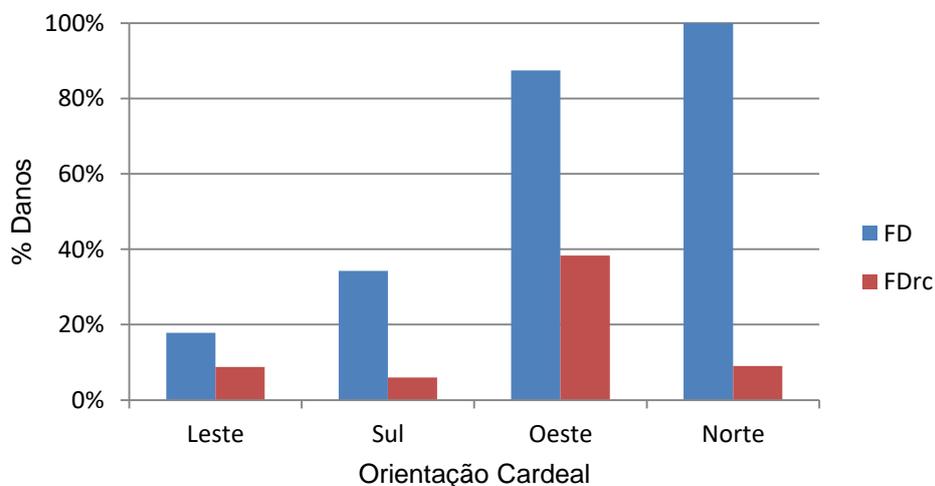
Orientação	Fissuras ao nível do revestimento	Sujidade (pichações)	Pulverulência	Manchas escuras	Vegetação	Destacamento do reboco
<b>Norte</b>	0,00%	0,00%	0,00%	90,38%	6,41%	0,64%
<b>Sul</b>	0,00%	0,00%	1%	96%	0%	2,51%
<b>Leste</b>	0,00%	0,00%	0,00%	100%	53,40%	4,41%
<b>Oeste</b>	35%	7%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Fonte: (A AUTORA).

#### ❖ Fator de Danos (FD) e Fator de Danos da região Corrigido (FDrc)

A orientação com maior incidência do FD foi a orientação Norte, enquanto que o maior FDrc foi na orientação oeste, conforme apresenta a Figura 34.

Figura 34. Gráfico do FD e FDrc da edificação.



Fonte: (A AUTORA).

### **Edificação F**

A edificação F, Faculdade de Teatro da UFBA, localiza-se na Avenida Araújo Pinho, 344, Canela (FIGURA 35). Esta edificação possui apenas três fachadas livres, norte, sul e leste. A fachada frontal está orientada a leste.

Figura 35. (a) Fachada principal, leste, da edificação; em (b) Localização da edificação F.



(a)



(b)

Fonte: (A AUTORA).

### ➤ **Apresentação da incidência dos danos**

A maior incidência dos danos na região do solo com destaque para a orientação norte (83,19%), seguida da região entre as aberturas, apresentando

maior incidência na orientação sul (51%) e transição entre pavimentos com maior incidência na orientação leste (25,32%).

Tabela 22. Incidência de danos nas regiões das fachadas.

Orientação	Solo	Topo	Entre as aberturas	Sacadas	T.Pavimentos	C. Extremidades
<b>Norte</b>	83,19%	7,92%	8,89%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Sul</b>	0,00%	0,00%	51%	49%	0,00%	0,00%
<b>Leste</b>	42,02%	14,68%	17,98%	0,00%	25,32%	0,00%
<b>Oeste</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Fonte: (A AUTORA).

As principais manifestações patológicas (TABELA 23) associadas a esses danos foram manchas escuras com maior incidência na orientação norte (92,99%), sul (95%) e leste (82%), seguida de fissuras ao nível do revestimento com incidência apenas na orientação leste (7,84%).

Tabela 23 - Incidência de manifestações patológicas nas fachadas.

Orientação	Fissuras (revestimento)	Sujidade (pichações)	Pulverulência	Manchas escuras	Vegetação	Destacamento do reboco	Adição de novos materiais
<b>Norte</b>	0,00%	0,00%	2,34%	92,99%	2,10%	0,58%	1,99%
<b>Sul</b>	0,00%	0,00%	0,00%	95%	5%	0,00%	0,00%
<b>Leste</b>	7,84%	3,48%	0,00%	82%	5,66%	1,31%	0,00%
<b>Oeste</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

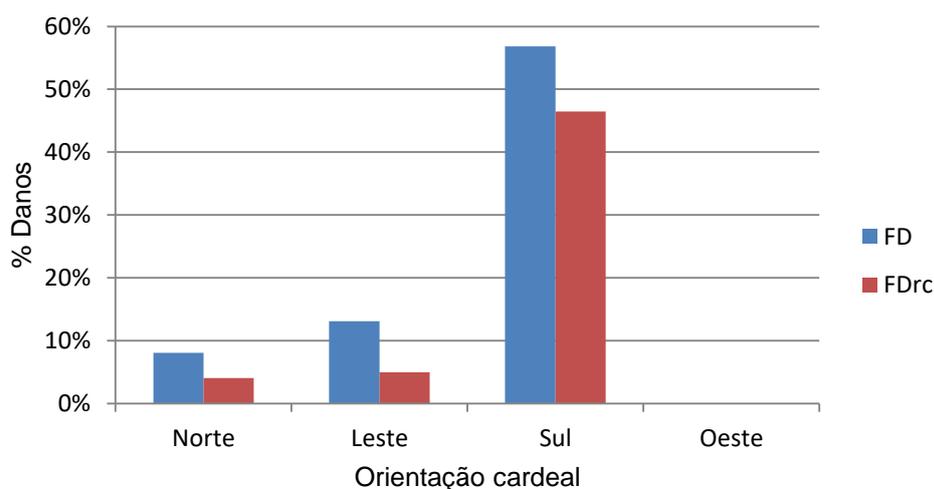
Fonte: (A AUTORA)

Cabe ressaltar que, na edificação F só foram inspecionadas apenas três fachadas. A orientação oeste desta edificação tem um imóvel vizinho, não tendo sido possível realizar a inspeção nesta orientação. Esta edificação possui prédios em sua redondeza de alturas significativas. Essas edificações de alguma forma podem influenciar na incidência de vento, chuvas, servindo como barreira para a edificação. Foi observado que, apesar da incidência de manifestações patológica, as fachadas apresentam bom estado de conservação.

### **Fator de Danos (FD) e Fator de Danos da região Corrigido (FDrc)**

A partir da Figura 36 é possível observar que o FD - Total da orientação de maior incidência foi da orientação sul, seguido da orientação leste. Da mesma forma o FDrc apresentou valores com maior incidência em ambas as orientações norte e leste.

Figura 36. Gráfico do FD e FDrc das fachadas da edificação.



Fonte: (A AUTORA).

### **Edificação G**

A edificação G (FIGURA 37), Residência de nutrição da UFBA, localiza-se na Avenida Araújo Pinho, 149.

Figura 37. (a) Fachada posterior orientada a leste; (b) Localização da edificação.



(a)



(b)

Fonte: (A AUTORA).

### ➤ **Apresentação da incidência dos danos**

Os principais danos foram na região entre as aberturas com maior representatividade na orientação oeste (79,06%), seguida da região do solo com maior incidência na orientação sul (32,94%). A Tabela 24 apresenta a incidência dos danos nas fachadas da edificação.

Tabela 24. Incidência de danos nas regiões das fachadas.

Orientação	Solo	Topo	Entre as aberturas	Sacadas	T.Pavimentos	C. Extremidades
<b>Norte</b>	17,40%	27,97%	54,63%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Sul</b>	32,94%	10,61%	56,45%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Leste</b>	29,60%	0,00%	70,04%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Oeste</b>	16,17%	0,00%	79,06%	1,77%	0,00%	2,94%

Fonte: (A AUTORA).

As principais manifestações patológicas associadas a esses danos foram manchas escuras com maior representatividade na orientação oeste (82%), seguida de crescimento de vegetação com maior incidência na orientação leste (79,28%) e fissuras ao nível do revestimento com maior incidência na orientação oeste (3,74%). A Tabela 25 apresenta as manifestações patológicas das fachadas.

Tabela 25. Incidência de manifestações patológicas nas fachadas.

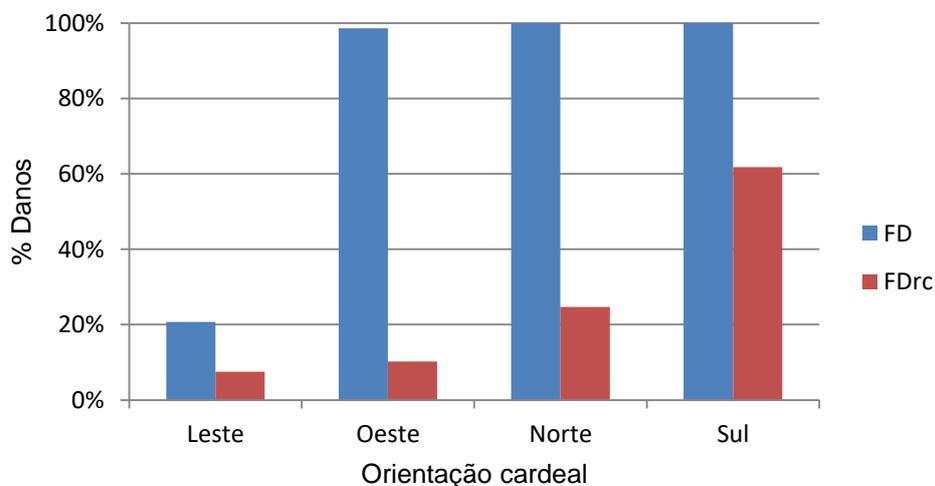
Orientação	Fissuras ao nível do revestimento	Manchas escuras	Vegetação	Destacamento do reboco	Fissuras de grande amplitude
<b>Norte</b>	1,19%	71,92%	21,76%	0,00%	0,00%
<b>Sul</b>	1,26%	99%	0%	0,00%	5,13%
<b>Leste</b>	3,74%	11,85%	79,28%	0,00%	0,00%
<b>Oeste</b>	2,22%	82,00%	15,59%	0,19%	0,00%

Fonte: (A AUTORA).

### ❖ **Fator de Danos (FD) e Fator de Danos da região Corrigido (FDrc)**

Observa-se a partir da Figura 38 que a fachada que obteve maior FD - Total e FDrc foram as fachadas orientadas à sul e a leste.

Figura 38 - Gráfico de FD e FDrc das fachadas da edificação.

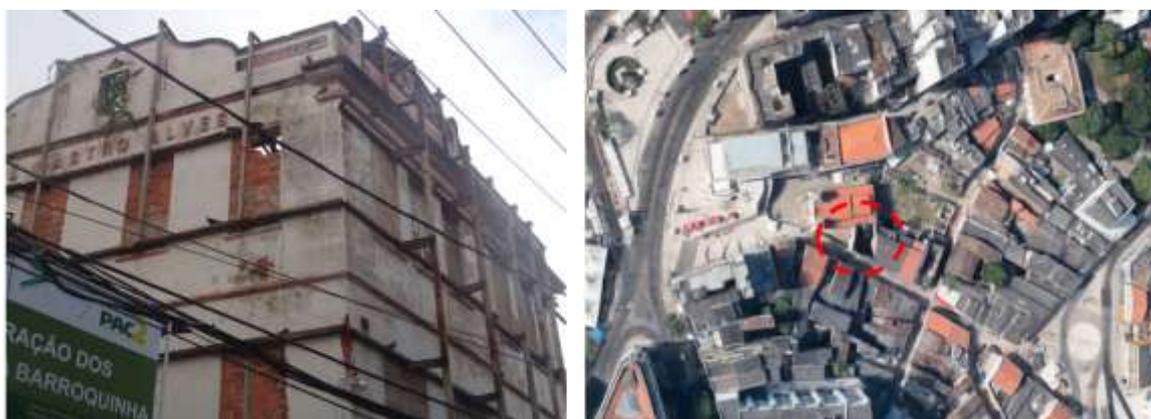


Fonte: (A AUTORA).

### **Edificação H**

A edificação H (FIGURA 39) Hotel Castro Alves, está localizado na Ladeira da Barroquinha, 02.

Figura 39. Em (a) fachada oeste e sul da edificação H, em (b) localização da edificação H.



(a)

(b)

Fonte: (A AUTORA).

#### ➤ **Apresentação da incidência dos danos**

Os principais danos foram na região entre as aberturas com maior representatividade na orientação norte (55,35%), seguida da região do solo com maior representatividade na orientação norte (44,65%) e na região do topo

com maior incidência na orientação leste (33,94%). A Tabela 26 apresenta a incidência de danos das regiões das fachadas.

Tabela 26. Incidência de danos nas regiões das fachadas

Orientação	Solo	Topo	Entre as aberturas	Sacadas	T.Pavimentos	C. Extremidades
<b>Norte</b>	44,65%	0,00%	55,35%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Sul</b>	3,94%	32,40%	41,60%	12,11%	0,00%	9,94%
<b>Leste</b>	24,60%	33,94%	39,89%	1,57%	0,00%	0,00%
<b>Oeste</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Fonte: (A AUTORA).

As principais manifestações patológicas associadas aos danos foram manchas escuras com maior incidência na orientação norte (45,92%), seguida de crescimento de vegetação com maior representatividade na orientação leste (28,71%) e destacamento do reboco com maior incidência na orientação norte (29,44%), conforme apresenta a Tabela 27.

Tabela 27. Incidência de manifestações patológicas nas fachadas.

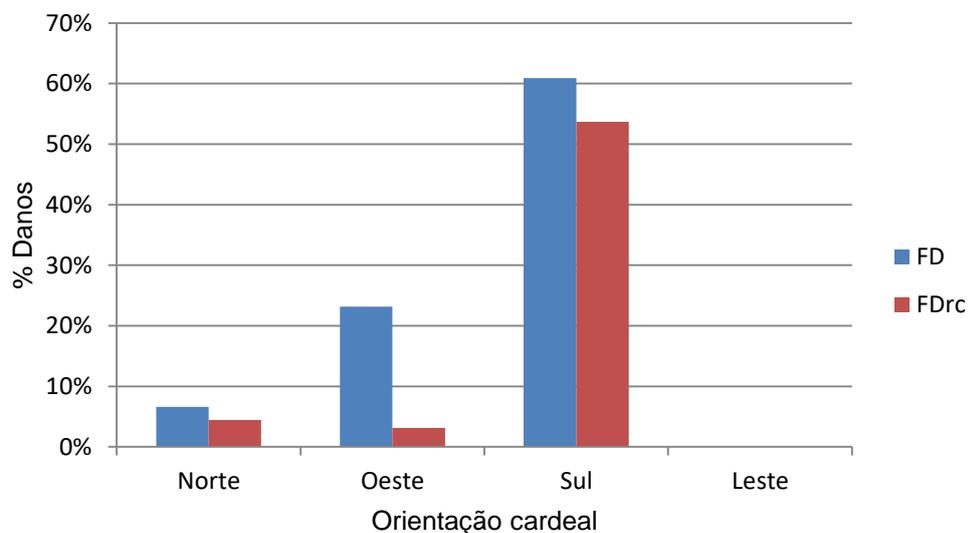
Orientação	Fissuras ao (revestimento)	Manchas escuras	Vegetação	Destacamento do reboco	Pulverulência	Adição de novos materiais
<b>Norte</b>	0,00%	45,92%	24,65%	29,44%	0,00%	0,00%
<b>Sul</b>	0,00%	57%	7%	6,39%	3,75%	26,31%
<b>Leste</b>	26,02%	43,15%	28,17%	2,66%	0,00%	0,00%

Fonte: (A AUTORA).

#### ❖ **Fator de Danos (FD) e Fator de Danos da região Corrigido (FDrc)**

Na edificação H, a fachada que apresentou maior FD- Total e FDrc foi a fachada orientada a sul. Observa-se que o FD – Total e o FDrc da fachada orientada a oeste foi a que obteve maior diferença em relação as outras fachadas, conforme apresenta a Figura 40.

Figura 40. Gráfico Do FD e FDrc das fachadas da edificação.



Fonte: (A AUTORA).

### **Edificação I**

A edificação I, Liceu de Artes e Ofício da Bahia, atual fundação Cultural da Bahia, localiza-se na Rua do Saldanha, 14, centro, Pelourinho (FIGURA 41).

Figura 41. (a) Fachada oeste, fachada principal da edificação e fachada norte, lateral; (b) Localização da edificação I.



Fonte (A AUTORA).

#### ➤ **Apresentação da incidência dos danos**

A principal incidência de danos ocorreu na região na região do solo com maior representatividade na orientação norte (82,67%), seguida da região das

sacadas com maior representatividade na orientação sul (50,54%), e região entre as aberturas com maior incidência na orientação oeste (39,70%), conforme apresenta a Tabela 28.

Tabela 28. Incidência de danos nas regiões das fachadas.

Orientação	Solo	Topo	Entre as aberturas	Sacadas	T.Pavimentos	C. Extremidades
<b>Norte</b>	82,67%	0,00%	0,00%	0,00%	5,25%	12,09%
<b>Sul</b>	50,54%	2,49%	0,00%	46,97%	0,00%	0,00%
<b>Leste</b>	39,94%	34,08%	25,98%	0,00%	0,00%	0,50%
<b>Oeste</b>	21,00%	13,80%	39,70%	25,00%	0,00%	0,00%

Fonte (A AUTORA).

As principais manifestações patológicas associadas aos danos foram manchas escuras com maior representatividade na orientação leste (98%), seguida de sujidade (pichações) com maior incidência na orientação sul (56,65%), seguida da adição de novos materiais com maior incidência na orientação norte (34%). A Tabela 29 apresenta o percentual de manifestações patológicas das fachadas.

Tabela 29. Incidência de manifestações patológicas nas regiões das fachadas

Orientação	Sujidade (pichações)	Fissuras transpassantes	Pulverulência	Manchas escuras	Adição de novos materiais	Destacament o do reboco
<b>Norte</b>	8%	0,00%	0,00%	59%	34%	0,00%
<b>Sul</b>	56,65%	0,63%	0,00%	34%	0,00%	3,31%
<b>Leste</b>	2%	0,00%	0,00%	98%	0,00%	0,00%
<b>Oeste</b>	6%	0,00%	1,11%	81%	0,00%	9%

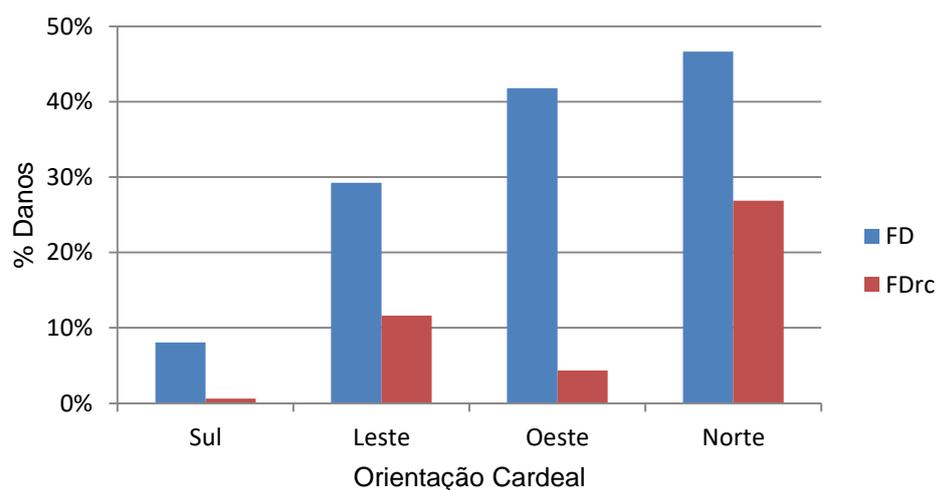
Fonte (A AUTORA).

#### ❖ Fator de Danos (FD) e Fator de Danos da região Corrigido (FDrc)

A Figura 42 apresenta os percentuais de danos das fachadas. A partir da figura observa-se que a orientação que obteve o maior percentual de danos foi à orientação norte (46,63%), seguida da orientação oeste (41,77%), leste

(29,24%) e sul com (8,09%). Nota-se que o Fator de Danos da região corrigido (FDrc) apresenta valores menores que o FD – Total, isto se deve a correção que é feita em função das áreas da região da edificação. Cabe ressaltar que a edificação B, apresenta uma fachada bastante extensa.

Figura 42 - Gráfico do FD e FDrc das fachadas da edificação I.



Fonte (A AUTORA).

### **Edificação J**

A edificação J, Anexo Carneiro de Campos, localiza-se no Largo Terreiro de Jesus, s/n – Pelourinho, (FIGURA 43).

Figura 43 - (a) Fachada principal da edificação; (b) Localização da edificação J.



(a)

(b)

Fonte (A AUTORA).

➤ **Apresentação da incidência dos danos**

A principal incidência dos danos foi na região entre as aberturas com maior representatividade na orientação leste (86,73%), seguida da região do topo com maior incidência na orientação oeste (28,35%) e região dos cantos e extremidades com maior incidência na orientação sul (16,04%), conforme apresenta a Tabela 30.

Tabela 30. Incidência de danos nas regiões das fachadas.

Orientação	Solo	Topo	Entre as aberturas	Sacadas	T.Pavimentos	C. Extremidades
<b>Norte</b>	0,43%	25,31%	69,89%	0,00%	4,38%	0,00%
<b>Sul</b>	3,57%	19,42%	60,97%	0,00%	0,00%	16,04%
<b>Leste</b>	1,46%	11,81%	86,73%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Oeste</b>	9,39%	28,35%	36,79%	0,00%	9,97%	15,49%

Fonte (A AUTORA).

As principais manifestações patológicas associadas a esses danos (TABELA 31) foram manchas escuras com maior incidência na orientação sul (94%), crescimento de vegetação com maior representatividade na orientação oeste (34,05%), pulverulência do revestimento com maior incidência na orientação norte (43%).

Tabela 31. Incidência das manifestações patológicas nas fachadas.

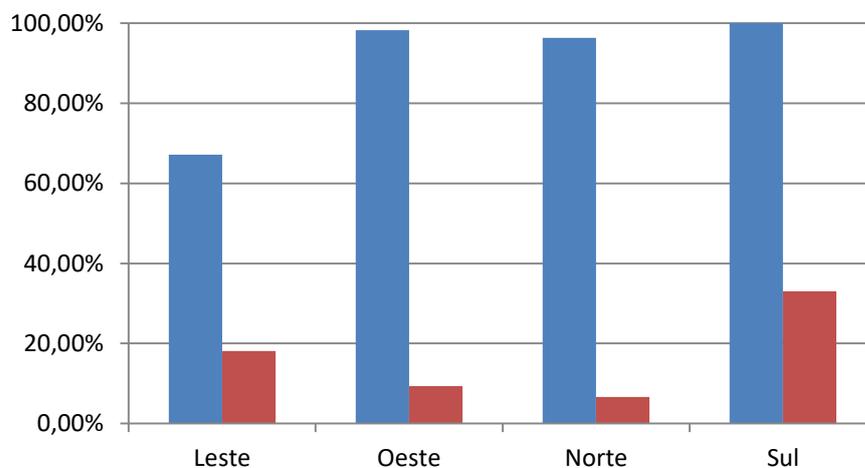
Orientação	Fissuras ao nível do revestimento	Fissuras diagonais	Pulverulência	Manchas escuras	Vegetação	Destacamento do reboco	Fissuras transpassantes
<b>Norte</b>	6,80%	0,00%	43%	23%	13,23%	6,65%	6,80%
<b>Sul</b>	2,00%	0,19%	0,00%	94%	2,38%	1,90%	0,00%
<b>Leste</b>	0,00%	0,00%	0,00%	69%	27,98%	3,27%	0,00%
<b>Oeste</b>	0,77%	0,00%	26,04%	34,05%	34,05%	5,09%	0,00%

Fonte: (A AUTORA).

➤ **Fator de Danos (FD) e Fator de Danos da região Corrigido (FDrc)**

Através da Figura 44 observa-se FD – total que obteve maior percentual foi na Orientação Sul, seguida da Orientação norte, oeste e leste.

Figura 44 - Gráfico do FD e FDrc das fachadas da edificação J.



Fonte (A AUTORA).

A fachada posterior orientada a sul foi a que apresentou maior percentual de danos com pulverulência do revestimento, destacamento do reboco e crescimento de vegetação, principalmente na parte do topo da edificação. A fachada orientada a sul é uma das que recebe menor incidência solar. Durante o inverno essas fachadas ficam menos aquecidas, se desprotegidas de elementos que evite a molhagem direta das paredes demoram a secar, ficando propícias para a incidência das anomalias.

Cabe ressaltar que esta edificação, das edificações analisadas é uma das que apresentou estado de degradação mais avançado, com perda de detalhes construtivos de parte dos elementos de fachada e, sem cobertura, o que favorece para o aumento das anomalias e deterioração dos elementos de construção da fachada.

## 6.2 ANÁLISE GLOBAL DAS FACHADAS

### 6.2.1 Análise do Fator de Danos em função das Orientações Cardeais

A partir da quantificação das manifestações patológicas foi calculado o FD das fachadas das edificações. A Tabela 32 apresenta o valor do FD das fachadas por orientação.

Tabela 32. Cálculo do Fator de Danos por orientação.

Edificações	Norte	Sul	Leste	Oeste
A	0,11	0,15	0,38	0,07
B	-	0,32	0,31	0,22
C	0,22	0,1	0,21	0,15
D	0,73	-	0,45	0,04
E	1,3	0,34	0,18	0,87
F	0,57	0,08	0,13	-
G	1,12	1,23	0,21	0,99
H	0,07	0,61	-	0,23
I	0,47	0,29	0,08	0,42
J	0,95	0,92	0,96	0,7

Fonte: (A AUTORA).

A partir da Tabela 32 nota-se que as fachadas que obtiveram maior percentual de danos estão orientadas a norte e a sul. É sabido que a combinação de vários agentes climáticos ao longo do tempo leva à degradação dos elementos e dos materiais. Alguns mecanismos, no entanto são preponderantes para o caso de Salvador, como a radiação solar direta, as mudanças de temperatura, a chuva dirigida e os altos índices de umidade. A orientação norte, durante o dia, recebe a maior parte da incidência solar. Esse efeito térmico provoca o aumento da temperatura superficial dos materiais. As mudanças bruscas de temperatura são responsáveis em grande parte pela degradação dos materiais. Os materiais de revestimento de fachada por estarem mais expostos aparecem como sendo as partes mais danificadas das edificações.

Dos efeitos de presença de umidade observou-se que, a existência de umidade é um fator necessário para o desenvolvimento de muitas manifestações patológicas. As principais ocorrências registradas em função da umidade foram manchas escurecidas, destacamento do reboco, crescimento de vegetação e fissuras. As fachadas orientadas a sul foram as que desenvolveram mais intensamente manchas escurecidas e destacamento do reboco (TABELA 33). A ação combinada do vento aliado ao alto índice de umidade relativa do ar favorece para o surgimento de manchas escurecidas. O vento transporta partículas que estão presentes na atmosfera, muitas

provenientes da poluição ambiental, como a queima de combustíveis fósseis. Essas partículas aderem nas fachadas, principalmente nas regiões do topo e dos detalhes construtivos, devido à dificuldade de evaporação da umidade superficial, contribuindo para o desenvolvimento dessas anomalias.

Tabela 33. Principais manifestações patológicas por orientação

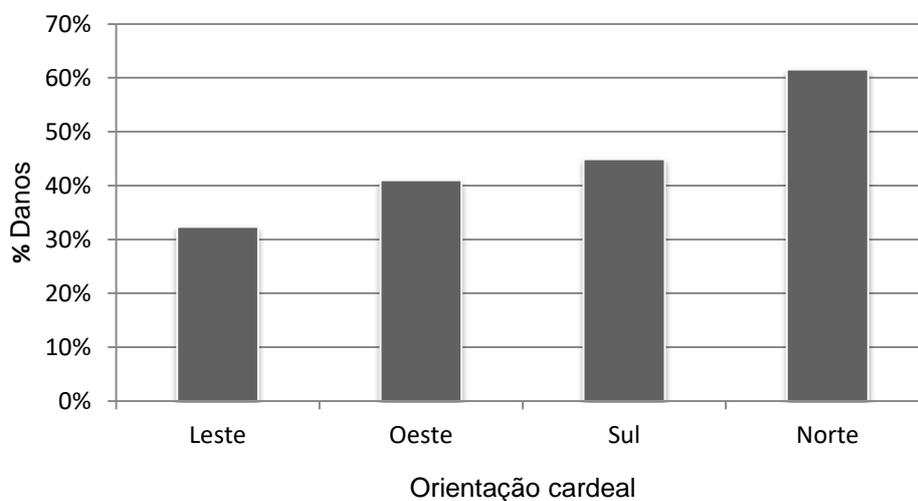
<b>Manifestações patológicas</b>	<b>Norte</b>	<b>Sul</b>	<b>Leste</b>	<b>Oeste</b>
Fissuras ao nível do revestimento	1,24%	2,60%	3,64%	0,00%
Fissuras de grande amplitude	2,72%	0,17%	6,49%	0,17%
Fissuras transpassantes	0,00%	0,28%	0,00%	0,46%
Sujidade, pichações	6,92%	10,68%	0,54%	3,19%
Pulverulência	3,20%	0,72%	0,31%	5,44%
Manchas escuras	73,05%	78,97%	66,53%	78,87%
Vegetação	7,27%	0,00%	16,20%	0,00%
Destacamento do reboco	2,16%	2,41%	0,84%	3,73%

Fonte: (A AUTORA).

As fachadas orientadas a leste e oeste obtiveram também valores significativos de manchas escuras, crescimento de vegetação e manchas de umidade (TABELA 33). A orientação leste recebe incidência solar durante o período da manhã, a orientação oeste recebe impacto, principalmente, durante o período da tarde. São orientações com incidência de radiação em períodos mais específicos do dia, o que dificulta a secagem das fachadas quando submetidas a processos de molhagem, favorecendo para o acúmulo de sujeiras, manchas de umidade e surgimento de outras anomalias. A partir do cálculo da média das fachadas das edificações foi possível calcular o FD por orientação.

A Figura 45 apresenta o FD por orientação a partir do cálculo das médias. Com o gráfico, nota-se que as fachadas orientadas a norte e orientadas a sul obtiveram o maior valor de FD, seguidas das orientações oeste e leste.

Figura 45: FD por Orientação cardeal.



Fonte: (A AUTORA).

Com base no cálculo do FD das fachadas das edificações foi possível calcular a média dos Fatores de Danos por edificação, denominado (FD equivalente), conforme apresenta a Tabela 34.

Tabela 34. FD equivalente das edificações, orientação com maior FD.

Edificação	Orientação de maior FD	Fachada Principal	FD equivalente (%)
A	Leste	Leste	18%
B	Sul	Leste	28%
C	Norte	Sul	17%
D	Norte	Oeste	41%
E	Norte	Oeste	67%
F	Norte	Leste	26%
G	Sul	Oeste	89%
H	Sul	Oeste	30%
I	Norte	Oeste	32%
J	Sul	Leste	88%
<b>FD média (%)</b>			<b>44%</b>
<b>Desvio padrão</b>			<b>23%</b>
<b>Coef. Variação</b>			<b>0,52</b>

Fonte: (A AUTORA).

Através dos dados apresentados na Tabela 34 nota-se que 30% das edificações apresentaram FD equivalente acima da média, sendo estas as edificações E, G, J. A edificação E é um edifício construído no início do século

XX, com suas características originais conservadas. A fachada orientada a norte apresenta muitas anomalias, como manchas escuras, destacamento do reboco e pichações.

Do mesmo modo a edificação G, com as inspeções notou-se um aspecto bastante degradado desta fachada, com perda de parte dos elementos construtivos, crescimento de vegetação e fissuras. A edificação J também encontra-se bastante deteriorada, com perda de seus elementos arquitetônicos em muitas partes das fachadas.

O estado de degradação dessas fachadas possivelmente está associado ao histórico de manutenção dessas edificações. Também a partir da Tabela 34 é possível observar que, as edificações A, B, C, D, F, H e I apresentaram FD equivalente inferior ao FD médio, de fato através das inspeções foi constatado que essas edificações apresentam um estado melhor de conservação. Entretanto, cabe mencionar que a edificação H, embora tenha apresentado um FD equivalente inferior ao FD médio, essa edificação apresenta aspectos de degradação avançado, inclusive com destacamento do reboco e parte dos elementos de fachada danificados, como a sacada. O mapeamento de danos das fachadas da edificação H foi obtido através do IPHAN, não sendo inspecionado pela autora deste trabalho.

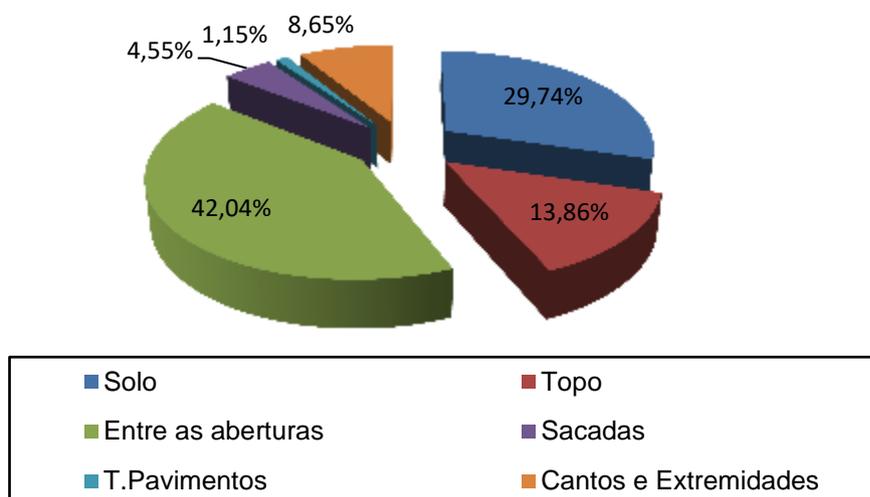
Uma análise comparativa das fachadas principais foi possível observar que apenas a edificação A e D obtiveram menor FD em relação à fachada principal, isso significa que possivelmente essas edificações passaram por algum processo de manutenção recentemente, Já que muitas vezes as fachadas dessas edificações são feitas manutenções apenas nas fachadas principais.

### **6.2.2 Análise da ocorrência das patologias nas regiões das fachadas**

As porcentagens de ocorrência de patologias por região de fachada em função do total dessas ocorrências é apresentado na Figura 46. As regiões das aberturas (42,04%) apresentaram as maiores incidências de manifestações patológicas. As regiões do solo (29,74%), região do topo (13,86%) e região dos cantos e extremidades (8,65%) também apresentaram valores elevados. As

regiões de transição entre pavimentos (1,15%) e região das sacadas (4,55%) apresentaram valores mais baixos.

Figura 46 - Porcentagem de danos das regiões de ocorrência de danos em regiões das amostras de fachada.



Fonte (A AUTORA).

O elevado percentual de danos na região entre as aberturas (42,04%) pode ser imputado ao fato de que nesta região há uma concentração de tensões em função da descontinuidade do revestimento, devido à localização das aberturas, da ausência ou ineficiência de vergas e/ou contravergas. Sendo assim, essas regiões são consideradas frágeis, propícias ao surgimento de diversas manifestações patológicas como fissuras. Em muitas das fachadas foram encontradas este tipo de anomalia, principalmente nas edificações que apresentavam um estado maior de degradação.

Na região do solo (29,74%), região com grande incidência de danos, obteve manifestações patológicas como manchas escuras e destacamento do reboco. As manifestações patológicas nessa região são favorecidas pela umidade, que facilitam o acúmulo de partículas e sujeiras formando as manchas escuras. O destacamento do reboco, no caso de edificações históricas, é devido ao efeito das águas que vêm do subsolo e sobem na alvenaria por capilaridade, evaporando logo acima da camada impermeável do embasamento. As presenças de sais, que podem ter origem dos próprios materiais de construção, podem ser provenientes do solo, ou até de antigos

tratamentos de conservação, agem provocando expansão, desagregação e destacamento do revestimento de reboco. A degradação provocada pela água ascendente é piorada quando há uma intervenção inadequada.

Na região do topo (13,86%) as principais manifestações patológicas observadas foram manchas escuras. Essas manchas são aderidas ao topo das edificações, nos detalhes construtivos, através do acúmulo de partículas atmosféricas que são geradas devido à poluição ambiental e depositadas nas edificações pelo vento, sendo mais propícias nas fachadas que recebem pouca radiação solar, com dificuldade de evaporação da umidade. Todas as edificações inspecionadas apresentaram este de tipo de anomalia. Do mesmo modo, o crescimento de vegetação é uma particularidade nas edificações históricas, principalmente na região do topo. As alvenarias de terra proporcionam o substrato perfeito para o desenvolvimento de todo o tipo de vegetais, que podem começar a crescer dentro do material e se estender até as fundações e paredes do edifício, tornando a degradação praticamente irreversível. De igual modo, os pássaros através de seus excrementos depositam as sementes nas edificações, que crescem gerando danos como fissuras e rachaduras nas fachadas, desagregação das pedras de fundação provenientes da penetração de raízes, comprometendo a estética e a funcionalidade da edificação.

Nos cantos e extremidades (8,65%) surgem também como regiões propícias as manifestações patológicas. As anomalias mais incidentes foram às sujidades e pichações, e as manchas escuras, com pouca incidência para danos mais severos.

Nem todas as fachadas inspecionadas das edificações possuíam sacadas, embora esta seja um elemento arquitetônico comum nas edificações antigas. Mas, as que possuíam apresentaram um percentual relevante de danos (4,55%) apresentaram um acúmulo grande de manchas escurecidas, manchas de umidade, fissuras e destacamento do revestimento. Esta região é propícia ao surgimento de anomalias, região com concentrações de tensões, tensões térmicas, dentre outras.

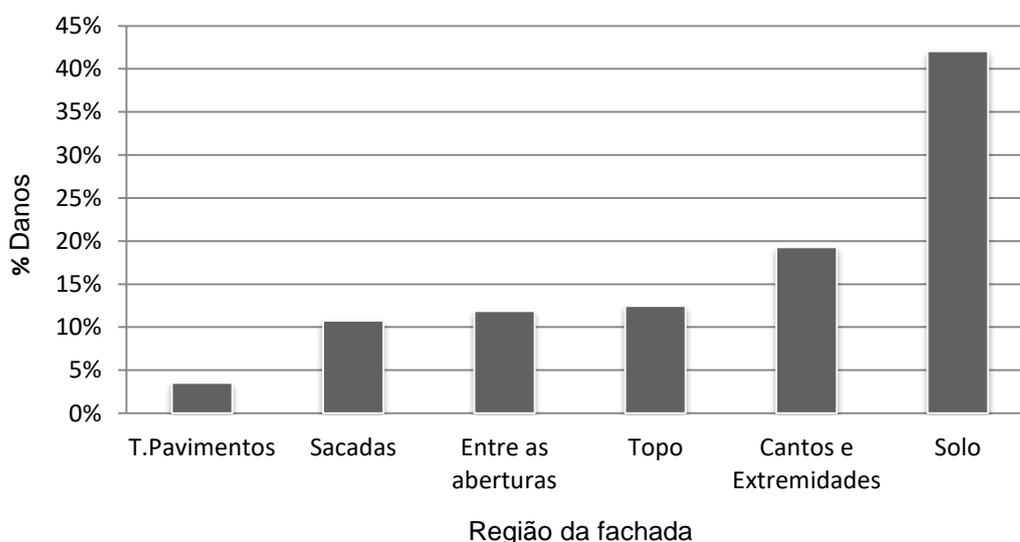
Na transição entre os pavimentos, embora tenha apresentado um percentual de danos (1,15%) mais baixo, como nas outras regiões houve uma incidência de manchas escurecidas.

Em face do exposto, os resultados demonstram a fragilidade dessas regiões e à necessidade de atenção para os danos que surgem nessas localidades, principalmente para a região das aberturas em função do elevado índice de manifestações patológicas.

### 6.2.3 Análise dos fatores de danos corrigidos das regiões da fachada

A Figura 47 apresenta os resultados dos danos das regiões corrigidos, região do solo, região entre as aberturas, região das sacadas, região de transição entre pavimentos, região dos cantos e extremidades. A importância da correção se dá pelo fato de compensar a relação entre as regiões que apresentam áreas menores, a correção aponta que as regiões com maiores evidência de danos foram à região do solo (42,05%), cantos e extremidades (19,30%), topo (12,48%), entre as aberturas (11,87%), sacadas (10,77%) e transição entre pavimentos (3,52%).

Figura 47. FDrc das edificações.



Fonte: (A AUTORA).

Observa-se que há uma diferença significativa entre o FD de danos das regiões e o FDrc, pois, a região entre as aberturas que apresentou um valor

mais elevado com a correção apresenta uma redução bastante significativa (11,87%). A região do solo com a correção obteve um aumento de 12,31%. Com a correção foi possível verificar que não houve uma relação entre as regiões mais afetadas e as condições de exposição ambiental das edificações.

#### 6.2.4 Análise do FD em função da idade das Edificações

Devido à ausência de informações do histórico de manutenções das edificações ao longo do tempo, não foi possível fazer uma análise a respeito do comportamento da degradação das fachadas. Entretanto, uma análise do fator de danos das edificações (TABELA 35) notou-se que as edificações construídas entre o início do século XIX e final do século XX apresentaram FD mais elevado. Isso indica que, embora as edificações tenham sido construídas num período mais recente comparadas às edificações construídas entre o fim do século XVII e final do século XIX, evidencia-se que não houve intervenções nas fachadas dessas edificações nos últimos anos, incluindo as fachadas principais das edificações.

Tabela 35. Período Construtivo das Edificações e FD (média)

Período Característico	Edificações	FD% (média)
Fim do século XVII - Início do século XIX	B	28%
	C	17%
	D	41%
	H	30%
	J	88%
<b>MÉDIA (%)</b>		<b>41%</b>
Segunda metade do século XIX	A	18%
	I	32%
<b>MÉDIA (%)</b>		<b>25%</b>
Fim do século XIX - início do século XX.	E	67%
	F	26%
	G	89%
<b>MÉDIA (%)</b>		<b>61%</b>

Fonte: (A AUTORA).

A edificação A e a edificação C apresentaram FD Total próximos e mais baixo comparados às outras edificações. Através das inspeções notou-se que

estas construções apresentaram um aspecto bastante conservado comparada as outras fachadas analisadas. Observou-se que as maiores parte das anomalias estão associadas a danos que não comprometem a estética e nem a funcionalidade da edificação. A edificação G e E constituem o oposto. As fachadas da edificação E apresentam muitas manchas escuras, sujidades, pichações, danos extensivos, que embora não comprometam a funcionalidade da edificação, comprometem a estética, deixando a fachada com um aspecto bastante desgastado e envelhecido. As fachadas da edificação G apresentam um aspecto muito deteriorado com perda de parte dos elementos construtivos, com um aspecto muito danificado. Através das inspeções constatou-se que a edificação G apresenta muitas anomalias como fissuras transpassantes, crescimento de vegetação elevado, necessitando de intervenção rapidamente.

Uma análise comparativa das edificações dentro do período construtivo foi possível observar que as edificações construídas entre o fim do século XVII e início do século XIX, apenas a edificação J apresentou FD acima da média (88%). Cabe ressaltar que está edificação até o momento da inspeção estava sem cobertura o que favorece para maior incidência dos danos.

Das edificações construídas na segunda metade do século XIX, a edificação I apresentou FD acima do FD médio (32%). Embora este valor de FD tenha sido acima da média, não é considerado um valor preocupante em relação aos danos, pois, os danos caracterizados nas fachadas dessas edificações foram mais danos estéticos como manchas escurecidas.

Das edificações construídas entre o fim do século XIX e início do século XX, as edificações F e G apresentaram FD acima da média com valores respectivamente (67%) e (89%).

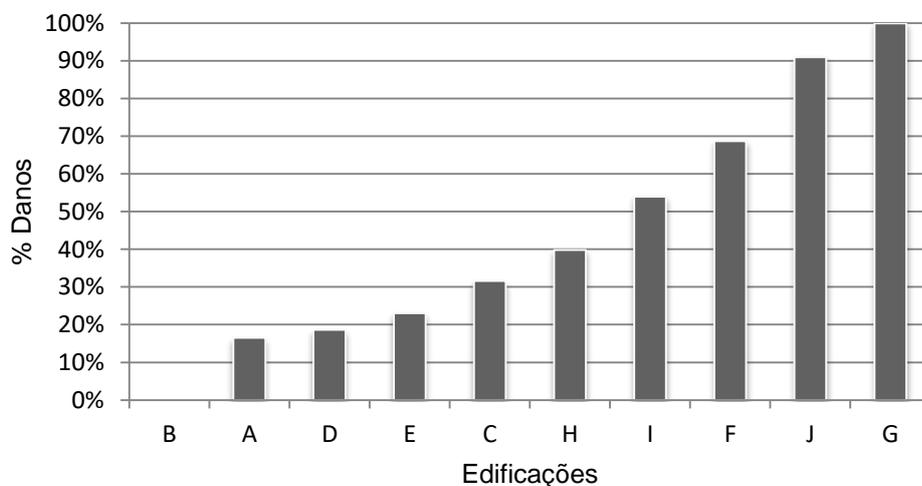
Desta forma, compreende-se que são necessários critérios de intervenção, considerando o tempo que o prédio restaurado ainda deve e pode cumprir o seu papel como monumento histórico. Esses critérios devem ser baseados em aspectos como a finalidade e a qualidade de projeto, a escolha devida de materiais, a previsão e orientação de uso e ocupação, além de um programa de manutenção adequado (LERSCH, 2003).

### **6.2.5 Cálculo do Indicador de Danos das Fachadas de Edificações Históricas (IDh)**

O IDh foi proposto com o intuito de determinar o grau de deterioração das fachadas de edificações históricas. Foi observado através da revisão bibliográfica que não existem métodos para a determinação da deterioração dessas edificações, sendo adotados quase sempre critérios de 100%, 60% ou 30% de áreas atingidas, sem mensurar de fato o nível de degradação dessas edificações. Com a metodologia apresentada neste trabalho, o que se espera é obter como resposta o estado de degradação das fachadas dessas edificações, e os tipos de danos associados ao grau de deterioração de acordo a Tabela 10 apresentada no capítulo 5.

De acordo com a Tabela 10 as anomalias foram classificadas em quatro classes crescentes de acordo com a extensão do dano. Classe A – denominada sem dano para os casos em que não existem manifestações patológicas detectadas visivelmente, classe B - dano moderado, considerados danos que afetam apenas a estética da edificação, sem causar desconforto físico para os usuários, Classe C - danos extensivos, anomalias que geram danos mais graves, mas que podem ser sanados a partir de intervenção de manutenção, não significando risco à segurança, estabilidade ou integridade física da edificação, classe D – danos severos, danos mais graves que se não forem sanados podem ocasionar danos mais graves no próprio elemento podendo comprometer a segurança, a estabilidade e até a integridade física da edificação. A Figura 48 apresenta a o IDh das fachadas orientadas à norte.

Figura 48 - IDh das fachadas orientadas a norte.



Fonte: (A AUTORA).

De acordo com a Figura 49 nota-se que a edificação F, J e G apresentaram o maior indicador de degradação das fachadas, com IDh > 60%, conforme apresenta a Tabela 11. A edificação G apresenta muitas manifestações patológicas, com danos em seus componentes que se não forem sanadas podem comprometer em um curto espaço de tempo à segurança, estabilidade ou integridade física da edificação devido às condições de exposição a fatores de degradação determinantes. Os danos associados ao estado de conservação foram danos extensivos e danos severos. Com maior representatividade para os danos extensivos. A edificação H também apresentou o IDh relevante com 40%, classificado como estado ruim de conservação. De acordo com as inspeções o que se esperava dessa edificação é que o IDh apresentasse um valor maior que 60%, classificado como péssimo estado de conservação. Pois, pelo o que foi observado através do estudo realizado em campo foram anomalias graves que levou a edificação ao estado de deterioração em que se encontra, bastante elevado.

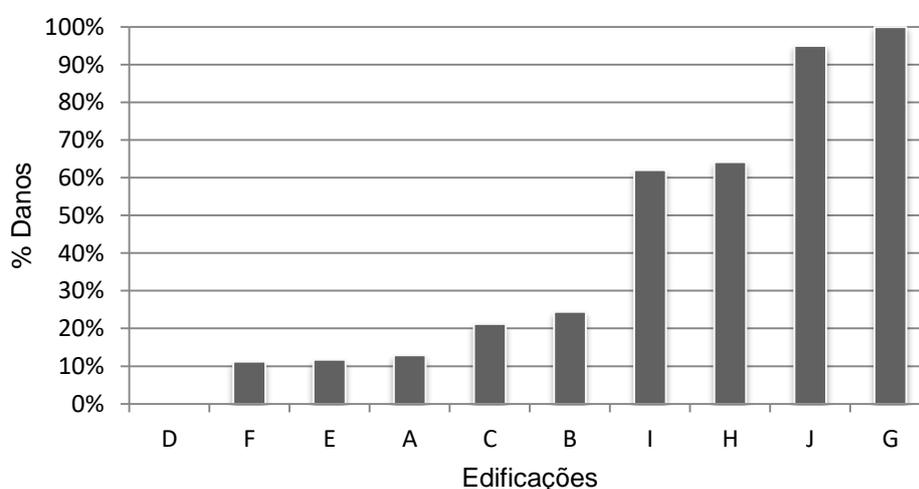
A edificação A obteve um IDh de 17%, de acordo a classificação proposta na Tabela 11 – da metodologia, obteve bom estado de conservação, com IDh entre 10 – 30%. O resultado apresentado ratifica o que foi observado através das inspeções. Pois, a edificação A em suas fachadas apresenta danos moderados e extensivos. Contudo, configurando um bom estado de

conservação indicando que possivelmente foram realizadas manutenções mais recentes do que as outras edificações inspecionadas.

A edificação D, apresentou um IDh de 19%, próximo ao da edificação A. Porém, não foi possível estabelecer uma correlação entre essas edificações. Foi observado que a edificação D apresenta muitas manchas escuras e pichações na fachada orientada a norte.

Na orientação sul (FIGURA 49) observa-se que as edificações A, B, C, E, F obtiveram um IDh entre 10 – 30%, caracterizando bom estado de conservação. Enquanto que as edificações H, I, G e J obtiveram péssimo estado de conservação com IDh > 60%. As edificações B e C apresentaram IDh próximos, do mesmo modo que as edificações E e F. A ausência de informações sobre o histórico de manutenções dessas edificações não permitiu estabelecer correlações que possibilitem um melhor entendimento sobre o comportamento da degradação dessas fachadas ao longo do tempo.

Figura 49 - IDh das fachadas orientadas a Sul.

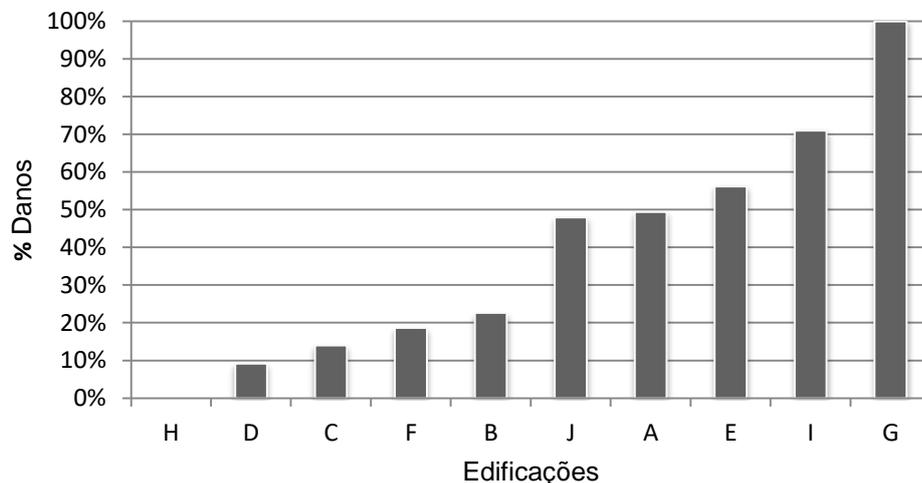


Fonte: (A AUTORA).

Na orientação leste (FIGURA 50) observa-se que as fachadas B, C, D e F apresentaram IDh entre 10 – 30%, sendo classificadas como bom estado de conservação. As fachadas das edificações A, E e J apresentaram IDh entre 31 - 60%, sendo classificadas como estado ruim de conservação, e a edificação I

e G apresentou IDh > 60%, classificadas como péssimo estado de conservação.

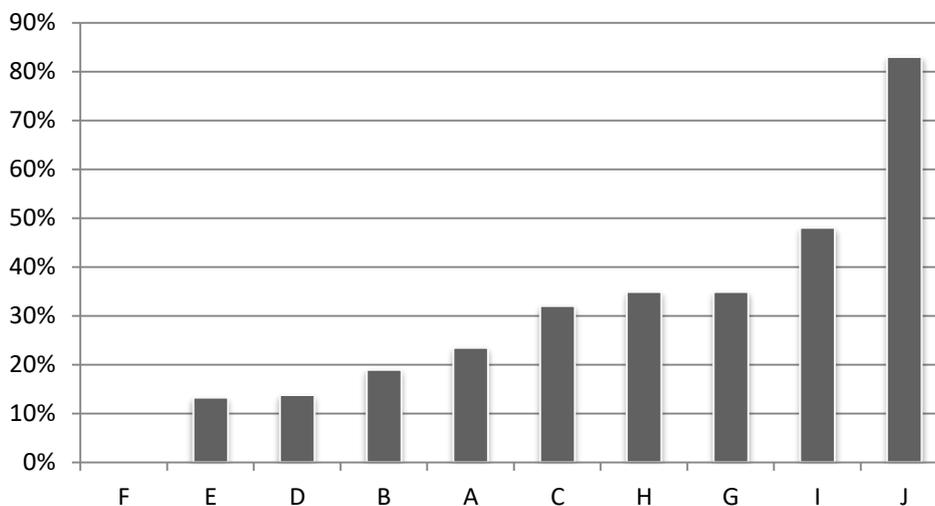
Figura 50 - IDH das fachadas orientadas a leste.



Fonte: (A AUTORA).

Na orientação oeste (FIGURA 51) nota-se que as fachadas das edificações A, B, D, e E com IDh entre 10 - 30% caracterizando bom estado de conservação, as fachadas das edificações C, G, H e I obtiveram IDh entre 31 – 60%, caracterizando estado ruim de conservação, e a fachada da edificação J obteve um Idh >60% caracterizando um péssimo estado de conservação. A fachada da edificação F não foi inspecionada nesta orientação.

Figura 51 – IDh das fachadas orientadas a oeste.



Fonte: (A AUTORA).

O estado de conservação das fachadas por edificações pode ser verificado na Tabela 36.

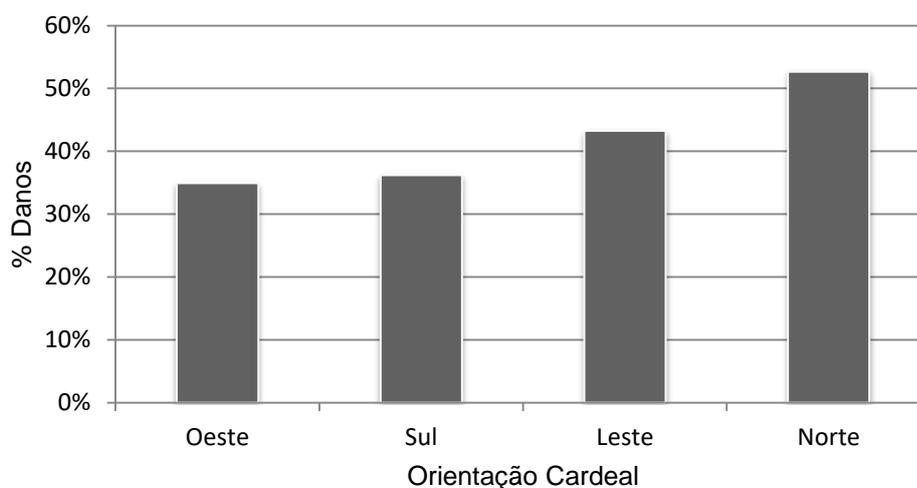
Tabela 36- Estado de Conservação das edificações.

Valor do IDh	Estado de Conservação das fachadas	Norte	Sul	Leste	Oeste
<10%	Ótimo estado de conservação	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma
10 - 30%	Bom estado de Conservação	A,D,E	A,B,C,E,F	B,C,D,F,J	A,B,D,E
31 - 60%	Estado ruim de Conservação	C,H, I	-	A,E	C,G,H,I
> 60%	Péssimo estado de conservação	F,G,J	H,G,I,J	G,I	J

Fonte: (A AUTORA).

Com o cálculo do IDh foi possível mensurar qual é o estado de degradação dessas fachadas. Algumas fachadas apresentaram diferentes estados de conservação, o que é de se esperar, pois embora as edificações sejam constituídas do mesmo material, os materiais e as componentes das edificações reagem diferentemente frente à exposição dos agentes climáticos e à orientação cardeal. Com a média dos IDh das orientações foi possível verificar (FIGURA 52) qual o estado de conservação predominante por orientação.

Figura 52. IDh (média) das Edificações por orientação cardeal.



Fonte: (A AUTORA).

A fachadas orientadas a norte, leste, sul e oeste apresentaram respectivamente IDh de 52,67%, 43,24%, 36,20% e 34,93% caracterizando estado ruim de conservação. Logo, nota-se que nenhuma das fachadas apresentou bom estado de conservação.

Cabe mencionar que, o fator tempo aliado às intempéries são os grandes responsáveis pela deterioração dos componentes dessas edificações, contudo a falta de manutenção periódica e intervenções mal sucedidas têm sido também fatores que geraram danos equivalentes ou até maiores nas fachadas dessas edificações.

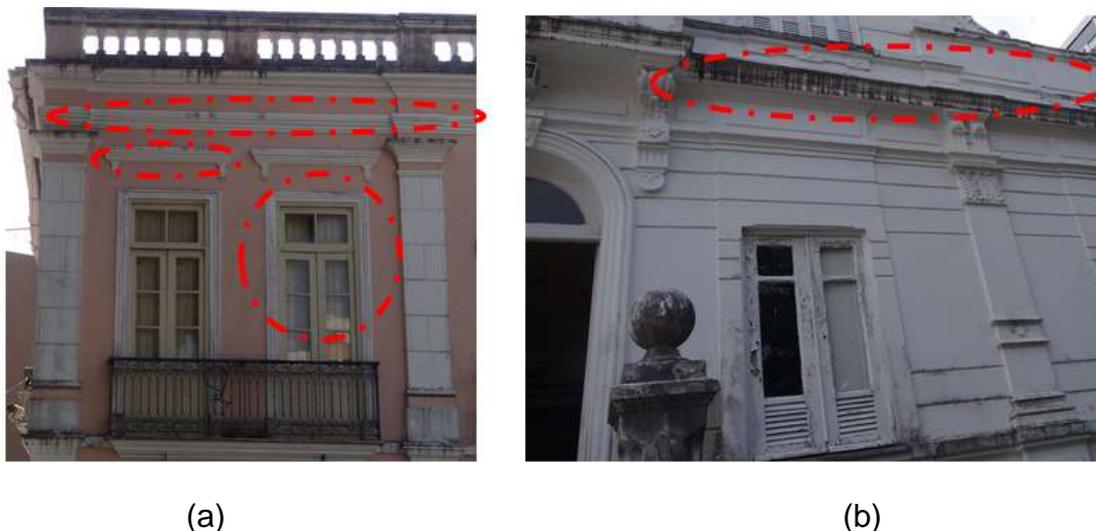
### **6.2.6 Análise dos elementos ligados à fachada**

No que se refere aos aspectos relativos às características arquitetônicas e técnicas dos detalhes construtivos, pode-se observar que os detalhes construtivos das edificações não serviam apenas para marcar um estilo arquitetônico de uma época vigente, mas também desempenhavam a função de proteção, especialmente nas fachadas.

Através dos resultados obtidos com o cálculo do IDh observou-se que, as edificações que obtiveram IDh entre 10 – 30% - classificado como bom estado de conservação - 60% dessas edificações possuem algum tipo de detalhe arquitetônico nas fachadas.

As janelas eram projetadas para proporcionar uma melhor lavagem, disposição da água. As cornijas, moldura em forma de saliência na parte superior de um muro ou parede, servem como proteção, pois, formam uma saliência dificultando a descida da lâmina d'água na fachada. Contudo, alguns elementos arquitetônicos apresentaram sujidades, como o coroamento das fachadas em platibanda, que estavam visivelmente danificados com manchas escurecidas. A Figura 53 apresenta alguns detalhes construtivos das fachadas.

Figura 53. (a) cornija, cercadura; (b) cornija.



Fonte (A AUTORA).

Vieira (2005) relata que os mecanismos de adesão que favorecem para este fenômeno, manchas escurecidas, são a tensão superficial ligada ao fenômeno de absorção e a tensão gravitacional que forma o plano de coroamento da fachada. A carência de planos de descolamentos de água como frisos e molduras, contribui para um aumento de sujidades nas fachadas.

Outro fato observado foi que as fachadas que apresentaram algum tipo de equipamento mecânico, apresentavam algum tipo de anomalia na região em que o aparelho estava localizado, geralmente manchas escurecidas. Do mesmo modo, foi notado que as fachadas com sacadas apresentaram anomalias nesta região, como destacamento do reboco e manchas escurecidas, favorecendo para o aumento da deterioração das fachadas.

### 6.3 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS.

Com o intuito de contribuir com o estudo de degradação das fachadas de edificações históricas de Salvador, foram feitas algumas considerações a partir das inspeções, dos estudos de casos realizados.

#### 6.3.1 Considerações a respeito da falta de conservação preventiva

A falta de conservação preventiva das edificações do patrimônio histórico em Salvador é um dos grandes problemas. O abandono, o descaso, a falta de respeito com o patrimônio edificado pode ser verificado ao longo de muitas

edificações pela cidade. Sabe-se que a degradação dessas edificações ao longo do tempo devido aos fatores climáticos é inevitável, mas o descaso por parte dos órgãos públicos e dos responsáveis pelos casarões é inadmissível. A partir dos estudos de casos realizados foi possível observar que se houvesse uma manutenção periódica a maioria das ocorrências não teria sido registrada, ou se houvesse mais atenção aos pequenos detalhes das fachadas, muitas das anomalias registradas teriam sido evitadas.

Estes cuidados consistem em práticas constantes, que devem fazer parte de um programa de manutenção básico das fachadas dessas edificações. Esses programas devem ser acompanhados por técnicos devidamente habilitados, pois, caso contrário corre-se o risco de haver falhas na manutenção gerando danos maiores, fazendo com que o estado atual se torne, em alguns casos, pior do que o anterior. Além disso, a falta de manutenção nas fachadas pode acarretar acidentes, pois, marquises degradadas em estado avançado de deterioração e destacamento de parte dos elementos de fachadas, elementos decorativos e reboco, podem gerar riscos para os transeuntes, até com perda de vidas humanas.

A atual discussão sobre o patrimônio histórico deve salientar a importância da conservação preventiva. O desenvolvimento de trabalhos que venham a enfatizar a importância da manutenção nessas edificações, especialmente nas fachadas, pode contribuir com uma mudança de mentalidade por parte dos gestores e capacitação dos técnicos na referida área, área de restauro. Além do que, a adoção de um programa de manutenção para edificações históricas através de inspeções rotineiras, se torna além de um ato de prevenção, um ato de economia e segurança. Pois, o que se espera é que as tradições, a marca de uma determinada época de uma cidade, de uma região fique registrada, perdurando e alcançando gerações.

### **6.3.2 Considerações a respeito do abandono**

Das edificações analisadas, a amostragem de prédios abandonados não aparece de forma expressiva, contudo demonstra que ainda existe o descaso para com o patrimônio edificado. A ação do tempo e das intempéries nessas

edificações, além da falta de recursos financeiros para a manutenção acabam por levar a uma situação insustentável, na maioria dos casos. Se tratando de edificações de propriedade privada, o que se observa é a passagem da herança, em que muitas das vezes, o atual proprietário não tem condições de preservar as características dessas edificações da referida época. No caso de edificações públicas a falta de interesse pelo bem patrimonial e os altos custos de manutenção favorecem para que estas atinjam os altos índices de degradação. Nesses prédios os recursos aplicados não apresentam retorno ou não atingem os objetivos pretendidos. O que pode ser visto ao longo do tempo, através de obras paralisadas, entregues ao abandono, causando risco para os transeuntes, para a população.

## 7. CONCLUSÃO

No que concerne aos fatores de degradação das fachadas das edificações históricas, pôde-se identificar que as anomalias nas fachadas ocorrem principalmente devido à ausência de manutenção, às condições ambientais e biológicas. As condições ambientais que envolvem as construções são as principais responsáveis pela degradação. Fatores como variação de temperatura, umidade relativa do ar, incidência de chuvas e ventos são os principais agentes que contribuem para a deterioração das fachadas dessas edificações. Os microrganismos que atuam nas fachadas, também contribuem para a deterioração das superfícies e estruturas. Estes podem ser apontados como os principais agentes de degradação dos revestimentos de fachadas.

Através da análise por orientação das edificações, do cálculo do Fator de Danos (FD) foi observado que as fachadas orientadas a norte (62%) obtiveram maior quantidade de danos, seguidas das fachadas orientadas a sul (45%), fachadas orientadas a oeste (41%) e fachadas orientadas a leste (32%). As principais manifestações patológicas observadas nas fachadas em estudo foram: manchas escuras, desgaste superficial das paredes, principalmente as pinturas, sujidades como pichações, destacamento do reboco, crescimento de vegetação, fissuras e pulverulência do revestimento. Das manifestações patológicas registradas a que obteve maior incidência foram às manchas escurecidas.

Foi constatado também que a ação do vento, isolado ou em conjunto com a água é um dos principais agentes de degradação. A umidade é responsável pela grande maioria dos problemas, através da deterioração provocada pelas chuvas, pela capilaridade e pela condensação. Da mesma maneira, o vento atua como condutor de partículas atmosférica, que são aderidas nas fachadas especialmente nos detalhes construtivos gerando acúmulo de sujidades formando as manchas escurecidas.

Notou-se que, os elementos de fachadas, detalhes construtivos como cornijas, ornamentos ao redor dos vãos, também sofrem à ação dos agentes

agressivos oriundos da atmosfera urbana, através da deposição de partículas de sujidade sobre os parâmetros das fachadas. Estes se forem bem dimensionados também podem atuar de forma protetiva nas fachadas, evitando acúmulo de água.

Foi observado a presença de crescimento de vegetação, vegetais superiores e de animais, que representam forma de potencialização de ataque ao patrimônio edificado. Contudo, o agente de degradação mais danoso é a ação humana, tanto pela ação destrutiva através de pichações, como pelo descaso, pela falta de manutenção adequada ou através de intervenções incorretas.

Referente ao estado de conservação das fachadas, através do cálculo do IDh, foi observado que a partir da média por edificação constatou-se que 50% das edificações foram classificadas em bom estado de conservação com IDh entre 10 – 30%, 20% das edificações foram classificadas como estado ruim de conservação com IDh entre 31- 60%, e 30% das edificações foram classificadas como péssimo estado de conservação, com IDh maior que 60%.

Cabe ressaltar que, uma das limitações enfrentadas no estudo de degradação das fachadas de edificações históricas foi à capacidade da determinação do grau de deterioração das fachadas. Conclui-se que, com a construção do modelo foi possível à inserção da constante de anomalias que refletem o grau de deterioração dos danos nas fachadas de edificações históricas, e também a inserção dos parâmetros dos elementos ligados à fachada, que de alguma forma favorecem ou funcionam como obstáculo a degradação das fachadas nessas edificações. O modelo não apresenta todas as variáveis que influenciam no processo de degradação, necessitando de estudos para a inserção de novos parâmetros.

Desta forma, conclui-se que as fachadas das edificações, apesar de degradadas para o contexto urbano em que estão inseridas, as mesmas apresentam bom estado de conservação, levando em conta o tempo de existência, de exposição aos agentes climáticos. Isso pode ser atribuído às técnicas construtivas e materiais da referida época, assim como os detalhes

arquitetônicos das fachadas. Embora, as fachadas apresentem diversas manifestações patológicas, essas construções podem durar séculos se forem feitas as devidas manutenções periódicas.

Logo, é imprescindível que seja dada a devida atenção aos danos das fachadas do patrimônio histórico edificado. Buscando compreender e identificar as razões pelas quais os danos foram provocados, afim de que sejam tratados de forma correta. Sendo assim, a partir do estudo feito pode-se mencionar que o patrimônio histórico de Salvador necessita de atenção especial por parte da gestão pública, pois, embora muitas dessas manifestações patológicas sejam causadas devido ao tempo de exposição aos agentes climáticos, nota-se um descaso por parte dos órgãos responsáveis na preservação dessas edificações.

#### 7.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Uso de VANT com câmera termográfica acoplada para registros das manifestações patológicas das edificações;
- Estudo referente aos tratamentos necessários de manutenção e limpeza das fachadas de edificações históricas;
- A elaboração de trabalhos aprofundados que estude as técnicas e processos construtivos utilizados em Edificações históricas em Salvador, que possibilite disponibilizar dados que possam ser úteis em intervenções ou revitalização das edificações históricas da cidade de Salvador;
- Estudos para desenvolvimento de novos métodos para quantificação dos danos em fachadas Históricas;
- Estudo da degradação de Edificações históricas com revestimento cerâmico;
- Continuidade de estudos sobre modelos de quantificação dos danos das fachadas de edificações históricas com acabamento em pintura;
- Catalogação das edificações históricas da cidade de Salvador.

## 8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AKUTSU, M; LOPES, J.I.E; SOUZA, H.A. **Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 2005.
- ALVES. S, M, M. **Uma Contributo para a Sistematização do Conhecimento da Patologia da Construção**. Dissertação de Mestrado integrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2008.
- AMORIM,F.M. **Proposta de Restauração do Cine Teatro Jandaia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, 2013.
- ANTUNES, G. R. **Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachada em Brasília – Sistematização da Incidência de Casos**.Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010.
- ARAÚJO.A, B. **Conservação de Edifícios Históricos em Adobe**. Preservation Briefs. National Parck Service. Estados Unidos, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações. Zoneamento bioclimático brasileiro - diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**, Rio de Janeiro, 2005.
- BARTHEL, C.; LINS, M.; PESTANA, F. O papel do mapa de danos na conservação do patrimônio arquitetônico. **VII CONGRESSO IBEROAMERICANO Y JORNADA TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN E CONSERVACIÓN DEL PATRIMÔNIO**, La Plata, Buenos Aires, Argentina, 2009.
- BEZERRA,A, F. **As cores das Fachadas de Edificações Históricas Pintadas a Cal. Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- BORGES,E.M;CARESECK.H;CASCUDO,O. **Mapeamento de Danos em Monumento Histórico**. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, 2014. Volume 8,n. 3, pag. 20-37.
- BORDALO, R; B, J; GASPAR, L.P; Silva, A. Service life prediction modelling of adhesive ceramic tiling systems. **Building research & Information**, p.66-78, 2011.
- BRAGA, M. Patologias nas construções históricas. **Conservação e restauro: arquitetura brasileira**. Rio de Janeiro: Ed. Rio, 2003.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Senado. Brasília, DF, 1988.

- BRASIL. Ministério da Cultura. Instituto do Programa Monumenta. **Manual de Elaboração de Projetos de Preservação do Patrimônio Cultural**. Brasília, DF, 2005.
- CHAI, C,V,V.C. **Previsão da Vida Útil de Superfícies Pintadas em Paredes Exteriores**. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior Técnico. Universidade de Lisboa, Portugal, 2011.
- CARDOSO,L,M.G. **Estudo do Microclima Urbano a partir de Plataformas de Coleta de Dados (PCD'S) da Fachada Sudeste de Salvador**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.
- CARVALHO,M.C.N.G. **Reabilitação de Revestimentos de Paredes de Edifícios Antigos**. Dissertação de Mestrado. Técnico Lisboa, Portugal.
- CORNISH. S, M. **The Building Pathology of Early Modern London** .Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy of Birkbeck College, University of London, March , 2015.
- COLEN,I.F; GASPAR.P,L; BRITO,J. **Técnicas de Diagnóstico e Classificação de Anomalias por Perda de Aderência em Rebocos**. Universidade Técnica de Lisboa. Portugal, 2015.
- COSTA,I, A, M, A. **Estudo da Durabilidade de Caixilharias**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal, 2013.
- COELHO,A,Z.G; SAID.J; TORRAL. F,P. **A cal na Construção Civil**. Livro técnico. Universidade do Minho.Portugal, 2009.
- DIAS,S.I. **Avaliação da vida útil de Revestimentos Cerâmicos em Fachadas através de Inspeção de Edifícios**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal, 2015.
- FERREIRA,T, M.S. **Avaliação de Vulnerabilidade Sísmica das Paredes de Fachada de Edifícios em Alvenaria. Dissertação de Mestrado**. Universidade de Aveiro, Portugal, 2009.
- FREITAS,P.V;ALVES,M.S;S,M. Uma Contribuição para a Sistematização do Conhecimento da Patologias das Construção em Portugal. **Grupo de patologias da Construção**, Portugal, 2007.
- GASPAR, P; BRITO, J. Mapping Defect Sensitivity in External Mortar Renders. In: **Journal of Construction and Building Materials**, 2005.
- GUIMARÃES, J.P. **Técnicas Tradicionais de Construção, Anomalias e Técnicas de Intervenção em Fachadas e Coberturas de Edifícios Antigos**. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Portugal, 2009.
- GOULART, A. A importância da preservação do patrimônio histórico arquitetônico para a história local. **Espaço para divulgação do patrimônio cultural de Criciúma/ SC**, 2012.
- ICOMOS. **Recomendações para a Análise, Conservação e Restauro Estrutural do Patrimônio Arquitetônico**, 2004.
- IPHAN. **Manual de Conservação preventiva das Edificações**, Brasil, 2008.

IPHAN (2018). **Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.**

Disponível em: < <http://portal.iphan.gov.br/>>.

LAMBERTS, R; DUTRA, L; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: Eletrobrás - PROCEL, 1997.

KANAN, M. I. C. Manual de Conservação e Intervenção em Argamassas e Revestimentos à Base de Cal. Cadernos Técnicos. **Programa Monumenta.** Iphan, Brasília, 2008.

LERSCH, M.I. **Contribuição para a Identificação dos Principais Fatores e Mecanismos de Degradação em Edificações do Patrimônio Cultural de Porto Alegre.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

LIMA, G. E. S. L; SOUZA, K.D; T, A,C, G. Investigação e Diagnóstico de Patologias Relacionadas às Fachadas de uma Edificação. **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, ENTAC. Alagoas, Maceió, 2014.

LIMA, R,H.F;ARAÚJO,B.G; PAZ.G;OLIVEIRA,I.M. Mapa de Danos de Edificações Históricas Utilizando a Metodologia Bim. **1º Simpósio de Tecnologia e Informação da Comunicação da Informação; Simpósio de Gestão e Economia da Construção. SBTIC+SIBRAGEC.** Fortaleza, Ceará, 2017.

MACEDO, V.J; ROCHA.E; MONTEIRO.E. Problemas Patológicos em Edificações Históricas: estudo de Caso da Catedral da sé - Olinda – PE. **XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas (CINPAR).** Ceará, Setembro, 2017.

MACIEL, L. L.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Recomendações para a Execução de Revestimentos de Argamassa para Paredes de Vedação Internas e Exteriores e tetos.** 1998. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - PCC, São Paulo. Notas de aula.

MELO, J,C.M. **Metodologia para Geração de Mapas de Danos de Fachadas a partir de fotografias obtidas por veículo aéreo não Tripulado e Processamento digital de Imagens.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil,. Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

MESQUITA. E; NETO, F.C; MARTINI. R. Caracterização dos Danos da Estação Ferroviária Rua Doutor João Felipe. **XII Encontro Internacional Sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas.** Crato, Brasil. Setembro, 2017.

MOTA.L; DIOGENES.A; MESQUITA.E; VARUM,H.Caracterização dos Danos em Construções Históricas de Alvenaria Vernacular: Casos de Estudo. **Congresso brasileiro de Patologias da Construção (CBCIPAT),** 2016.

MOTTA.E,V. Dissertação de Mestrado. **Caracterização de Argamassas de Edificações de Santa Catarina.** Programa de Pós - Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

MOURA, P. G. T.. **Reabilitação com argamassa projetada em construções históricas de pedra no litoral paraibano**. Universidade Federal da Bahia. Salvador, Brasil, 2013.

MOREIRA, J, S.V. **Reabilitação de Fachadas de Edifícios Antigos do Porto**. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Engenharia do Porto. Mestrado em Engenharia Civil, Portugal, 2016.

PRIBERAM. **Dicionário online da Língua Portuguesa**. Acessado em 03.02.2018. Disponível em:< <https://www.priberam.pt/dlpo>>.

OLIVEIRA, M.M. **Tecnologia da conservação e da restauração - materiais e estruturas: um roteiro de estudos** [online]. Salvador: EDUFBA, 2011.

OLIVEIRA, M.M. **Terra. Notas de Aula**. Universidade Federal da Bahia Salvador, Brasil, 2018.

OLIVEIRA, D.M; SILVA,Y.C.S; NUNES,S.L.S; ANDRADE,E.F; VIANA,C.H.L; SANTOS DOS ,H.C. Análise das Manifestações Patológicas nas Torres Sineiras da Igreja de São Benedito – TERESINA –PI. XIII **Congresso Internacional sobre Patologias e Reabilitação de Estruturas**. Ceará; Volume. V, p. 5-21, 2017.

QUERUZ, F. **Contribuição para Identificação dos Principais Agentes e Mecanismos de Degradação em Edificações da Vila Belga**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Preservação Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do sul, 2007.

REIS FILHO, Nestor Goulart. **Quadro da arquitetura no Brasil**. 8a ed., São Paulo: Perspectiva, 1997.

RODRIGUEZ,N.P. **Caracterização das Argamassas Históricas da Ruína de São Miguel Arcanjo/RS**. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, Rio Grande do Sul, 2013.

RODRIGUEZ,P.F. **A Problemática dos Revestimentos de Paredes em Construções de Terra Crua**. Jornada sobre Construções com Terra Adivivada. A Terra como Material de Construção de Edifícios. Lisboa, IST, FunDEC, Março 1999.

SANTIAGO,C.S. **Argamassas Tradicionais de Cal**. Livro Técnico. Universidade Federal da Bahia. BRASIL, 2007.

Santos, M.P. **Desenho Arquitetônico das Fachadas da Faculdade de São Lázaro**. Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil, 2005.

SILVA, A., **Previsão da vida útil de revestimentos de pedra natural de paredes**. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, 2009.

Silva, A; Brito, J. Gaspar, P.L. **Modelo de previsão da vida útil de revestimentos de pedra natural de paredes (fixados diretamente ao suporte)**. Instituto Superior Técnico de Portugal. Departamento de Engenharia Civil. Portugal, 2011.

- SILVA, J,M,B., **Estudo da durabilidade do revestimento de paredes exteriores**. Dissertação de Mestrado. Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Faculdade do Porto, Portugal, 2013.
- SILVA,N.B. **Avaliação Quantitativa da Degradação e Vida útil de Revestimentos de Fachada** – Aplicação ao caso de Brasília/df. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Brasília, 2014.
- SHOHET, I. M.; ROSENFELD, Y.; PUTERMAN, M.; GILBOA, E. Deterioration patterns for maintenance management – a methodological approach. **Durability of Building Materials and Components. Institute for Research in Construction**, Ottawa, Canada, 1999.
- SHOHET, I.M. and M. Paciuk, Service life prediction of exterior cladding components understandard conditions. **Construction Management and Economics**, 2004.
- Santos,M.P. **Desenho Arquitetônico das Fachadas da Faculdade de São Lázaro da Universidade Federal da Bahia**. SALVADOR, 2005.
- SOUZA. V; PEREIRA,F.D; BRITO,J. **Rebocos Tradicionais: Principais Causas de Degradação**. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Portugal, 2005.
- SOUZA, R., **Previsão da vida útil dos revestimentos cerâmicos aderentes em fachada**. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico. Portugal, 2008.
- SOUZA, S,H,M. **Avaliação do desempenho Térmico nos Microclimas das Praças: Piedade e Visconde de Cayrú – Salvador**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Salvador, Brasil, 2010.
- TAVARES, S; COSTA.,A; VARUM,A. **Manual de Reabilitação e Manutenção de Edifícios. Guia de intervenção**. Portugal, Junho, 2011.
- Taguchi, M.K., **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2010.
- TELES, C,D,M. **Inspeção de Fachadas Históricas: levantamento de Materiais e danos de Argamassa**. Tese Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Área de concentração em Estrutura, Urbanismo e Tecnologia. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Brasil, 2010.
- TINOCO,E.G. **Mapa de Danos e Recomendações Básicas**. V.43.Centro Avançado de Estudos para Conservação Integrada. Pernambuco, 2009.
- TIRELLO, R. A.; CORREA, R. Sistema normativo para mapas de danos de edifícios históricos aplicados à Lidgerwood Manufacturing Company de Campinas. **COLÓQUIO LATINOAMERICANO SOBRE RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO INDUSTRIAL**. Centro Universitário belas Artes de São Paulo. São Paulo, 2012.
- TREVISAN, R. **Patologias nas construções históricas**. Conservação e restauro: arquitetura brasileira. Rio de Janeiro: Ed. Rio, 2003.

VEIGA, R.M. **Conservação e Reparação de Revestimentos de Paredes de Edifícios Antigos**. Programa de Investigação e de Pós-Graduação elaborado no Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa, 2009.

VIEIRA, A. Andrade. **Influência dos detalhes arquitetônicos no estado de conservação das fachadas de edificações do patrimônio cultural do centro histórico de Porto Alegre: estudo de caso**. Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Brasil, 2005.

## APÊNDICE A – Cálculo dos Fatores de Danos

As tabelas contidas neste Apêndice apresentam o Fator de Danos das Fachadas das edificações.

### ➤ EDIFICAÇÃO A

Tabela A.1 Anomalias da Edificação A.

Anomalias	Norte	Sul	Leste	Oeste
Fissuras ao nível do revestimento	4,5	1,5	3,6	1
Sujidade , pichações	1,0	0,0	0,6	2
Fissuras diagonais de grande amplitude	0,0	0,0	0,0	0,0
Pulverulência do revestimento	2,0	2,00	0,16	0,0
Manchas escuras	10,0	7,50	35,74	1,35
Vegetação	1,0	0,0	1	0,0
Adição de Novos Materiais	0,0	0,0	0,0	0,0
Desligamento e destacamento generalizado do reboco	0,0	0,0	0,5	0,5
Fissuras transpassantes e sinal de desagregação grave.	0,0	0,0	0,0	1,5

Tabela A.2 Fator de Danos da Orientação Norte

Região	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
solo	10,74	13,00	175,39	0,061	0,25	0,015
topo	6,3	13,06	175,39	0,036	0,25	0,0089
entre as aberturas	0,0	0,0	175,39	6,3	6,3	6,3
Sacadas	0,0	13,36	175,39	0,0	0,0	0,0
T.pavimentos	0,0	3,26	175,39	6,3	6,3	6,3
cantos/extremidades	0,0	15,04	175,39	0,0	0,0	0,0

Tabela A.3 Fator de Danos da Orientação Sul

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	7,52	13,06	175,39	0,043	1,0	0,043
<b>Topo</b>	1,2	13,06	175,39	0,0068	1,0	0,0068
<b>Entre as aberturas</b>	0,6	177,72	175,39	0,0034	0,073	0,00025
<b>Sacadas</b>	0,0	0,	175,39	0,0	0,0	0,0
<b>T.pavimentos</b>	0,0	0,0	175,39	0,0	0,0	0,0
<b>Cantos/extremidades</b>	1,53	15,04	175,39	0,10	0,87	0,088

Tabela A.4 Fator de Danos da Orientação Leste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	2,61	8,63	115,89	0,023	0,25	0,0056
<b>Topo</b>	19,31	11,50	115,89	0,17	0,19	0,031
<b>Entre as aberturas</b>	7,8	100,80	115,89	0,067	0,021	0,0014
<b>Sacadas</b>	11,44	6,86	115,89	0,099	0,31	0,031
<b>T.pavimentos</b>	3,144	2,16	115,89	0,027	1	0,027
<b>Cantos/extremidades</b>	0,0	15,04	115,89	0,0	0,14	0,0
<b>TOTAL</b>	0,0	0,0	0,0	0,38	0,0	<b>0,10</b>

Tabela A.5 Fator de Danos da Orientação Oeste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>solo</b>	5,09	9,68	115,89	0,044	1,0	0,044
<b>topo</b>	0,00	15,50	115,59	0,0	0,62	0,0
<b>entre as aberturas</b>	3,0	56,21	115,59	0,026	0,17	0,0045
<b>Sacadas</b>	0,0	0,0	115,59	0,0	0,0	0,0
<b>T.pavimentos</b>	0,0	0,0	115,59	0,0	0,0	0,0
<b>cantos/extremidades</b>	0,0	12,48	115,59	0,0	0,76	0,0

## ➤ EDIFICAÇÃO B

Tabela A.6 Anomalias da edificação B.

Anomalias	Sul	Leste	Oeste
Fissuras ao nível do revestimento	2,52	1,0	1,0
Sujidade , pichações	0,0	0,0	3,36
Fissuras diagonais de grande amplitude	1,0	0,0	0,32
Pulverulência do revestimento	0,0	0,0	1,92
Manchas escuras	27,56	14,48	12,32
Fissuras transpassantes e sinal de desagregação grave.	0,0	0,0	1,0

Tabela A.7 Fator de Danos da orientação Sul

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
Solo	46,60	16,48	189,60	0,25	0,22	0,054
Topo	0,64	28,80	189,90	0,0034	0,13	0,00042
Entre as aberturas	8,68	168,30	189,90	0,045708	0,021	0,00097
Sacadas	3,84	3,68	189,90	0,020	0,98	0,020
T.pavimentos	0,0	3,60	189,90	<b>0,0</b>	1,0	0,0
Cantos/extremidades	0,0	12,64	189,90	<b>0,0</b>	0,28	0,0

Tabela A.8 Fator de Danos da orientação Leste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
Solo	39,75	16,80	195,30	0,20	0,16	0,033
Topo	0,00	10,50	195,30	0,00	0,26	0,00
Entre as aberturas	20,46	159,72	195,30	0,10	0,017	0,0018
Sacadas	0,00	5,04	195,30	0,00	0,54	0,00
T.pavimentos	0,096	2,73	195,30	0,00049	1,00	0,00
Cantos/extremidades	0,00	4,24	195,30	0,00	0,64	0,00

Tabela A.9 Fator de Danos da orientação Oeste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
Solo	16,80	16,80	187,95	0,089	0,50	0,045
Topo	1,28	8,40	187,95	0,0068	1,00	0,0068
entre as aberturas	6,13	157,81	187,95	0,033	0,053	0,0017
Sacadas	17,86	12,32	187,95	0,095	0,68	0,065
T.pavimentos	0,00	0,00	187,95	0,00	0,00	0,00
Cantos/extremidades	0,00	14,08	187,95	0,00	0,00	0,00

### ➤ EDIFICAÇÃO C

Tabela A.10 Danos da Edificação C

Anomalias	Norte	Sul	Leste	Oeste
Fissuras ao nível do revestimento	0,00	0,36	0,30	0,00
Sujidade, pichações	0,00	0,40	0,00	0,00
Fissuras diagonais de grande amplitude	14,00	0,00	0,12	0,00
Manchas escuras	28,75	18,00	14,48	23,27
Adição de Novos Materiais	0,00	0,00	0,00	0,30
Desligamento e destacamento generalizado do reboco	4,00	0,21	0,00	4,35

Tabela A.11 Fator de Danos da orientação Norte

Região	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
Solo	40,89	23,36	359,91	0,114	0,25	0,0284
Topo	1,46	14,6	359,91	0,004	0,40	0,0016
Paredes contínuas	0,00		359,91	0,000	0,00	0,0000
Entre as aberturas	25,96	105,73	359,91	0,072	0,055	0,0040
Sacadas	6,48		359,91	0,018		0,0000
T.pavimentos	1,3272	5,84	359,91	0,004	0,016	0,0001
Cantos/extremidades	2,56	5,83	359,91	0,007	1,0	0,0071
				<b>0,22</b>	0,00	<b>0,041</b>

Tabela A.12 Fator de Danos da orientação Sul

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	18,40	23,36	359,91	0,051	1,00	0,051123892
<b>Topo</b>	0,77	14,60	359,91	0,0021	1,60	0,003423078
<b>Entre as aberturas</b>	11,492	105,73	359,91	0,031	0,22	0,007054904
<b>Sacadas</b>	0,00	3,60	359,91	0,00	4,20	0,00
<b>T.pavimentos</b>	0,18	15,12	359,91	0,00049	0,00	0,00
<b>Cantos/extremidades</b>	5,84	0,00	359,91	0,016	0,00	0,00

Tabela A.13 Fator de Danos da orientação Leste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	11,34	12,64	185,76	0,061	0,21	0,013
<b>Topo</b>	0,16	10,54	185,76	0,00086	0,26	0,00022
<b>Entre as aberturas</b>	27,62	55,87	185,76	0,15	0,049	0,0073
<b>Sacadas</b>	0,00	5,04	185,76	0,00	0,54	0,00
<b>T.pavimentos</b>	0,10	2,73	185,76	0,0005	1,00	0,00052
<b>Cantos/extremidades</b>	0,00	4,24	185,76	0,00	0,64	0,00

Tabela A.14 Fator de Danos da orientação Oeste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	15,44	12,64	185,76	0,083	0,34	0,028
<b>Topo</b>	8,28	16,55	185,76	0,044	0,26	0,011
<b>Entre as aberturas</b>	4,20	55,87	185,76	0,023	0,076	0,0017
<b>Sacadas</b>	0,00	5,04	185,76	0,00	0,84	0,00
<b>T.pavimentos</b>	0,00	0,00	185,76	0,00	0,00	0,00
<b>cantos/extremidades</b>	0,00	4,24	185,76	0,00	1,00	0,00

## ➤ EDIFICAÇÃO D

Tabela A.15 Danos da Edificação D

Anomalias	Norte	Sul	Leste
Fissuras ao nível do revestimento	0,00	0,00	0,08
Sujidade, pichações	0,00	0,00	0,03
Pulverulência do revestimento	2,00	0,00	0,00
Manchas escuras	79,59	6,15	18,76
Vegetação	1,80	0,30	1,30
Adição de Novos Materiais	1,70	0,00	0,00
Desligamento e destacamento generalizado do reboco	0,50	0,00	0,30

Tabela A.16 Fator de Danos da orientação Norte

Região	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
Solo	31,53	25,52	304,65	0,103	0,621	0,0642
Topo	0,00	15,95	304,65	0,000	0,993	0,0000
Entre as aberturas	100,67	180,50	304,65	0,558	0,088	0,0489
Sacadas	0,00	0,00	304,65	0,000	0,00	0,0000
T.pavimentos	0,00	0,00	304,65	0,000	0,00	0,0000
Cantos/extremidades	1,12	15,84	304,65	0,071	1,000	0,071

Tabela A.17 Danos da Edificação Norte

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
Solo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
Topo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
Paredes contínuas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
Entre as aberturas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
Sacadas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
T.pavimentos	0,00	65,72	304,65	0,00	0,00	0,0000
Cantos/extremidades	7,072	15,84	0,00	0,45	1	0,4465

Tabela A.18 Fator de Danos da orientação Sul

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
T.pavimentos	0,00	65,72	304,65	1,00	1,00	0,0000
Cantos/extremidades	7,072	15,84	1,00	0,45	1,00	0,4465

Tabela A.19 Fator de Danos da orientação Leste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da reação	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
Solo	10,37	33,52	400,15	0,026	0,46	0,012
Topo	0,00	50,28	400,15	0,00	0,30	0,00
Entre as aberturas	1,675	139,43	400,15	0,0042	0,11	0,00046
Sacadas	4,71	25,70	400,15	0,012	0,59	0,0070
T.pavimentos	0,00	0,00	400,15	0,00	0,00	0,00
Cantos/extremidades	0,00	15,28	400,15	0,00	1,00	0,00

### ➤ EDIFICAÇÃO E

Tabela A.20 Danos da Edificação E

Anomalias	Norte	Sul	Leste	Oeste
Fissuras ao nível do revestimento	2,30	2,30	11,8	1,00
Sujidade , pichações	0,00	0,00	0,00	0,00
Fissuras diagonais de grande amplitude	10,00	0,00	16,0	0,00
Pulverulência do revestimento	0,00	0,00	0,00	0,00
Manchas escuras	140	182	38	1,00
Vegetação	42,0	0,00	250	1,00

Tabela A.21 Fator de Danos da orientação Norte

Região	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	76,0	70,18	369,71	0,206	0,176	0,0361
<b>Topo</b>	0,00	40,10	369,71	0,000	0,308	0,0000
<b>Entre as aberturas</b>	272,0	249,16	369,71	1,092	0,050	0,0540
<b>Sacadas</b>	0,00	0,00	369,71	0,000	0,00	0,0000
<b>T.pavimentos</b>	0,0	0,00	369,71	0,000	0,00	0,0000
<b>cantos/extremidades</b>	0,0	12,34	369,71	0,000	1,000	0,0000

Tabela A.22 Fator de Danos da orientação Sul

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	23,95	70,18	0,00	0,341265	0,175776575	0,059986449
<b>Topo</b>	0,00	30,08	165,33	0,00	0,410133653	0,00
<b>Entre as aberturas</b>	0,54	279,39	359,92	0,0015	0,044153334	0,00064
<b>Sacadas</b>	0,00	0,00	141,87	0,00	0,00	0,00
<b>T.pavimentos</b>	0,00	0,00	171,15	0,00	0,00	0,00
<b>Cantos/extremidades</b>	0,00	12,34	109,95	0,00	1,00	0,00

Tabela A.23 Fator de Danos da orientação Leste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	5,63	5,93	96,13	0,059	0,75	0,044
<b>Topo</b>	0,00	4,45	96,13	0,00	0,00	0,00
<b>Entre as aberturas</b>	0,00	46,88	96,13	0,00	0,26	0,00
<b>Sacadas</b>	0,00	0,00	96,13	0,00	0,00	0,00
<b>T.pavimentos</b>	0,00	0,00	96,13	0,00	0,00	0,00
<b>Cantos/extremidades</b>	11,49	12,21	96,13	0,12	0,36	0,043

Tabela A.24 Fator de Danos da orientação Oeste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
Solo	27,26	10,11	96,13	0,28	0,75	0,21
Topo	0,00	7,58	96,13	0	1	0
Entre as aberturas	38,79	56,05	96,13	0,40	0,14	0,054
Sacadas	0,00	25,70	96,13	0,00	0,30	0,00
T.pavimentos	0,00	0,00	96,13	0,00	0,00	0,00
Cantos/extremidades	18,00	12,21	96,13	0,19	0,62	0,12

➤ **EDIFICAÇÃO F**

Tabela A.25 Danos da Edificação F

Anomalias	Norte	Sul	oeste	leste
Fissuras ao nível do revestimento	0,00	0,00	0,00	6,12
Pulverulência do revestimento	0,00	1,60	0,00	0,00
Manchas escuras	3,26	24,20	0,00	10,15
Vegetação	1,75	2,86	0,00	6,63
Adição de Novos Materiais	0,00	11,20	0,00	0,00
Destacamento do reboco	2,09	2,72	0,00	0,63

Tabela A.26 Fator de Danos da orientação Sul

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
Solo	0,00	9,74	141,87	0	0,22	0,00
Topo	0,00	10,75	141,87	0	0,20	0,00
entre as aberturas	5,84	121,00	141,87	0,041	0,017	0,00072
Sacadas	5,61	2,11	141,87	0,040	1,00	0,040
T.pavimentos	0,00	0,00	141,87	0,00	1,00	0,00
Cantos/extremidades	0,00	16,56	141,87	0,00	1,00	0,00

Tabela A.27 Fator de Danos da orientação Oeste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
Solo	7,90	10,96	143,55	0,055	0,19	0,010
Topo	2,76	6,86	143,55	0,019	0,30	0,0058
Entre as aberturas	3,38	112,38	143,55	0,024	0,018	0,00043
Sacadas	0,00	2,70	143,55	0,00	0,76	0,00
T.pavimentos	4,76	2,06	143,55	0,033	1,00	0,033
Cantos/extremidades	0,00	14,67	143,55	0,00	0,00	0,00

### ➤ EDIFICAÇÃO G

Tabela A.28 Danos da Edificação G

Anomalias	Norte	Sul	Leste	Oeste
Fissuras ao nível do revestimento	2,31	2,31	11,79	0,02
Sujidade, pichações	0,00	0,00	0,00	0,00
Fissuras diagonais de grande amplitude	10,00	0,00	16,17	0,00
Pulverulência do revestimento	0,00	0,00	0,00	0,00
Manchas escuras	139,99	181,15	37,35	0,82
Vegetação	42,35		249,91	0,16

Tabela A.29 Fator de Danos da orientação Norte

Solo	33,47	24,84	171,15	0,20	0,71	0,14
Topo	53,8	86,48	171,15	0,31	0,20	0,065
Entre as aberturas	105,07	255,41	171,15	0,61	0,070	0,043
Sacadas	0,00	0,00	171,15	0,00	0,00	0,00
T.pavimentos	0,00	0,00	171,15	0,00	0,00	0,00
Cantos/extremidades	0,00	17,76	171,15	0,00	1,00	0,00

Tabela A.30 Fator de Danos da orientação Sul

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	88,47	24,84	171,15	0,52	1,00	0,52
<b>Topo</b>	28,5	86,48	171,15	0,17	0,29	0,048
<b>Entre as aberturas</b>	93,73	255,41	171,15	0,55	0,097	0,053
<b>Sacadas</b>	0,00	0,00	171,15	0,00	0,00	0,00
<b>T.pavimentos</b>	0,00	0,00	171,15	0,00	0,00	0,00
<b>Cantos/extremidades</b>	0,0	0,00	171,15	0,00	0,00	0,00

Tabela A.31 Fator de Danos da orientação Leste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	19,73	23,79	322,04	0,06	1,0	0,061
<b>Topo</b>	0,00	48,17	322,04	0,00	0,49	0,0
<b>Entre as aberturas</b>	46,88	256,78	322,04	0,15	0,093	0,013
<b>Sacadas</b>	0,00	9,79	322,04	0,00		0,0
<b>T.pavimentos</b>	0,00	0,00	322,04	0,00	0,0	0,0
<b>Cantos/extremidades</b>	0	17,78	322,04	0,00	0,0	0,0

Tabela A.32 Fator de Danos da orientação Oeste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>solo</b>	51,32	27,77	322,04	0,16	0,20	0,032
<b>topo</b>	0,20	28,43	322,04	0,00062	0,20	0,00012
<b>entre as aberturas</b>	250,97	104,82	322,04	0,78	0,053	0,042
<b>Sacadas</b>	5,62	5,62	322,04	0,017	1,0	0,017
<b>T.pavimentos</b>			322,04	0,00	1,0	0,00
<b>cantos/extremidades</b>	9,3312	15,55	322,04	0,029	0,36	0,010

➤ **EDIFICAÇÃO H**

Tabela A. 33 Danos da Edificação H

<b>Anomalias</b>	<b>Norte</b>	<b>Sul</b>	<b>Leste</b>
<b>Fissuras ao nível do revestimento</b>	0,00	0,00	6,12
<b>Pulverulência do revestimento</b>	0,00	1,60	0,00
<b>Manchas escuras</b>	3,26	24,20	10,15
<b>Vegetação</b>	1,75	2,86	6,63
<b>Adição de Novos Materiais</b>	0,00	11,20	0,00
<b>Destacamento do reboco</b>	2,09	2,72	0,63

Tabela A. 34 Fator de Danos da orientação Norte

<b>Região</b>	<b>An...(área da anomalia)</b>	<b>Área da região</b>	<b>Área da fachada</b>	<b>FD</b>	<b>Ccr</b>	<b>FDrc</b>
<b>Solo</b>	3,17	6,62	107,16	0,030	1,00	0,030
<b>Topo</b>	0,00	21,63	107,16	0,00	0,31	0,00
<b>Entre as aberturas</b>	3,93	16,12	107,16	0,037	0,41	0,015
<b>Sacadas</b>	0,00	0,00	107,16	0,00	0,00	0,00
<b>T.pavimentos</b>	0,00	0,00	107,16	0,00	0,00	0,00
<b>Cantos/extremidades</b>	0,00	27,40	107,16	0,00	0,24	0,00

Tabela A. 35 Fator de Danos da orientação Sul

<b>Manifestações patológicas</b>	<b>An...(área da anomalia)</b>	<b>Área da região</b>	<b>Área da fachada</b>	<b>FD</b>	<b>Ccr</b>	<b>FDrc</b>
<b>Solo</b>	2,64	13,06	109,95	0,024	0,40	0,0096
<b>Topo</b>	21,7	25,90	109,95	0,20	0,20	0,040
<b>Entre as aberturas</b>	27,86	10,80	109,95	0,25	0,49	0,12
<b>Sacadas</b>	8,11	5,25	109,95	0,074	0,00	0,33
<b>T.pavimentos</b>	0,00	0,00	109,95	0,00	0,00	0,00
<b>Cantos/extremidades</b>	6,66	8,28	109,95	0,061	0,64	0,038

Tabela A. 36 Fator de Danos da orientação Oeste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
Solo	6,54	8,32	114,72	0,057	0,16	0,0093
Topo	9,02	28,00	114,72	0,079	0,049	0,0038
Entre as aberturas	10,607	8,77	114,72	0,092	0,155	0,0143
Sacadas	0,42	1,36	114,72	0,0036	1,00	0,0036
T.pavimentos	0,00	0,00	114,72	0,00	0,00	0,00
Cantos/extremidades	0,00	0,00	114,72	0,00	0,00	0,00

## ➤ EDIFICAÇÃO I

Tabela A. 37 Anomalias da Edificação I

Anomalias	Norte	Sul	Leste	Oeste
Fissuras ao nível do revestimento	0,00	0,00	0,00	0,78
Sujidade, pichações	16,31	48,76	0,60	3,56
Pulverulência do revestimento	0,00	0,00	0,00	0,63
Manchas escuras	122,67	29,43	29,85	46,27
Vegetação	0,00	4,50	0,00	0,50
Adição de Novos Materiais	70,15	0,00	0,00	0,00
Desligamento e destacamento generalizado do reboco	0,00	2,85	0,00	5,17
Fissuras transpassantes e sinal de desagregação grave.	0,00	0,54	0,00	0,00

Tabela A. 38 Fator de Danos da orientação Norte

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
Solo	0,00	35,89	275,10	0,00	0,00	0,00
Topo	106,04	26,92	275,1	0,39	0,5	0,19
Entre as aberturas	0,00	0,00	275,1	0,00	0,00	0,00
Sacadas	0,00	0,00	275,1	0,00	0,00	0,00
T.pavimentos	6,73	13,46	275,1	0,02	1	0,02
Cantos/extremidades	15,50	14,69	275,1	0,06	0,92	0,05

Tabela A. 39 Fator de Danos da orientação Sul

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	40,66	35,89	275,10	0,15	0,19	0,03
<b>Topo</b>	2,00	26,92	275,10	0,01	0,25	0,00
<b>Entre as aberturas</b>	0,00	129,57	275,10	0,00	0,05	0,00
<b>Sacadas</b>	37,79	10,64	275,10	0,14	0,63	0,09
<b>T.Pavimentos</b>	0,00	6,73	275,10	0,00	1,00	0,00
<b>Cantos/extremidades</b>	0,00	0,00	275,10	0,00	0,00	0,00

Tabela A. 40 Fator de Danos da orientação Leste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	8,703	37,656	269,352	0,032	0,085	0,003
<b>Topo</b>	7,425	28,242	269,350	0,028	0,113	0,003
<b>Paredes contínuas</b>	0,000		269,350	0,000	0,000	0,000
<b>Entre as aberturas</b>	5,660	389,574	269,350	0,021	0,008	0,000
<b>Sacadas</b>	0,000	3,192	269,350	0,000	1,000	0,000
<b>T.pavimentos</b>	0,000	14,121	269,350	0,000	0,226	0,000
<b>Cantos/extremidades</b>	0,000	14,720	269,350	0,000	0,217	0,000

Tabela A. 41 Fator de Danos da orientação Oeste

Manifestações patológicas	An.(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	23,580	37,656	269,352	0,088	0,122	0,011
<b>Topo</b>	15,473	28,242	269,350	0,057	0,163	0,009
<b>Entre as aberturas</b>	44,708	393,484	269,350	0,166	0,012	0,002
<b>Sacadas</b>	28,154	23,352	269,350	0,105	0,197	0,021
<b>T.pavimentos</b>	0,000	4,610	269,350	0,000	1,000	0,000
<b>Cantos/extremidades</b>	0,585	14,720	269,350	0,002	0,313	0,001

➤ **EDIFICAÇÃO J**

Tabela A. 42 Anomalias da Edificação J

<b>Anomalias</b>	<b>Norte</b>	<b>Sul</b>	<b>Leste</b>	<b>Oeste</b>
<b>Fissuras ao nível do revestimento</b>	3,60	1,69	0,00	0,50
<b>Sujidade, pichações</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Fissuras diagonais de grande amplitude</b>	0,00	0,16	0,00	0,00
<b>Pulverulência do revestimento</b>	22,89	0,00	0,00	16,88
<b>Manchas escuras</b>	12,32	78,71	15,97	22,07
<b>Vegetação</b>	7,00	2,00	6,50	22,07
<b>Adição de Novos Materiais</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Desligamento e destacamento generalizado do reboco</b>	3,52	1,60	0,76	3,30
<b>Fissuras transpassantes e sinal de desagregação grave.</b>	3,60	0,00	0,00	0,00

Tabela A. 43 Fator de Danos da orientação Norte

<b>Manifestações patológicas</b>	<b>An.(área da anomalia)</b>	<b>Área da região</b>	<b>Área da fachada</b>	<b>FD</b>	<b>Ccr</b>	<b>FDrc</b>
<b>Topo</b>	35,40	28,50	142,38	0,25	0,10	0,02
<b>Entre as aberturas</b>	97,75	78,64	142,38	0,69	0,04	0,02
<b>Sacadas</b>	0,00	0,00	142,38	0,00	0,00	0,00
<b>T.pavimentos</b>	6,12	2,81	142,38	0,04	1,00	0,04
<b>Cantos/extremidades</b>	0,00	14,69	142,38	0,00	0,00	0,00

Tabela A. 44 Fator de Danos da orientação Sul

Manifestações patológicas	An.(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	6,72	9,84	359,91	0,02	1,00	0,02
<b>Topo</b>	36,55	28,50	147,85	0,25	0,35	0,09
<b>Entre as aberturas</b>	114,78	78,64	147,85	0,78	0,13	0,10
<b>Sacadas</b>	0,00	0,00	147,85	0,00	0,00	0,00
<b>T.pavimentos</b>	0,00	0,00	147,85	0,00	0,00	0,00

Tabela A. 45 Fator de Danos da orientação Leste

Manifestações patológicas	An.(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	2,772	16,112	197,680	0,014	0,286	0,004
<b>Topo</b>	22,490	14,530	197,680	0,114	0,317	0,036
<b>Entre as aberturas</b>	165,170	146,220	197,680	0,836	0,032	0,026
<b>Sacadas</b>	0,000	0,000	197,680	0,000		0,000
<b>T.pavimentos</b>	0,000	4,610	197,680	0,000	1,000	0,000
<b>Cantos/extremidades</b>	0,000	16,928	197,680	0,000	0,272	0,000

Tabela A. 46 Fator de Danos da orientação Oeste

Manifestações patológicas	An...(área da anomalia)	Área da região	Área da fachada	FD	Ccr	FDrc
<b>Solo</b>	12,54	16,11	199,00	0,06	0,29	0,02
<b>Topo</b>	37,86	14,53	199,00	0,19	0,32	0,06
<b>Entre as aberturas</b>	49,13	146,22	199,00	0,25	0,03	0,01
<b>Sacadas</b>	0,00	0,00	199,00	0,00		0,00
<b>T.pavimentos</b>	13,32	4,61	199,00	0,07	1,00	0,07
<b>Cantos/extremidades</b>	20,69	16,93	199,00	0,10	0,27	0,03

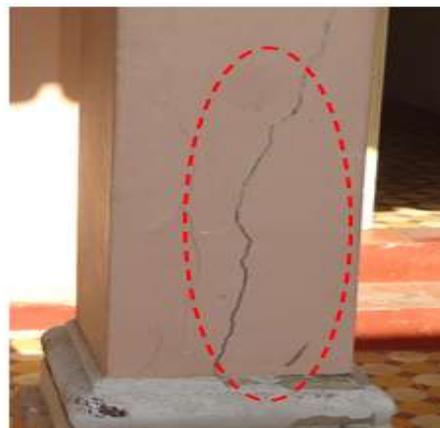
## APÊNDICE B – Imagem de manifestações patológicas das fachadas

### ➤ Edificação A

Imagem B.1 (a) Manchas escuras; (b) Fissuras.



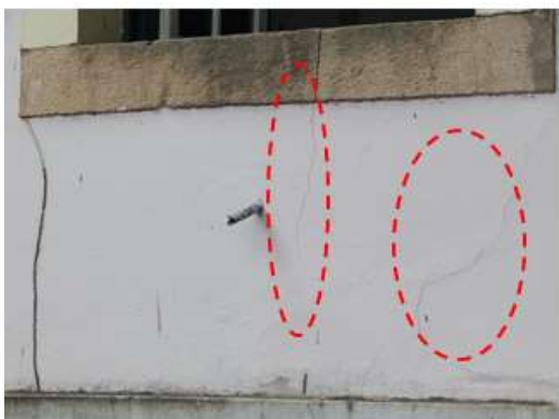
(a)



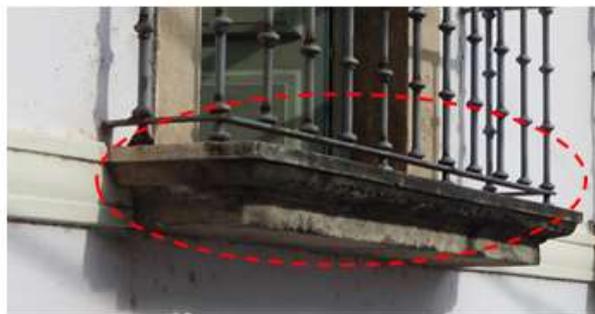
(b)

### ➤ Edificação B

Imagem B.2 (a) Fissuras; (b) Manchas escuras.



(a)



(b)

➤ Edificação C

Imagem B 3 Manifestações patológicas da edificação C. (a) Destacamento do revestimento, uso de material incompatível; em (b) Destacamento do revestimento.



(a)



(b)

➤ Edificação D

Imagem B.4 Manifestações patológicas da edificação D. (a) Destacamento do revestimento de pintura; (b) Destacamento da camada de reboco.



(a)



(b)

➤ Edificação E

Imagem B.5 (a) Fissuras; Em (b) Pichações.



(a)



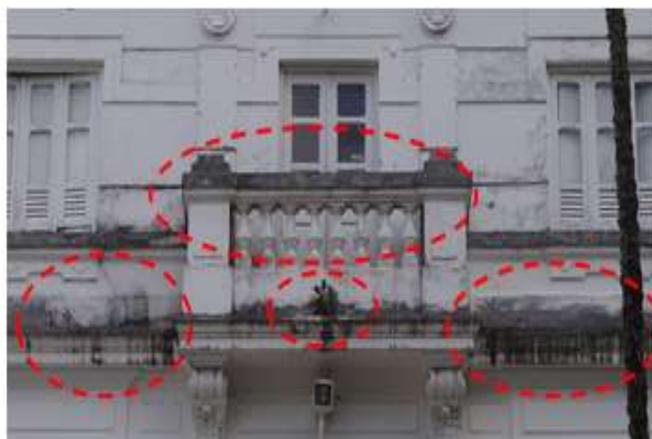
(b)

➤ Edificação F

Imagem B.6 a) Fissuras; (b) Manchas escuras, Crescimento de vegetação.



(a)



(b)

➤ Edificação G

Imagem B.7. (a) Destacamento do revestimento de pintura; (b) Manchas escuras, Crescimento de vegetação.



(a)



(b)

➤ Edificação H

Imagem B.8. (a) Destacamento do reboco, Manchas escuras; (b) Destacamento do reboco, Manchas escuras.



(a)



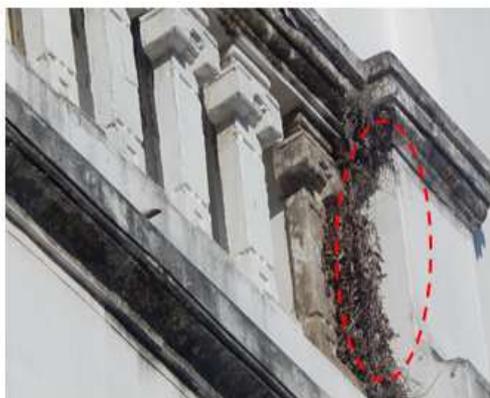
(b)

➤ Edificação I

Imagem B.9 (a) Destacamento do reboco; em (b) Crescimento de vegetação.



(a)



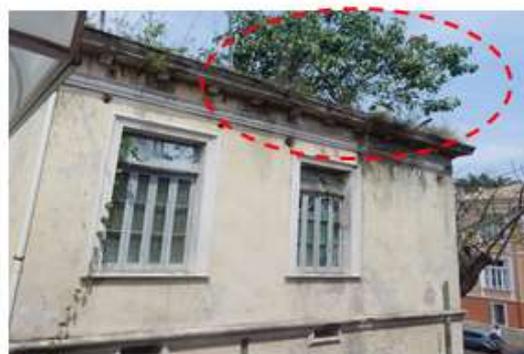
(b)

➤ Edificação J

Imagem B.10 (a) Destacamento do reboco; em (b) Crescimento de vegetação.



(a)



(b)