

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Arquitetura e Urbanismo**  
**Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**

**Dissertação**



**Uso de Indicadores Qualitativos e Quantitativos na Análise do Estado da  
Degradação das Fachadas de Edificações Históricas da Cidade de Pelotas/RS**

**Vitória Silveira da Costa**

**Pelotas, 2020**

**VITÓRIA SILVEIRA DA COSTA**

**Uso de Indicadores Qualitativos e Quantitativos na Análise do Estado da  
Degradação das Fachadas de Edificações Históricas da Cidade de Pelotas/RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, como requisito à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Profa. Dra. Ariela da Silva Torres

Coorientadora: Profa. Dra. Aline Montagna da Silveira

Pelotas, 2020

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

C837u Costa, Vitória Silveira da

Uso de indicadores qualitativos e quantitativos na análise do estado da degradação das fachadas de edificações históricas da cidade de Pelotas/RS / Vitória Silveira da Costa ; Ariela da Silva Torres, orientadora ; Aline Montagna da Silveira, coorientadora. — Pelotas, 2020.

150 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. Manifestações patológicas. 2. Conservação. 3. Patrimônio histórico. 4. Fachadas. I. Torres, Ariela da Silva, orient. II. Silveira, Aline Montagna da, coorient. III. Título.

CDD : 720

**Vitória Silveira da Costa**

**Uso de Indicadores Qualitativos e Quantitativos na Análise do Estado da Degradação das Fachadas de Edificações Históricas da Cidade de Pelotas/RS**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 14 de agosto de 2020.

Banca examinadora:

.....  
Profª. Dra. Ariela da Silva Torres (orientadora)

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....  
Profª. Dra. Aline Montagna da Silveira (coorientadora)

Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo

.....  
Profª. Dra. Ana Lúcia Costa de Oliveira

Doutora em Planejamento Urbano e Regional pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....  
Profª. Dra. Margarete Regina Freitas Gonçalves

Doutora em Engenharia, área de concentração Ciência dos Materiais, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....  
Profª. Dra. Rosilena Martins Peres

Doutora em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul



## **AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de fomento ao estudo. À Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PROGRAU) por possibilitarem a minha formação e a realização desta pesquisa.

À Profa. Dra. Ariela Torres, que ultrapassou o papel de orientadora. Obrigada pelos ensinamentos, carinho e dedicação despendidos na minha formação. És meu grande exemplo de profissional. À Profa. Dra. Aline Silveira pela coorientação, por aceitar embarcar neste estudo após a participação como banca de qualificação e pelas sugestões para o aprimoramento desta pesquisa. Ao Prof. Dr. Charlei Paliga pelo auxílio na etapa inicial desta pesquisa.

À Profa. Dra. Ana Lúcia de Oliveira, Profa. Dra. Margarete Gonçalves e Profa. Dra. Rosilena Peres pelo exemplo profissional e pela participação como banca examinadora deste trabalho.

Aos meus colegas do grupo NEPAMAT, pelo apoio durante essa trajetória. Agradeço em especial à Francielli Pinz e Rafaela de Souza pelo auxílio na parte inicial de levantamento e a Tais Brandelli pela colaboração com o empréstimo do equipamento fotográfico.

À DaniLu pela minha formação como arquiteta e por continuarem mesmo que distantes acompanhando a minha caminhada acadêmica. Muito obrigado pela parceria e amizade de sempre.

Ao meu namorado, melhor amigo e companheiro Diogo Novo pela parceria de amor e vida. Por ser incansável nas tuas contribuições afetuosas, e pelo teu otimismo inabalável que tanto me ensina. Por me fazer crescer a cada dia mais e acreditar na minha capacidade.

Aos meus pais, José Luís Costa e Inezita Costa por incentivarem desde sempre a alcançar meus sonhos e sempre estarem presentes em todos os momentos da minha vida. Sou eternamente grata por todo o amor. Ao meu irmão Inácio Costa por ser a minha outra metade. À minha irmã Bruna Bório pelas palavras doces e o olhar zeloso. Obrigada por serem meus maiores exemplos.

Obrigada a todos que de alguma forma contribuíram para construção dessa pesquisa.

## RESUMO

COSTA, Vitória Silveira da. **Uso de Indicadores Qualitativos e Quantitativos na Análise do Estado da Degradação das Fachadas de Edificações Históricas da Cidade de Pelotas/RS**. 2020. 150 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

A preservação do patrimônio vem ao encontro da valorização das memórias culturais. O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) possui 88 conjuntos urbanos sob proteção. Dentre as áreas acauteladas, 13 cidades estão localizadas na região Sul do país, e destaca-se Pelotas como área protegida. Nessa cidade têm-se dois núcleos importantes para formação histórico-cultural da cidade: um às margens do Arroio Pelotas e outro no centro histórico. No centro histórico localizam-se o maior número de edificações de valor cultural, sendo de extrema importância a salvaguarda da história da construção e da identidade cultural por meio da preservação do patrimônio. Ao longo da vida dos edifícios devem existir preocupações de manutenção e reabilitação, sendo as fachadas um dos componentes que demanda maiores cuidados, pois se encontram mais expostas aos mecanismos de degradação. No caso das edificações que compõem o patrimônio histórico, estas possuem características próprias em comparação com as edificações atuais. No âmbito das manifestações patológicas, as anomalias algumas vezes são causadas por uma série de fatores específicos, originadas pelas singularidades encontradas neste tipo de edificação. Nessa dissertação foram aplicados indicadores qualitativos e quantitativos – mapa de danos, Método de Mensuração da Degradação (MMD) e do Índice de performance do elemento (Ip) - para verificação do estado de conservação das fachadas de edificações de nível de preservação 2 e inseridos na Zonas de Preservação do Patrimônio Cultural (ZPPC) 1 – Sítio do 1º Loteamento. Foram propostos níveis de degradação para os imóveis integrantes do Inventário da cidade de Pelotas. A metodologia empregada foi dividida: processo de seleção dos objetos de estudo para aplicação dos métodos, levantamento dos objetos de estudo e aplicação e adaptação dos métodos para mensuração da degradação. Acerca dos resultados obtidos destaca-se as manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra como manifestação patológica mais recorrente. Não foi possível correlacionar o surgimento de danos com a orientação solar em nenhum dos métodos. Referente ao estado de conservação das fachadas, através do cálculo da média de danos entre os métodos, teve-se uma representação mais fiel dos danos, uma vez que os valores se tornam equilibrados. Apenas 8,7% das fachadas apresentou elevados níveis de degradação (em decadência), indicando um bom estado de conservação. Não foi possível observar diferença do nível de degradação frente a orientação solar, todas as orientações apresentaram predominância de fachadas classificadas entre ótimo, bom e regular.

**Palavras-chave:** manifestações patológicas; conservação; patrimônio histórico; fachadas.

## ABSTRACT

COSTA, Vitória Silveira da. **Use of Qualitative and Quantitative Indicators in the Analysis of the State of Degradation of the Facades of Historic Buildings in the City of Pelotas / RS.** 2020. 150 f. Dissertation (master's in architecture and urbanism) - Post-Graduate Program in Architecture and Urbanism, Faculty of Architecture and Urbanism, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2020.

The heritage preservation presents great importance with the cultural memories' valorization. National Historical and Artistic Heritage Institute (IPHAN) presented 88 urban complexes under its protection. Among protected areas, 13 cities are located in the south of Brazil, and Pelotas stands out as one of them. There are two important areas for Pelotas' historical and cultural formation: one is localized in Pelotas stream banks and another in the historic center. The largest number of cultural value buildings are located in the historic center. Heritage preservation is an important tool to safeguard building construction history and cultural identity. Thus, throughout buildings life, maintenance and rehabilitation concerns must be required, and the facades are one of the building components that require more care considering their constant degradation mechanisms exposure. Historical heritage buildings present their specific characteristics in comparison with current buildings. In the context of pathological manifestations, anomalies are sometimes caused by a series of specific factors, originated by the singularities founded in this type of building. In this dissertation, qualitative and quantitative indicators were applied - damage map, Degradation Measurement Method (MMD), and Element Performance Index (Ip) - to verify the conservation status of building facades localized in preservation level 2 and inserted in the Cultural Heritage Preservation Areas (ZPPC) 1 - Site of the 1st Allotment. Degradation levels were proposed for the Pelotas inventory heritage buildings. The methodology used was divided: a selection of studied objects process for methods application, a survey of the studied objects, and application and adaptation of the three degradation measurement methods. Regarding the results, the spots of mold, fungus, mold, and black crust stand out as the most recurrent pathological manifestation. The damage appearance correlation with solar orientation could not be performed. Regarding conservation facades state, a more accurate damage representation was established through the average damage calculation using the results obtained by three different methods; the values become balanced. Only 8.7% of the facades presented high degradation levels (in decadence) indicating good conservation state of the Pelotas inventory heritage buildings. A difference in the degradation level with solar orientation was not observed, and all solar orientations presented a predominance of facades classified between excellent, good, and regular.

**Keywords:** pathological manifestations; conservation; historical heritage; facades.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da AEIAC. ....	31
Figura 2: Elementos de composição fachada eclética - casa térrea. ....	34
Figura 3 : Fatores de degradação atuantes em fachadas. ....	38
Figura 4 : Ficha de Identificação de Danos da Fachada Sul da Igreja do Carmo. ....	48
Figura 5 : Mapa de danos da fachada frontal da Casa da Família Rodrigues, futura sede do Museu Dirceu Cardoso – Sítio Histórico de Muqui/ ES. ....	51
Figura 6 : Mapa de Danos - malha de sobreposição e divisão de regiões. ....	52
Figura 7 : Fluxograma da pesquisa. ....	63
Figura 8 : Fluxograma da definição da amostragem. ....	64
Figura 9 : Legenda das manifestações patológicas. ....	65
Figura 10 : Mapa de danos - Quadra 1.2 Voluntários da Pátria, 1515. ....	66
Figura 11 : Malha 0,50 m x 0,50 m. ....	67
Figura 12 : Malha 0,15 m x 0,15 m. ....	68
Figura 13 : Malha 0,05 m x 0,05 m. ....	68
Figura 14 : Sobreposição de malha para análise - Quadra 2.10 Rua Gonçalves Chaves, 817. ....	69
Figura 15 : Ajuste do mapa de danos para o MMD - Quadra 2.10 Rua Gonçalves Chaves, 817. ....	70
Figura 16 : Divisão da fachada em regiões - Quadra 2.10 Rua Gonçalves Chaves, 817. ....	71
Figura 17 : Danos nas regiões - Quadra 2.10 Rua Gonçalves Chaves, 817. ....	72
Figura 18 : Ajuste do mapa de danos para o Ip - Quadra 2.8 Rua Dr. Cassiano, 251. ....	74
Figura 19 : Localização das Zonas de Preservação do Patrimônio Cultural de Pelotas. ....	78
Figura 20 : Quadra 7.12 Avenida Bento Gonçalves, 3174. ....	79
Figura 21 : Mapa ZPPC 1 – Levantamento de campo. ....	80
Figura 22 : Mapa ZPPC 1 – Levantamento de campo - CQ. ....	81
Figura 23 : Imóvel Q 7.6 - Andrade Neves, 363. ....	82
Figura 24 : Imóvel Q 4.10 - Rua Gonçalves Chaves, 915. ....	82
Figura 25 : Gráfico do uso dos imóveis em estudo (359 imóveis). ....	84
Figura 26 : Quadra 1.3 Rua Voluntários, 1431. ....	84

Figura 27 : Quadra 6.2 Rua Santos Dumont, 479. ....	85
Figura 28 : Quadra 4.9 Rua Félix da Cunha, 857. ....	85
Figura 29 : Gráfico do número de pavimentos dos imóveis em estudo (359 imóveis). .....	86
Figura 30 : Quadra 1.8 Rua XV novembro, 664. ....	86
Figura 31 : Quadra 1.4 Rua Deodoro, 1312. ....	87
Figura 32 : Quadra 2.10 Rua Félix da Cunha, 821. ....	87
Figura 33 : Quadra 2.9 Rua Voluntários da Pátria, 746. ....	88
Figura 34 : Quadra 3.2 Rua Santos Dumont, 335. ....	88
Figura 35 : Gráfico do tipo de revestimento dos imóveis em estudo (359 imóveis). .	89
Figura 36 : Gráfico do tipo de manifestação patológica dos imóveis selecionados (157 imóveis). ....	90
Figura 37 : Tipo: comercial. ....	91
Figura 38 : Tipo: casa de porta e janela, casa de corredor lateral e casa de corredor central. ....	92
Figura 39 : Tipo: Casa de porta e janela em Pelotas/RS - Quadra 3.5 Rua Major Cícero, 403. ....	93
Figura 40 : Tipo: Casa de corredor lateral em Pelotas/RS - Q 2.8 – Rua Voluntários da Pátria, 810. ....	93
Figura 41 : Tipo: Casa de corredor central em Pelotas/RS - Q 7.11 – Rua Gonçalves Chaves, 2852. ....	94
Figura 42 : Quadra 3.8 Rua Dr. Cassiano, 254. ....	95
Figura 43 : Quadra 3.8 Rua Dr. Cassiano, 254 – Ajuste de perspectiva. ....	96
Figura 44 : Levantamento preliminar da fachada - Quadra 1.3 Rua Voluntários da Pátria, 1405. ....	97
Figura 45 : Levantamento final da fachada - Quadra 1.3 Rua Voluntários da Pátria, 1405. ....	97
Figura 46 : Quadra 2.8 Rua Dr. Cassiano, 251. ....	98
Figura 47 : Quadra 1.8 Rua Padre Anchieta, 2091. ....	99
Figura 48 : Quadra 6.4 Rua Marechal Deodoro, 1009. ....	99
Figura 49 : Ocorrência de manifestações patológicas - 69 fachadas – Mapa de danos. ....	100
Figura 50 : Fachada Quadra 3.7 Rua XV de Novembro, 769 - Base. ....	101
Figura 51 : Fachada Quadra 3.8 Rua Dr. Cassiano, 254 - Coroamento. ....	102

Figura 52 : Fachada Quadra 1.7 Rua Voluntários da Pátria, 1023- Coroamento....	103
Figura 53 : Fachada Quadra 5.10 Rua Miguel Barcellos, 614 - Base. ....	103
Figura 54 : Abrangência de danos por orientação solar - 69 fachadas – Mapa de danos. ....	104
Figura 55 : Ocorrência de manifestações patológicas – Mapa de Danos – Por orientação solar. ....	106
Figura 56 : Ocorrência de manifestações patológicas - 69 fachadas – MMD. ....	108
Figura 57 : Fator de danos total por orientação solar - 69 fachadas – MMD. ....	109
Figura 58 : Fator de dano manifestações patológicas – MMD – Por orientação solar. ....	111
Figura 59 : Fator de danos das regiões corrigido (FDrc) – MMD - 69 fachadas.....	112
Figura 60 : Fator de danos das regiões corrigido (FDRC) – MMD – Por orientação solar.....	114
Figura 61 : Ocorrência de manifestações patológicas - 69 fachadas – Ip.....	115
Figura 62 : Abrangência de danos por orientação solar - 69 fachadas – Ip. ....	116
Figura 63 : Ocorrência de manifestações patológicas – Ip – Por orientação solar..	118
Figura 64 : Ip por orientação solar - 69 fachadas – Ip. ....	119
Figura 65 : Classe de deterioração - 69 fachadas – Ip. ....	120
Figura 66 : Nível de degradação <i>versus</i> número de fachadas - 69 fachadas. ....	129
Figura 67 : Nível de degradação – Por orientação solar.....	130
Figura 68 : 6 fachadas – Nível de degradação: em decadência. ....	131
Figura 69 : Fachada Quadra 5.5 Rua Senador Mendonça, 114. ....	132
Figura 70 : Fachada Quadra 6.4 Rua General Argolo, 1216. ....	132
Figura 71 : Fachada Quadra 3.5 Rua Major Cícero, 403. ....	133
Figura 72 : Fachada Quadra 6.7 Rua Andrade Neves, 2540. ....	133
Figura 73 : Fachada Quadra 6.9 Rua Padre Anchieta, 2660. ....	134
Figura 74 : Fachada Quadra 6.10 Rua Gonçalves Chaves, 1021. ....	134

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 : Tabela de levantamento de campo Linha 1 – Q1.4. ....	83
Tabela 2 : Relação entre orientação solar e nº de fachadas dos objetos de estudo. ....	90
Tabela 3 : Abrangência de danos por orientação solar – Mapa de danos. ....	105
Tabela 4 : Fator de Danos Total médio por orientação solar – MMD.....	110
Tabela 5 : Abrangência de danos por orientação solar – Ip.....	117
Tabela 6 : Ip e classe de deterioração por orientação solar – Ip. ....	119
Tabela 7 : Comparação entre os métodos. ....	121
Tabela 8 : Mapa de danos – Quadra 3.5 – Rua Major Cicero, 405.....	121
Tabela 9 : MMD – Quadra 3.5 – Rua Major Cicero, 405.....	122
Tabela 10 : Ip – Quadra 3.5 – Rua Major Cicero, 405. ....	122
Tabela 11 : Mapa de danos – Quadra 6.10 – Rua Gonçalves Chaves, 1021. ....	123
Tabela 12 : MMD – Quadra 6.10 – Rua Gonçalves Chaves, 1021. ....	123
Tabela 13 : Ip – Quadra 6.10 – Rua Gonçalves Chaves, 1021.....	124
Tabela 14 : Mapa de danos – Quadra 4.12 – Rua Major Cicero, 62.....	124
Tabela 15 : MMD – Quadra 4.12 – Rua Major Cicero, 62.....	125
Tabela 16 : Ip – Quadra 4.12 – Rua Major Cicero, 62. ....	125
Tabela 17 : Fachadas - Fator de danos dos métodos e média dos métodos.....	126
Tabela 18 : Níveis de degradação.....	128

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classe de severidade.....	56
Quadro 2: Grau de danos.....	56
Quadro 3: Extensão dos danos.....	57
Quadro 4: Urgência de intervenção.....	57
Quadro 5: Classe de deterioração.....	58
Quadro 6: Urgência de intervenção adaptado.....	75



## LISTA DE EQUAÇÕES

$FD = Ad(n)At$ (Equação 1).....	53
$CCr = Ar(m)Ar(x)$ (Equação 2).....	54
$FDrc = (\Sigma ArnAt) \times CCr$ (Equação 3) .....	54
$Ip = \Sigma D = \Sigma Bix K1i \times K2i \times K3i \times K4i$ (Equação 4) .....	55
$Ip_g = 100 \times (\Sigma Def / \Sigma Dref)$ (Equação 5) .....	57

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEIAC	Áreas de Especial Interesse do Ambiente Cultural
BRE	<i>Building Research Establishment</i>
CCr	Coeficiente de Correção das regiões
COMPHIC	Conselho Municipal do Patrimônio Histórico e Cultural
CONCULT	Conselho Municipal de Cultura
CQ	Cadastro de Quarteirão
DAS	<i>Defect Action Sheet</i>
FAUrb	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
FD	Fator de Dano
FDr	Fator de Danos das regiões
FDrc	Fator de Danos das regiões corrigido
FDt	Fator de Dano Total
$\overline{FDt}$	Fator de Dano Total médio
FIB	<i>Fédération Internationale Du Béton</i>
FIDs	Ficha de Identificação de Danos
$I_p$	Índice de performance do elemento
$\overline{I_p}$	Índice de performance do elemento médio
IPg	Índice de performance global
Iphan	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
LEM/UnB	Laboratório de Ensaios de Materiais da Universidade de Brasília
MMD	Método de Mensuração de Degradação
NBR	Norma Brasileira
PRIJ	Programa de Revitalização Integrada de Jaguarão
PROGRAU	Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
SECULT	Secretaria Municipal da Cultura
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SIMPAC	Sistema Municipal de Preservação Cultural
SPHAN	Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
UCPel	Universidade Católica de Pelotas
UFPeI	Universidade Federal de Pelotas
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
ZPPC	Zonas de Preservação do Patrimônio Cultural

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução.....</b>	<b>18</b>
1.1    Objetivos.....	22
1.2    Delimitações da pesquisa .....	22
1.3    Estrutura da pesquisa.....	23
<b>2. Revisão Bibliográfica .....</b>	<b>24</b>
2.1    Patrimônio cultural .....	24
2.2    Pelotas e o patrimônio cultural .....	26
2.3    Fachadas ecléticas .....	33
2.3.1 Argamassas de Revestimento a Base de Cal .....	35
2.4    Manifestações patológicas em fachadas revestidas de argamassa .....	37
2.5    Manifestações patológicas em edificações do patrimônio cultural material.....	42
2.6    Métodos de levantamento de danos.....	46
2.6.1    Ficha de identificação de danos (FIDs).....	47
2.6.2    Mapa de danos.....	48
2.6.3    Método de Mensuração de Degradação.....	52
2.6.4    Índice de performance do elemento (Ip) e do conjunto (IPg) .....	54
2.6.5    Aplicabilidade do Método de Mensuração de Degradação (MMD) e do Índice de performance do elemento (Ip) ou do conjunto (IPg).....	58
<b>3. Desenvolvimento da pesquisa .....</b>	<b>62</b>
3.1.    Definição da amostragem.....	64
3.2.    Aplicação dos métodos de avaliação do estado de degradação das fachadas.....	65
3.3.    Análise dos resultados .....	75
<b>4. Definição da amostragem .....</b>	<b>77</b>
4.1.    Levantamento preliminar das fachadas .....	77

4.2. Levantamento final das fachadas .....	95
5. Resultados e Discussões .....	100
5.1. Mapa de danos das Fachadas Seleccionadas .....	100
5.2. Análise pelo Método de Mensuração da Degradação (MMD).....	107
5.3. Análise pelo Índice de Performance do Elemento (Ip) .....	115
5.4. Comparação entre os diferentes métodos de levantamento de danos.....	121
5.5. Criação de níveis de degradação.....	126
6. Conclusões .....	135
6.1. Sugestões para trabalhos futuros .....	137
Referências bibliográficas.....	138
Apêndice A – Fichas catalográficas das quadras.....	CD
Apêndice B – Mapa de danos das fachadas .....	CD
Apêndice C – Representação gráfica MMD .....	CD
Apêndice D – Representação gráfica Ip .....	CD

## 1. Introdução

A preservação do patrimônio cultural visa salvaguardar bens culturais – artefatos da cultura, do pensamento, do sentimento e da ação do homem – e, frequentemente, se depara com dilemas entre passado e futuro, uma vez que ao se eleger o que deve ser preservado como patrimônio, define-se também o que pode ser descartado. Esses dilemas refletem a consciência da temporalidade e das relações do homem com a sua história. A preservação do patrimônio cultural vem ao encontro da valorização das memórias culturais, através de ações comprometidas com a salvaguarda do patrimônio, com a reapropriação, restituição e reabilitação do próprio presente (SANTOS, GONÇALVES e BOJANOSKI, 2012; MEIRA, 2008).

O Brasil é o país pioneiro na América Latina em relação à formulação de uma legislação específica para a preservação do patrimônio cultural. Segundo o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), 88 conjuntos urbanos estão sob proteção do instituto (IPHAN, 2010; IPHAN, 2019). Dentre as cidades acauteladas, 13 cidades estão localizadas na região Sul do país, sendo 7 situadas no Rio Grande do Sul, incluindo Pelotas, objeto deste estudo. Apesar do IPHAN atuar e investir recursos na forma de obras de qualificação e por meio de parcerias com outras instituições municipais e estaduais, menos de 10% das áreas tombadas em nível nacional dispõe de normas eficientes capazes de nortear as intervenções nos conjuntos históricos (IPHAN, 2010, 2019).

Na cidade de Pelotas têm-se dois núcleos importantes para a formação histórico-cultural da cidade: um às margens do Arroio Pelotas, onde se encontram localizadas as charqueadas, e outro no centro histórico da cidade, onde se encontram os primeiros loteamentos urbanos. A preservação do patrimônio cultural de Pelotas é de extrema importância para a preservação da história da construção e da identidade cultural da cidade (ALMEIDA e BASTOS, 2006). A primeira manifestação oficial pelo Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN) em relação à preservação do patrimônio cultural de Pelotas ocorreu em 1955, com o tombamento federal do Obelisco Republicano no bairro do Areal (SCHLEE, 2008). Contudo, sem uma adequada política de preservação, o patrimônio pelotense continuou dependendo da iniciativa e mobilização da comunidade do município.

Posteriormente, o II Plano Diretor da cidade inseriu os primeiros conceitos de preservação em nível municipal, ao mesmo tempo que incentivou os processos de

verticalização que se confrontaram com a premissa de conservação do patrimônio, já que implantava um regime urbanístico que incentivava a ocupação e renovação do uso do solo para a área central, região de maior concentração de bens com valor histórico-cultural (ALMEIDA E BASTOS, 2006; RIBEIRO, 2013). Outra importante ferramenta de preservação na cidade de Pelotas ocorreu em 2000 com a criação de quatro Zonas de Preservação do Patrimônio Cultural (ZPPC) através da lei nº. 4.568 (RODRIGHIERO e OLIVEIRA, 2018). No ano de 2002, houve uma importante revisão no Código Tributário do município através da lei nº. 4.878 que previu a possibilidade de isenção de Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) aos imóveis integrantes do inventário (ALMEIDA e BASTOS, 2006).

Em 2018, o IPHAN conferiu o certificado de reconhecimento do Conjunto Histórico de Pelotas e das Tradições Doceiras da Região de Pelotas e Antiga Pelotas (Arroio do Padre, Capão do Leão, Morro Redondo, Turucu), como Patrimônio Cultural Brasileiro, inscrito pelo IPHAN em três livros do Tombo: Histórico; Belas Artes; e Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico. No município de Pelotas, há um intercruzamento de grupos multiculturais, resultado da imigração de europeus e da presença de escravos africanos e seus descendentes. Neste contexto, desenvolveu-se uma estreita vinculação entre o legado material e o imaterial. Na mesma data do tombamento do patrimônio material, o Conselho Consultivo do Patrimônio Cultural aprovou o registro do patrimônio imaterial das Tradições Doceiras da Região (IPHAN, 2018).

Uma característica particular do conjunto tombado é que, considerando o sistema municipal de patrimônio cultural estabelecido pelo III Plano Diretor de Pelotas (2008), tornou-se desnecessária a delimitação da poligonal de entorno da área tombada. O patrimônio protegido pelo IPHAN está totalmente inserido na ZPPC, o que assegura a preservação da vizinhança e ambiência dos bens tombados (IPHAN, 2020). Os setores de proteção correspondem às praças José Bonifácio, Coronel Pedro Osório, Piratinino de Almeida, Cipriano Barcelos e o Parque Dom Antônio Zattera, junto com a Charqueada São João e a Chácara da Baronesa. Esses bens apresentam valor histórico diretamente relacionado à, pelo menos, dois momentos de desenvolvimento econômico regional: o do charque (1800 a 1900) e o do início da industrialização (1900 a 1930) (IPHAN, 2018).

As cidades, os edifícios e as infraestruturas têm um ciclo de vida semelhante a um ser vivo, dado que são concebidos, construídos e ao longo da sua vida útil

envelhecem e degradam-se, tendo necessidade de cuidados de conservação, manutenção, reparo e de reabilitação para prevenir a sua degradação (RODRIGUES, 2008). Toda edificação sofre com a constante ação do tempo, tendo seus efeitos agravados por sua série de fatores, como a falta de manutenção, a manutenção equivocada ou pelo uso inadequado. Além dos impactos do tempo, a interação do edifício com o meio ambiente também provoca sua degradação (ACHIAMÉ e HAUTEQUESTT FILHO, 2017).

Ao longo da vida dos edifícios devem existir preocupações de manutenção e reabilitação, sendo as fachadas, um dos componentes que demanda maiores cuidados, uma vez que se encontram mais expostas aos mecanismos de degradação, além das conotações estéticas em vista da interação com o contexto das cidades e a primeira impressão visual de uma determinada construção. Os revestimentos de fachada, por sua vez, são elementos com funções definidas num edifício, dentre eles destaca-se: proteção, acabamento final e complemento das vedações (CHAVES, 2009).

O sistema de revestimento de fachada funciona como camada de proteção, estando sujeita à ação de agentes de degradação por ser uma das zonas mais expostas do edifício (CARVALHO, 2014). Os edifícios históricos que integram o patrimônio cultural material, assim como as construções convencionais, entram em processo de degradação, desta maneira, muitas vezes desenvolvem algum grau de dano. Considera-se dano, qualquer fenômeno que, ocorrendo fora de um período previsível, afete o desempenho do prédio, seja ele físico, econômico ou estético (AZEVEDO e GUERRA, 2009). Segundo Cincotto (1988), independentemente da idade da edificação, podem-se observar fenômenos prejudiciais aos elementos construtivos. Estudos apontam o revestimento de fachadas como a área com a maior incidência de danos, seguido das lesões na pintura - normalmente utilizada para proteger os revestimentos argamassados (TERRA, 2001).

A utilização de revestimento de argamassa em fachadas de edifícios é uma prática intensiva no Brasil, que remonta ao início da colonização do país (CRESCENCIO e BARROS, 2005). Em geral, as argamassas antigas apresentam características mais heterogêneas na sua constituição do que as produzidas atualmente, em razão de diversos aspectos como os desgastes de envelhecimento, presença de manifestações patológicas e alteração dos constituintes (KANAN, 2008; RODRIGUES, 2013).



Diversos estudos avaliando as fachadas das edificações históricas já foram desenvolvidos, tais como Vieira (2005), Müller (2010), Pasqualotto (2012), Pereira (2012), Guerra (2012), Klõšeiko e Kalamees (2016), Cadena (2016), Rocha *et al.* (2018), Barros (2019), Barreto (2019) e Santos (2019). Isso indica a preocupação do meio acadêmico em manter essas edificações e fornecer subsídios corretos para processos de intervenção, visto a dificuldade de entendimento dos materiais aplicados na época da construção.

Neste contexto, a busca por métodos de levantamento de danos, que regulamentassem, qualificassem e quantificassem, as alterações dos materiais constituintes das edificações, foi um dos pontos de partida para o desenvolvimento desta pesquisa. Algumas alternativas vêm sendo propostas para avaliar as manifestações patológicas em fachadas de prédios contemporâneos e podem se tornar alternativas para avaliar manifestações patológicas em fachadas de prédios históricos. Dentre as alternativas, pode-se mencionar o método de mensuração de degradação (MMD) e o índice de performance do elemento (Ip) ou do conjunto (IPg). Esses métodos baseiam-se em análises quantitativas para determinar o dano em fachadas e apresentam como principal vantagens a mensuração da degradação por fatores numéricos, não dependendo unicamente da acuidade visual. Além disso, é importante destacar os mapas de danos como significativo documento ilustrado o qual sintetiza informações a respeito do estado de degradação geral de um edifício, por meio de símbolos gráficos com os quais se representam informações relativas à quantidade e intensidade das manifestações patológicas. Diante disso, os métodos mencionados podem ser utilizados para avaliar os danos em fachadas de edificações históricas na cidade de Pelotas.

Levando-se em consideração os aspectos mencionados sobre a importância do conjunto de edificações de valor patrimonial existentes em Pelotas, os quesitos de preservação e da importância da salvaguarda desse patrimônio, faz-se necessário a investigação acerca das manifestações patológicas e do estado de degradação das fachadas das edificações históricas de valor cultural. Nesse contexto, o trabalho tem como hipótese o desenvolvimento de um método para mapeamento do estado de degradação das fachadas de edificações históricas de valor cultural como uma ferramenta ideal para auxiliar na manutenção e conservação das edificações inventariadas. Além disso, acredita-se que será possível propor aos usuários das

edificações o conhecimento dos seus poderes sobre o espaço arquitetônico e, principalmente, a responsabilidade com a preservação.

### **1.1 Objetivos**

Este trabalho tem como objetivo principal aplicar indicadores qualitativos e quantitativos para verificação do estado de conservação das fachadas de edificações de nível de preservação 2 e inseridos na ZPPC 1 – Sítio do 1º Loteamento. Visou-se criar níveis de degradação para os imóveis integrantes do Inventário da cidade de Pelotas.

De acordo com o objetivo principal, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a.** Demonstrar como o uso de indicadores quantitativos e qualitativos podem auxiliar na análise das manifestações patológicas em fachadas de edificações históricas;
- b.** Comparar a performance dos diferentes métodos de levantamento de danos;
- c.** Correlacionar o surgimento de manifestação patológica com a posição solar das fachadas em estudo;
- d.** Avaliar a influência das políticas públicas de preservação no estado de conservação das fachadas de edificações históricas.

### **1.2 Delimitações da pesquisa**

Com a finalidade de qualificar a pesquisa e aprofundar as análises restringiu-se a área de estudo a partir de delimitação espacial e temporal. Esta pesquisa se delimita ao estudo de caso de edificações térreas construídas no século XIX na cidade de Pelotas, sendo os imóveis selecionados incluídos na lista do Inventário do Patrimônio Cultural de Pelotas dispostos na ZZPC 1 da cidade, amparados pela Lei municipal nº 4.568/2000, juntamente com os decretos nº 4.490/2003 e nº 4.703/2004.

Outro fator de delimitação da pesquisa foram os níveis de preservação descritos no III Plano Diretor, optou-se por trabalhar com imóveis de nível 2, uma vez que este exemplares garante-se o direito à preservação de suas características

arquitetônicas externas, preservando assim de forma integral as fachadas públicas e a volumetria, podendo sofrer intervenções internas. Também será um fator limitante dessa pesquisa a avaliação apenas das fachadas dos imóveis, visto que este elemento permite ser analisado sem a necessidade de intromissão na residência dos moradores.

### **1.3 Estrutura da pesquisa**

A presente dissertação está estruturada em cinco capítulos, descritos a seguir:

Capítulo 1 – Introdução: identifica o contexto em que o trabalho está inserido, apresentando seus objetivos, hipótese, as delimitações da pesquisa e a estrutura da dissertação.

Capítulo 2 – Revisão bibliográfica: trata das questões que serão abordadas na dissertação, como patrimônio cultural, a cidade de Pelotas e as questões patrimoniais, manifestações patológicas em revestimento de argamassa e os métodos de levantamento de danos.

Capítulo 3 – Desenvolvimento da pesquisa: descreve as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa, detalhando o processo de aplicação e adaptação dos métodos para mensuração da degradação.

Capítulo 4 – Definição da amostragem: descreve o processo de seleção dos objetos de estudo para aplicação dos métodos, detalhando o processo de levantamento dos objetos de estudo.

Capítulo 5 – Resultados e Discussões: apresenta os resultados alcançados e discute as constatações.

Capítulo 6 – Conclusões: retoma as principais discussões desenvolvidas durante a pesquisa e, apresenta as conclusões alcançadas ao decorrer do trabalho.

Por fim, estão expostas as referências bibliográficas.

Os apêndices que complementam este estudo são apresentados via digital, através de um CD anexado a este trabalho.

## **2. Revisão Bibliográfica**

A revisão bibliográfica, com o intuito de apresentar temas relevantes para a pesquisa, abordará temáticas como: patrimônio cultural, a cidade de Pelotas e as questões patrimoniais, manifestações patológicas em revestimentos de argamassa e os métodos de levantamento de danos.

### **2.1 Patrimônio cultural**

O passado é transmitido ao longo das gerações através de discursos, objetos, sons, palavras, documentos e arquiteturas. A identificação desses vestígios faz a intermediação entre a presença e a ausência e serve como ferramenta de percepção do passado. No espaço urbano, o patrimônio cultural material exhibe uma ordem do tempo no espaço e da existência da sociedade (MEIRA, 2008). As edificações carregam memórias da própria construção e de uma época por meio de sua materialidade e espacialidade (OSTERKAM, 2015). Procurando manter a identidade de uma sociedade, a busca pela conservação do patrimônio cultural é fundamental. As edificações históricas são partes integrantes deste patrimônio, pois guardam evidências sobre a história construtiva da edificação, bem como métodos e materiais, o que é de suma importância para atender aos princípios de preservação desses bens (MENEZES, CABRAL e MARTINELLI, 2020). Neste contexto, a arquitetura é constituída de fatores tangíveis e intangíveis, sendo o ambiente construído herança e parte da história, constituindo-se patrimônio.

Um dos grandes desafios contemporâneos é ampliar os canais de participação social na identificação, seleção, conservação e gestão do patrimônio, levando em consideração as referências culturais da população (SANT'ANNA, 2017). No Brasil, possui-se um número significativo de bens que integram o patrimônio cultural espalhados por todo o país, abrangendo manifestações materiais e imateriais. No ano de 1937, através da promulgação do decreto-lei nº 25, foi estabelecida uma legislação específica sobre o tema, tornando o país pioneiro neste quesito na América Latina (IPHAN, 2010). Nesse momento, quando o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) foi criado, não havia no mundo ocidental nenhuma experiência conhecida de preservação de cidades ou de contextos urbanos mais complexos (SANT'ANNA, 2017).

É importante destacar que a preservação do patrimônio cultural no Brasil nasceu distante do conservadorismo, e nunca se contrapôs aos verdadeiros processos de desenvolvimento, apenas buscou divergir do crescimento desmedido, por vezes sendo taxada de restritiva. Contudo, nas últimas décadas, o controle sobre o crescimento desenfreado das áreas urbanas e a preservação do patrimônio não tem sido visto como contraponto ao desenvolvimento (IPHAN, 2010). O aumento da preocupação com a proteção e preservação do patrimônio cultural retrata a pretensão em se valorizar as memórias culturais. Esta ação deve ser compreendida mais do que uma salvaguarda ao patrimônio, mas como um trabalho de reapropriação, restituição e reabilitação do próprio presente, propondo melhorias na vida das cidades (SANTOS, GONÇALVES e BOJANOSKI, 2012).

O IPHAN baseia sua ação institucional dispondo da noção contemporânea sobre patrimônio, a qual pressupõe que a preservação qualifica espaços, confere valor, identifica cidades e lugares, tornando-se parte integrante dos atributos e dos potenciais de desenvolvimento dos países, das cidades, dos lugares e das sociedades (IPHAN, 2010). Segundo o IPHAN (2019), estão sob proteção do instituto 88 conjuntos urbanos, sendo 68 tombados<sup>1</sup>, 3 tombamentos provisórios, 14 rerratificações<sup>2</sup> e 1 tombamento emergencial. Nestas áreas, o IPHAN atua e investe recursos, tanto direta, na forma de obras de qualificação, quanto indireta por meio de parcerias com outras instituições municipais e estaduais. Dentre as cidades acauteladas pelo Instituto, pode-se destacar a presença de 13 cidades na região Sul do país, dentre elas 7 no Estado do Rio Grande do Sul: Vila de Santo Amaro do Sul - General Câmara, Jaguarão, Antônio Prado, Novo Hamburgo, Pelotas, Porto Alegre e Santa Tereza. Entretanto, cerca de 10% das áreas tombadas em nível nacional dispõe de normas eficientes capazes de nortear as intervenções nos conjuntos históricos, o que acarreta dificuldades de fiscalização e análise de projetos de intervenção. Soma-se a esse fato as especificidades e fragilidades dos municípios onde se localizam as áreas

---

<sup>1</sup> O tombamento é um ato administrativo realizado pelo Poder Público com o objetivo de preservar, por intermédio da aplicação de legislação específica, bens de valor histórico, cultural, arquitetônico, ambiental e também de valor afetivo para a população, impedindo que venham a ser destruídos ou descaracterizados. O Tombamento pode ser aplicado aos bens móveis e imóveis, de interesse cultural ou ambiental, quais sejam: fotografias, livros, mobiliários, utensílios, obras de arte, edifícios, ruas, praças, cidades, regiões, florestas, cascatas etc. Somente é aplicado aos bens materiais de interesse para a preservação da memória coletiva (SECULT, 2020).

<sup>2</sup> Ação de retificar em parte um contrato, uma certidão etc. e ratificar os demais termos não alterados (MICHAELIS, 2015).

protegidas, dos quais cerca de 50% tem menos de 50 mil habitantes não contendo quadros técnicos compatíveis com as demandas locais (IPHAN, 2010).

Nos sítios de valor patrimonial podem ocorrer diferentes fenômenos que interferem na preservação dos bens, como presença de períodos de crescimento econômico alternados com períodos de estagnação, ambos danosos para a preservação da cidade por motivos díspares. Nos momentos de crescimento, o setor da construção civil promoveu a perda de muitos exemplares arquitetônicos em vista das demolições realizadas com o objetivo da construção de novos edifícios. Por outro lado, em períodos de recessão, a falta de investimentos na manutenção dos bens acelerou os processos de deterioração, em alguns casos, levando os bens ao arruinamento (RIBEIRO, 2013).

## **2.2 Pelotas e o patrimônio cultural**

A cidade de Pelotas foi impulsionada pelo enriquecimento do período do charque, proporcionando investimentos dos grandes charqueadores em diversos setores da cidade, inclusive o da construção civil. O autor Mário Osório Magalhães evidencia que entre os muitos ganhos que o charque trouxe a Pelotas, as mudanças no espaço urbano foram os mais evidentes. Tem-se, portanto, a construção de edificações afastadas das charqueadas, em vista, principalmente, dos odores desagradáveis causados pela produção do charque. Os charqueadores tinham contato direto com os países da Europa. No período de 1779 aos primeiros decênios do século XX esses charqueadores passam a ter forte contato com a Europa e seus costumes, transformando, então, a cidade aos moldes do ecletismo europeu e sua Belle Époque (MAGALHÃES, 1993, 2011).

Em Pelotas é possível encontrar um dos maiores acervos nacionais no que diz respeito a arquitetura eclética, contendo prédios tombados e inventariados (PERES, 2001). A primeira manifestação oficial do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN<sup>3</sup>), em relação à preservação do patrimônio cultural de Pelotas

---

<sup>3</sup> O Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN) foi a primeira denominação do órgão federal de proteção ao patrimônio cultural brasileiro, hoje Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). O SPHAN, passou por várias mudanças administrativas, essas mudanças são explicitadas na publicação do IPHAN - Cadernos de pesquisa e documentação (2008). São apresentados os diversos nomes que a instituição teve conforme o redimensionamento de suas atribuições em decorrência das demandas sociais e das novas perspectivas sobre patrimônio: SPHAN: Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 1937-1946; DPHAN: Diretoria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 1946-1970; IPHAN: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico

ocorreu em 1955, com o tombamento federal do Obelisco Republicano - localizado no bairro Areal - em vista de se tratar do único monumento erguido ao ideal republicano durante a monarquia (SCHLEE, 2008). Em 1967 foi elaborado o I Plano Diretor, e na década de 70 as ações da comunidade compreendem as políticas relacionadas ao tombamento, em nível federal pelo SPHAN, do Teatro Sete de Abril e dos casarões de nº 2 (Casarão Barão de Butuí), nº 6 (Casarão Barão de São Luís) e nº 8 (Casarão Barão de Cacequi) (SCHLEE, 2008; RIBEIRO, 2013).

No início dos anos 80 foi aprovado o II Plano Diretor, sendo inseridos os primeiros conceitos de preservação em nível municipal. Apesar do novo plano diretor apresentar uma base teórica preservacionista, confronta-se com essa premissa de conservação do patrimônio ao implantar um regime urbanístico incentivador da ocupação e da renovação do uso do solo para a área central - região de grande concentração de bens com valor histórico-cultural (ALMEIDA E BASTOS, 2006). Em 1982, Pelotas desenvolveu a primeira lei em prol do patrimônio com base no decreto-lei nº 25 de 1937, instituindo o tombamento em nível municipal através da aprovação da lei nº 2.708/1982, que dispôs sobre a proteção do patrimônio histórico de Pelotas, regulamentando a proteção em esfera municipal e criando o Conselho Municipal do Patrimônio Histórico e Cultural (COMPHIC) (SCHLEE, 2008). O COMPHIC foi formado por profissionais de áreas multidisciplinares, e teve como premissa dar andamento as questões referentes ao patrimônio (RODRIGHIERO e OLIVEIRA, 2018). Tratava-se de um órgão colegiado de assessoramento vinculado ao prefeito, que tinha por objetivo cadastrar os bens cujas características ensejassem tombamento (RIBEIRO, 2013).

No ano seguinte foi aprovado o regimento interno do COMPHIC e realizado o Inventário do Patrimônio Arquitetônico e Urbano de Pelotas, numa entre a Prefeitura Municipal, a Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e o SPHAN. Durante os primeiros cinco anos de atuação do Conselho, foram adotados os conceitos internacionais de preservação, sendo privilegiados os imóveis com caráter de monumento arquitetônico. Foram tombados os seguintes bens: Mercado Público, Prefeitura Municipal, Clube Comercial, Grande Hotel, Conservatório de Música,

---

Nacional, 1970-1979; SPHAN: Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 1979-1981; SPHAN: Subsecretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 1981-1985; SPHAN: Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 1985-1990; IBPC: Instituto Brasileiro do Patrimônio Cultural, 1990-1994; IPHAN: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 1994-atual (IPHAN, 2008).

Instituto de Ciências Humanas (Escola Eliseu Maciel), Instituto de Letras e Artes (Antiga Escola de Belas Artes), Residência da Família Mendonça, Residência do Barão da Conceição, Solar da Baronesa e o Jockey Club (SCHLEE, 2008). Durante o período de atuação do COMPHIC, foram: analisados 10.000 prédios o que resultou em: 1.189 imóveis cadastrados no inventário; 236 tombados provisoriamente e 16 tombados definitivamente (SECULT, 2008).

Depois de um longo período de estagnação, no que se refere as questões preservacionistas, em 1996 foi instituída a lei municipal nº 4.093 - atualmente substituída pela lei nº 5.223/2006 - a qual cria outro órgão deliberativo, denominado Conselho Municipal de Cultura (CONCULT). O CONCULT se tornou órgão máximo sobre diversos aspectos, dentre eles, foi responsável pela consolidação e andamento nas questões patrimoniais (RIBEIRO, 2013; RODRIGHIERO e OLIVEIRA, 2018). Todavia, foi através de um movimento formado por membros da UFPel e técnicos do poder público que teve origem o Sistema Municipal de Preservação Cultural (SIMPAC), proposta que alavancou as políticas na cidade (RIBEIRO, 2013; RODRIGHIERO e OLIVEIRA, 2018). O sistema aborda diversas questões referentes ao patrimônio cultural de Pelotas, como formas de preservação, cadastro e classificação dos bens imóveis de interesse cultural, além dos incentivos, restrições e a avaliação do entorno para novas inserções (ALMEIDA E BASTOS, 2006).

O SIMPAC impulsionou a criação da lei nº 4.568/2000, com a finalidade de regulamentar o inventário e determinar as diretrizes de preservação para os imóveis inventariados. Pode-se destacar como contribuições da lei, a criação de quatro Zonas de Preservação do Patrimônio Cultural (ZPPC) as quais levam em consideração a formação da cidade (RODRIGHIERO e OLIVEIRA, 2018). Através do zoneamento é possível constatar que as ZPPC foram delimitadas seguindo o processo de formação e desenvolvimento urbano de Pelotas e representam os primeiros loteamentos executados na cidade, estando divididos em: o Sítio do 1º Loteamento (baseado na planta de 1815), o Sítio do 2º Loteamento (baseado na planta de 1835), o Sítio do Porto e o Sítio da Caieira (RIBEIRO, 2013). Em 2001, através da lei nº 4.767/2001 uma transformação político-administrativa no município resultou na criação da Secretaria Municipal da Cultura (SECULT), em que, consequentemente, houve uma ampliação técnica e administrativa do departamento de preservação que proporcionou um maior avanço no campo das políticas públicas (RODRIGHIERO, 2019).



Não obstante, outra importante contribuição em benefício da preservação do patrimônio cultural edificado foi o Programa Federal Monumenta, no qual a cidade passou a fazer parte em 2002. Cabe salientar, que Pelotas é uma das 26 cidades que participaram do programa e sua inclusão deve-se à representatividade histórica e cultural da cidade em nível federal. Este programa criou o Fundo Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico e Cultural da Cidade de Pelotas representando uma oportunidade ímpar para a preservação de áreas prioritárias do patrimônio histórico e artístico urbano (RIBEIRO, 2013; SECULT, 2008).

A lista de ações financiadas pelo Monumenta na cidade de Pelotas foi significativa, contemplando obras nos casarões em volta da Praça Coronel Pedro Osório tais como: Grande Hotel, casarão nº 2, Prefeitura Municipal, Fonte das Nereidas, entre outras das quais muitas só ficaram no papel, como o Teatro Sete de Abril. Foram ainda financiadas pelo Monumenta ações especiais como: qualificação profissional para ofícios de restauro, exposição Praça Coronel Pedro Osório, o inventário de referência cultural: doces de Pelotas, entre outros (RIBEIRO, 2013). O Manual de Usuário de Imóveis Inventariados está dentre as ações patrimoniais executadas na cidade com o financiamento do programa federal, tendo por objetivo informar e orientar os proprietários de imóveis preservados a conservar e manter a integridade do bem. Todos os proprietários que possuíam bens contemplados pela lei municipal nº 4.878/2002, receberam o manual assim que ele foi editado (RIBEIRO, 2013; RODRIGHIERO, 2019).

Dando continuidade às ações preservacionistas, em 2002, a revisão no Código Tributário do município previu a possibilidade de isenção de Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) aos imóveis integrantes do inventário, através da lei 4.878/2002 - atual lei 5.146/2005 (ALMEIDA E BASTOS, 2006). De acordo com as normas estabelecidas pelo órgão público responsável, os prédios, se devidamente conservados e preservados, estão isentos do pagamento do IPTU; nota-se que para concessão do benefício, os moradores devem cumprir as condições impostas pela lei, ou seja, manter o imóvel em condições de conservação desejáveis. Nesse sentido, o município renuncia à arrecadação para que tal receita seja revertida pelos moradores de casas inventariadas ou tombadas, em melhorias para a conservação dos seus imóveis. Esses imóveis estão em sua maioria compreendidos na ZPPC (RIBEIRO, 2013).

Atualmente, a isenção de IPTU é feita pelo *site* da Prefeitura, onde o proprietário solicita o requerimento que é avaliado pelo departamento. A avaliação, consiste na vistoria dos técnicos da SECULT no imóvel para analisar a situação e emitir um parecer técnico das melhorias que devem ser feitas para assegurar a preservação do bem. No primeiro momento, todo o proprietário que solicita a isenção tem direito ao benefício. No entanto, no ano seguinte, para a sua manutenção, é preciso atender os requisitos solicitados pelos técnicos (RODRIGHIERO, 2019). Durante os anos de 2005 e 2006, os técnicos da secretaria realizaram vistorias nos imóveis a fim de identificar o seu estado de conservação, bem como as descaracterizações presentes a fim de criar uma classificação. Essa vistoria teve como base a aplicação de fichas com pontuações que inserem os imóveis em quatro níveis de preservação, que foram publicados posteriormente em 2008 no III Plano Diretor, através da lei nº 5.502 (RODRIGHIERO, 2019).

Em 2008, foi decretada a lei nº 5.502, que instituiu o III Plano Diretor e que delimitou as Áreas de Especial Interesse do Ambiente Cultural (AEIAC) demarcadas no mapa ilustrado na Figura 1, sendo a área pertencente a ZPPC indicada em vermelho no mapa.



protegidas de forma integral. Os bens enquadrados neste nível não poderão, em hipótese alguma, serem destruídos, descaracterizados ou inutilizados, podendo vir a ser tombados.

- b.** Aos imóveis de **nível 2** garante-se o direito à preservação de suas características arquitetônicas externas, preservando assim de forma integral as fachadas públicas e a volumetria, podendo sofrer intervenções internas.
- c.** O **nível 3** é atribuído aos imóveis inventariados que são considerados importantes para a leitura de conjuntos arquitetônicos. Bens com este nível de proteção podem sofrer intervenções, desde que seja respeitada sua volumetria e a ambiência em vista de seu contexto urbano.
- d.** O **nível 4** inclui os imóveis componentes do patrimônio cultural cujas características não apresentam caráter de excepcionalidade, acompanhamento e complementaridade arquitetônica ou, encontram-se em tal grau de descaracterização que podem vir a ser substituídos sem acarretar maiores perdas ao patrimônio.

Três anos após a reestruturação do CONCULT (lei nº 5.223/2006), em 2009, foi instituído o Programa Municipal de Incentivo à Cultura, denominado PROCULTURA (lei nº 5.662), apresentando vínculo com a SECULT. A principal intenção deste programa foi proporcionar um incentivo aos projetos vinculados à cultura, possibilitando a sua expansão e execução. Tal incentivo é fornecido por meio de editais publicados anualmente e, conforme os projetos inscritos, a secretaria avalia e seleciona quais atendem os requisitos solicitados. Mediante um acordo entre a Universidade Católica de Pelotas (UCPel) e a SECULT, em 2017, foi feita uma vistoria nos imóveis inventariados, a fim de verificar a preservação, atualizar as inscrições inseridas no inventário e as classificações das fachadas (RODRIGHIERO, 2019).

## 2.3 Fachadas ecléticas

De acordo com as autoras Albernaz e Lima (1997, p. 247) o termo fachada é definido: “como cada uma das faces externas do edifício. O caráter da edificação é em grande parte devido às suas fachadas.” Além disso, caracterizam a fachada principal como a parte do edifício voltado para via pública com tratamento diferenciado e acessos principais. Quando o edifício possuir mais de uma fachada para via pública, elege-se como fachada principal a de acesso ao logradouro de maior importância. No caso das edificações históricas, utiliza-se também a nomenclatura frontaria ou frontispício.

Na cidade tradicional, a relação do edifício com o espaço urbano vai processar-se pela fachada. São as fachadas que expressam as características distributivas (programas, funções, organização), o tipo edificado, as características e linguagem arquitetônica (o estilo, a expressão estética, à época). A fachada obedece a leis de simetria, repetição, equilíbrio, hierarquia e a ênfase de alguns elementos mais significativos, dentre eles: porta principal, eixo de simetria e parte central (LAMAS, 2014).

Até o início do século XX, a fachada era parte do sistema de sustentação dos edifícios, o que explica sua espessura e o número e tamanho das suas aberturas. A fachada pré-moderna é essencialmente um muro com aberturas, predominando sempre o cheio sobre os vazios, isto é, a área das aberturas é sempre menor do que a de alvenaria. Além dessas características físicas, a fachada tradicional desempenhava um importante papel representativo: o edifício clássico é fundamentalmente uma caixa de alvenaria sobre a qual eram aplicados os elementos das ordens clássicas (MAHFUZ, 2009).

De acordo com o Programa de Revitalização Integrada de Jaguarão (PRIJ) (OLIVEIRA e SEIBT, 2005) e o Manual de Usuário de Imóveis Inventariados (2008), as fachadas são compostas, conforme a Figura 2, de coroamento, corpo e embasamento, e seguem analogias de composição e simetrias. O coroamento pode ser entendido com a parte superior da edificação, formada pela cobertura, cimalha e a platibanda, por outro lado o corpo corresponde a parte do meio da edificação - os pavimentos existentes - e, desta forma, é a parte da construção que se destaca verticalmente ou horizontalmente em todo prédio. O embasamento é a base do

edifício, também conhecido como soco e pode apresentar vãos, que no porão são aberturas chamadas de gateiras e servem de iluminação e ventilação.

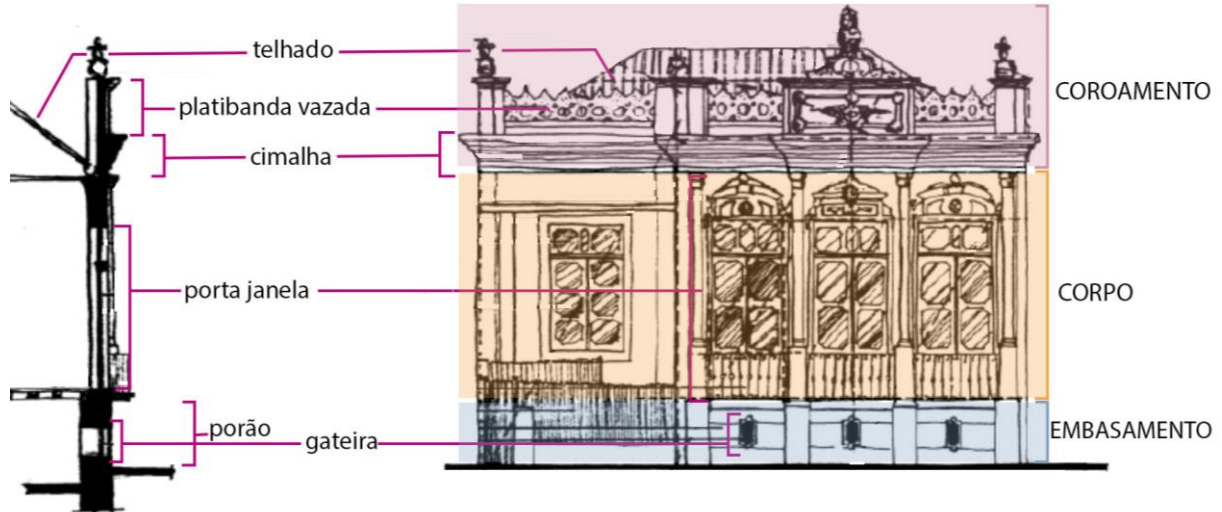


Figura 2: Elementos de composição fachada eclética - casa térrea.  
Fonte: Autora adaptado de OLIVEIRA e SEIBT, 2005.

Os revestimentos de fachada são elementos funcionais com papel definido num edifício, dentre eles destaca-se: proteção, acabamento e complemento das vedações. As funções de proteção estão associadas às exigências de durabilidade dos elementos estruturais, protegendo os elementos de vedação e a estrutura dos agentes agressivos do exterior. No que se refere ao cumprimento das funções de vedação, os revestimentos que compõem a fachada de um determinado edifício deverão possuir estanqueidade ao ar e água, proteção termo acústica, proteção contra a radiação solar e funções de segurança - contra a invasão e a ação do fogo (CHAVES, 2009).

Independente de qual tipo de revestimento irá compor a fachada, o primeiro componente do sistema é o substrato ou base. Além do substrato, outros fatores influenciam nas características do revestimento final, tais como: características da argamassa, espessura do revestimento, tratamento do substrato, detalhes construtivos para dissipação de tensões e descolamento da lâmina d'água. Assim, deve-se buscar com o revestimento de fachada, compatibilizar todas as variáveis que interferem no comportamento do revestimento, buscando sempre minimizar a ocorrência de problemas futuros (CARVALHO, 2014; CRESCENCIO e BARROS, 2005).

As fachadas de um edifício são os elementos que limitam, ao mesmo tempo, os espaços internos e o espaço externo possuindo, portanto, importante papel na configuração das paisagens ou espaços urbanos. Em especial, no caso das fachadas, tem-se a face das obras que recebe diretamente a ação dos agentes presentes no meio ambiente. Por definirem o espaço exterior e interior e por contribuírem mais do que qualquer outro elemento à imagem das paisagens urbanas, no imaginário coletivo da grande maioria das pessoas, as fachadas são o edifício (PETRUCCI, 2000, p. 2).

Os revestimentos de paredes, como a maioria dos materiais de construção, constituem uma estrutura de porosidade aberta que permite a introdução de elementos ou substâncias de natureza diversa no seu interior, através dos poros. Esta porosidade, associada à propriedade de higroscopicidade, faz com que determinado revestimento seja mais ou menos susceptível à ação de diversos agentes de degradação, tais como o ambiente, o clima e diversos agentes químicos, físicos ou biológicos (MAGALHÃES, 2002), sendo a utilização de revestimento de argamassa em fachadas de edifícios uma prática intensa no Brasil que remonta ao início da colonização (CRESCENCIO e BARROS, 2005).

### **2.3.1 Argamassas de Revestimento a Base de Cal**

Desde que a humanidade começou a construir estruturas para seu uso e benefício, começou a utilizar-se argamassas. As mais antigas evidências que se conhecem da utilização de argamassas de cal têm cerca de 12000 a 10000 anos: em Nevali Çori, na atual Turquia, onde foram encontrados restos de argamassas de cal em pavimentos (ROSA, 2016). O uso de argamassas na arquitetura foi realizado desde o tempo pré-histórico até os dias atuais. As argamassas de cal tiveram uma função muito importante na arquitetura romana. Os romanos usavam argamassas para fazer as paredes de sustentação além de rebocá-los para fins de proteção ou decorar sua superfície com pinturas (LEZZERINI et al., 2018).

As argamassas antigas ainda guardam evidências sobre a história construtiva do edifício, os métodos e os materiais. Devem, portanto, ser preservadas pelo maior tempo possível, como também usadas como parâmetros na definição das argamassas de reconstituição que serão empregadas para conservar e manter periodicamente o edifício histórico. Segundo Kanan (2008), os tipos de argamassas de cal mais frequentes são as argamassas de assentamento, as argamassas de revestimento

(proteção e sacrifício) e as argamassas decorativas. Quanto aos usos, as argamassas de assentamento auxiliam no preenchimento e assentamento das alvenarias, fundações, pisos e até mesmo coberturas, auxiliado na estabilidade e distribuição das cargas. As argamassas de revestimento (proteção e sacrifício) oferecem proteção contra as intempéries (chuva, vento, erosão, abrasão), sacrificando-se para proteger o substrato. As argamassas decorativas - estuques moldados, esculpidos e pintados - oferecem proteção e acabamento às superfícies e elementos arquitetônicos.

A norma NBR 7200 (ABNT, 1998) normatiza a execução dos revestimentos argamassados, definindo as espessuras das camadas de argamassa e o traço (expressão da proporção entre constituintes da argamassa) a ser utilizado. A preocupação em conhecer o traço de uma argamassa, ou seja, sua relação entre aglomerante e agregado, está vinculada as manifestações patológicas principalmente de obras históricas. As intervenções de conservação e restauração de edificações históricas requerem o conhecimento dos materiais constituintes, para que assim a reconstituição seja compatível com os elementos presentes. Nesse sentido, torna-se imprescindível estudar as características das argamassas antigas por meio de análises químicas e físicas (KANAN, 2008; RODRIGUES, 2013).

No Brasil, tem-se como principais aglomerantes o cimento Portland e a cal. A cal é o principal aglomerante usado nas construções com argamassas históricas. A areia quartzosa, originária de rios, cavas, britagem, resíduo, areia de praia ou dunas, erosão de rochas e sedimentação mineral, é o agregado mais utilizado na composição das argamassas (RODRIGUES, 2013). Segundo Kanan (2008), propriedades como textura, cor, porosidade e resistência mecânica são influenciados diretamente pela escolha do agregado, do qual deve se ter conhecimento sobre as características como: composição química e mineralógica (tipo de agregado), característica geométrica dos grãos (tamanho, cor, forma) e composição granulométrica (distribuição de grãos).

No caso das argamassas históricas, destaca-se os diferentes tipos de agregados (areias) e aditivos, estando os aditivos orgânicos presentes tanto nas argamassas de cal, quanto nas tintas à base de cal. Como compostos orgânicos, eram utilizados: polissacarídeos (mucilagem vegetal), proteínas (caseína do leite, clara de ovo), óleos animais (peixe etc.), vegetais (linhaça) e gorduras (sebo). A adição de fibras de vegetais (palha) e de animais (crina, estrume) era bastante comum para contribuir 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 (KANAN, 2008). Segundo Veiga (2018), as argamassas de cal são reconhecidas como as argamassas que oferecem maior compatibilidade com os edifícios antigos, cujas alvenarias e revestimentos tinham originalmente este material como base.

De maneira geral, as argamassas antigas apresentam características mais heterogêneas na sua constituição do que as produzidas atualmente, em razão de diversos aspectos como os desgastes de envelhecimento, presença de manifestações patológicas e alteração dos constituintes. Além disso, uma argamassa histórica com o passar dos anos sofre mudanças na sua microestrutura, devido à recristalização da calcita (carbonato de cálcio) formada durante a cura da argamassa, sendo que esse processo acaba por dificultar a determinação de sua composição (KANAN, 2008; RODRIGUES, 2013). Na conservação e reabilitação de edifícios, as argamassas de revestimento desempenham um papel essencial e, devido à sua exposição e atribuição de proteger o substrato, são os primeiros elementos do edifício no qual é perceptível a degradação (DAMAS, VEIGA e FARIA, 2016).

## **2.4 Manifestações patológicas em fachadas revestidas de argamassa**

O sistema de revestimento externo da edificação funciona como camada de proteção e contribui para o bom aspecto da obra. A fachada está sujeita à ação de agentes de degradação por ser uma das zonas mais expostas do edifício, com a presença de danos torna-se responsável por elevados custos de reparos (CARVALHO, 2014). Os edifícios convencionais - e os que integram o patrimônio cultural material - costumam apresentar alguma manifestação patológica. A degradação de fachadas conduz à necessidade de ações de reabilitação, visando a melhoria de sua aparência e desempenho funcional. Assim, faz-se necessário realizar avaliações do nível danos com a finalidade de estabelecer possíveis ações de reparo. A Figura 3 ilustra que existem fatores que agem de forma permanente sobre a fachada, demonstrando a constante ação de agentes externos.

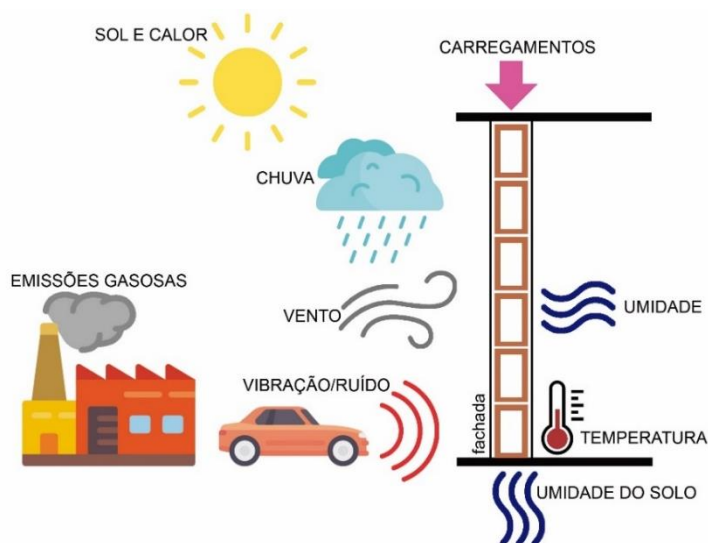


Figura 3 : Fatores de degradação atuantes em fachadas.  
Fonte: Adaptado de CARVALHO (2014).

Tondelo e Barth (2019) destacam que os sistemas construtivos que compõem as fachadas podem apresentar degradação mais acelerada que as partes protegidas do edifício, pois ficam diretamente expostos aos agentes ambientais. Além disso, a altura das edificações e a falta de inspeção são fatores determinantes para a aceleração da degradação das fachadas, uma vez que a altura cria locais de difícil acesso, demandando gastos com a locação de equipamentos e ferramentas para a realização de inspeções e manutenções.

Os elementos de vedação fazem parte de um ambiente com influência de diferentes variáveis externas (clima local) e internas (inerentes ao próprio material e a métodos executivos). Este contexto propicia o aparecimento de anomalias, muitas vezes de difícil definição de origens em virtude de os fatores não serem isolados e influenciarem de forma concomitante (TAGUCHI, 2010). Inúmeras manifestações patológicas afetam a envoltória dos edifícios. Os danos advêm da conjugação de vários fatores: evolução da tecnologia e de novos materiais não acompanhada pelos vários agentes do setor da construção, rapidez imposta na realização dos projetos, redução forçada do tempo de execução das obras, pouca preparação dos projetistas e da mão-de-obra, incompatibilidade das várias especialidades que compõem os projetos aliada à falta de pormenorização, ausência de um correto planejamento e existência de uma fiscalização pouco exigente (CHAVES, 2009).

Para Rodrigues (2008), a degradação das edificações também ocorre de forma natural por meio da ação do tempo e do uso, com interação entre o objeto físico e o meio ambiente. Esta situação começa em um estágio incipiente com danos ainda

pouco visíveis e, com a evolução do problema, parte-se para uma segunda etapa de rápida degradação, com sinais mais graves de falhas. Assim, é de crucial importância conhecer e classificar as manifestações patológicas. Segundo Pedro *et al.* (2002), a origem dos danos pode ser classificada em quatro tipos:

- a.** Congênitas - São responsáveis por grande parte das anomalias registradas em edificações. Originárias da fase de projeto em vista da inobservância das normas técnicas, além de erros e omissões dos profissionais, acarretando falhas no detalhamento e concepção inadequada dos revestimentos.
- b.** Construtivas - Relacionada à fase de execução da obra, resultante do emprego de mão-de-obra sem qualificação, produtos não certificados e ausência de metodologia para construção.
- c.** Adquiridas - Ocorrem durante a vida útil da edificação, sendo resultado da exposição ao meio em que se inserem - podendo ser naturais ou decorrentes da agressividade do meio. Além disso, destaca-se os danos de origem da ação humana e em função de manutenções e reparos inadequados.
- d.** Acidentais - Caracterizadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum. Dentre eles, incêndios, recalques estruturais, a ação da chuva com ventos de intensidade superior ao normal.

Os danos ocorrem devido a alguma causa ou causas concomitantes. O reconhecimento dessas causas, por uma investigação cuidadosa, é a base para o reparo, tendo como princípio universal que somente eliminando a causa resolve-se o problema (AZEVEDO e GUERRA, 2009). No que tange as fachadas, segundo Beasley (2014) existem alguns tipos de fachadas com características que as tornam mais suscetíveis a falhas. A compreensão destes aspectos se torna favorável aos projetistas e proprietários de edifícios para evitar e minimizar os danos. O autor enumera dez fatores de risco de falhas em fachadas:

- a. Consequência da falha: risco para pedestres;
- b. Suporte inadequado de excessos: risco de falha desproporcional, por exemplo incapacidade de redistribuir cargas após a perda de um ou mais suportes de fachada;
- c. Baixa tolerância à tensão: incapacidade dos materiais e estruturas da fachada resistirem as tensões;
- d. Má confiabilidade: incerteza do desempenho fachada;
- e. Durabilidade inadequada: insuficiente capacidade de resistência das estruturas e materiais;
- f. Difícil construtibilidade: dificuldade de execução sem erros em vista da falta de detalhamentos;
- g. Manutenção: necessidade de manutenções frequentes, além de onerosa e de difícil execução;
- h. Gestão inadequada da água: incapacidade de controlar a infiltração da água da chuva;
- i. Insuficiente desempenho higrotérmico: controle de vapor de água inadequado;
- j. Falha com ausência de sinais de alerta: falta de sintomas visíveis de falha.

O estudo realizado por Ioshimoto (1988) em conjuntos habitacionais de casas térreas construídas de alvenaria de tijolos, propõe uma classificação para as manifestações patológicas a partir das causas, com a subdivisão em: umidade, fissuras e trincas e descolamento do revestimento. Outros autores, tais como Al Alam (2016), Rodrigues (2016), Silva (2016), Zanoni (2015), Pereira (2012), Taguchi (2010) e Peres também utilizaram esta classificação.

Segundo o estudo desenvolvido por Terra (2001), na cidade de Pelotas, o revestimento mais utilizado em fachadas é o argamassado. Em relação as manifestações patológicas, os resultados encontrados pelo autor evidenciam que o tipo de lesão mais frequente são as manchas de sujeira ou vegetação parasitária, seguida de umidade ascensional, descolamento em placas e descoloração. Fissuras tipo mapeamento e verticais também apresentaram significativa incidência.

De acordo com Goldberg (1998), as manifestações patológicas podem ser classificadas em dois tipos: estéticas e funcionais. Os danos estéticos, em geral, não representam riscos para a estabilidade e segurança dos edifícios, prejudicando apenas a aparência da edificação, como, por exemplo, eflorescências e manchas. As manifestações patológicas funcionais são aquelas que afetam tanto a aparência, quanto a integridade dos componentes do edifício bem como a segurança dos usuários. Os destacamentos e as fissuras são exemplos de danos funcionais. As manifestações patológicas classificadas como funcionais podem ter origem a partir da evolução dos defeitos estéticos.

A umidade pode ser considerada a principal causa do surgimento de manifestações patológicas em fachadas, uma vez que é o elemento exterior que recebe as agressões físicas mais severas, dentre elas a água proveniente das chuvas. Desta maneira, a presença da umidade nas fachadas é a consequência da penetração de água do exterior, devido à estrutura porosa do material de revestimento presente na fachada e do seu coeficiente de absorção (CHAVES, 2009).

Al Alam (2016) destaca que os elementos causadores de umidade proporcionam o surgimento de várias manifestações patológicas, tais como eflorescência, fungos e descolamento com empolamento. Telles (2010) destaca que em muitos casos, a presença de alguma umidade faz parte da vida de edificações históricas pois a impermeabilização de fundações não era prática comum nos métodos de construção até o começo do século XX – apesar da utilização de fundações com pedras, menos permeáveis. Além disso, no caso das edificações na cidade de Pelotas, destaca-se a presença de porões com gateiras os quais tinham por objetivo ventilar o piso do pavimento térreo. Desta maneira a umidade do solo poderia ascender pelas paredes, mas não alcançaria o interior do ambiente uma vez que evapora através da circulação de ar do porão (PELOTAS, 2008).

No que tange as manifestações patológicas em fachadas de prédios históricos, segundo Peres e Bonin (2008) para seja possível a análise de danos nos revestimentos, é necessário primeiramente o conhecimento aprofundado dos materiais utilizados, das técnicas, das condições ambientais, das intervenções - manutenção, conservação ou alteração. Uma das primeiras etapas no planejamento de intervenções no patrimônio histórico é o diagnóstico. Nesta fase, é possível observar uma série de manifestações patológicas decorrentes de diversas origens e causadas por um ou mais tipos de agentes, atuando com ou sem simultaneidade.

Desta maneira, o entendimento da Patologia das Construções requer uma visão sistemática que considere as manifestações patológicas como o resultado de um processo complexo, envolvendo agentes ou causas, mecanismos e as próprias degradações como se fossem elos de uma cadeia, que deve ser percebida todo e em suas partes antes da aplicação de qualquer terapia para solução dos problemas e de serem escolhidas ações de conservação ou restauro.

## **2.5 Manifestações patológicas em edificações do patrimônio cultural material**

No caso das edificações que compõem o patrimônio cultural material, estas possuem características próprias em comparação com as edificações atuais. Em vista disso, no âmbito das manifestações patológicas, as anomalias, algumas vezes, são causadas por uma série de fatores específicos, originadas pelas singularidades encontradas neste tipo de edificação (GONÇALVES et al., 2017). A avaliação do estado de degradação das edificações do patrimônio cultural requer um trabalho multidisciplinar, em vista da gama de conhecimentos necessários para o entendimento da ação de todos os agentes e mecanismos (LERSCH, 2003).

Segundo Pasqualotto (2012), os principais danos encontrados em edificações históricas são: desgaste superficial, perda de aderência dos materiais constituintes, fissuras, deterioração dos materiais – sendo a biodeterioração uma forma bastante comum de deterioração dos revestimentos - e perda da integridade. Pode-se também mencionar manchas por umidade, agentes atmosféricos e biológicos (mofo e eflorescência) e sujidades. A identificação dos danos ocorreu através do mapeamento das manifestações patológicas nas fachadas do prédio do Observatório Astronômico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), edificação tombada pelo IPHAN. As edificações da UFRGS são consideradas parte integrante do Patrimônio Histórico do Estado do Rio Grande do Sul devido ao valor cultural e artístico atribuído pela sociedade. As principais causas dos danos são devido a problemas de umidade, tanto ascensional (por falha de impermeabilização e desnível do terreno) como de infiltração, além da ausência de manutenção.

Vieira (2005) realizou o levantamento em edificações localizadas no centro histórico da cidade de Porto Alegre, construídas entre o final do século XIX e início do século XX. No que se refere aos fatores de degradação das fachadas, a autora identificou que as condições ambientais que envolvem as construções são os

principais responsáveis pela degradação. Fatores como variação de temperatura, umidade relativa, incidência de chuvas e ventos e radiação solar são os principais mecanismos que contribuem para deterioração das fachadas, juntamente com a ação de micro-organismos que comprometem o aspecto estético e causam deterioração das superfícies e estruturas. Os processos de deterioração de revestimentos de fachadas, além da ação dos agentes climáticos e micro-organismos, sofrem ação dos agentes agressivos oriundos da atmosfera urbana, através de deposição de partículas de sujidade sobre as fachadas. As principais manifestações patológicas foram a presença de manchas e o desgaste superficial das paredes das edificações, principalmente nas pinturas e revestimentos, sendo a ação do vento (isolado ou em associação com a água) sobre as fachadas é um dos principais geradores dos danos.

Ademais, Pereira (2012) ressalta a crescente preocupação com a conservação e manutenção de prédios históricos, uma vez que os agentes climáticos, biológicos e a ação do homem são os principais responsáveis pela degradação dessas edificações. A autora realizou o levantamento da Biblioteca Central Manoel Marques de Souza – Conde de Porto Alegre, localizada na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), tendo como objetivo principal identificar a contaminação fúngica no local. Do mesmo modo, o estudo de Guerra (2012) buscou identificar os principais gêneros de fungos filamentosos envolvidos no processo de biodeterioração em edificações tombadas na cidade de Pelotas. Ambas autoras realizaram aplicação de método de coleta e análise microbiológica das edificações de estudo.

Referente à avaliação da contaminação fúngica, na pesquisa de Pereira (2012) constata-se que oito espécies diferentes de micro-organismos se manifestam no local (interna e externamente). Também foi realizada avaliação dos meses de maior incidência de contaminação, chegando à conclusão de que, internamente, os micro-organismos se proliferam em maior quantidade nos meses de janeiro e fevereiro. Constatou-se que, Na parte externa da edificação, a maior proliferação se deu no mês de fevereiro, devido à maior incidência de calor. Guerra (2012), a partir das análises, verificou a ocorrência do crescimento de fungos filamentosos em diferentes escalas de extensão e intensidade, considerando os diferentes períodos em que cada edificação passou por processo de restauração. De um modo geral, os procedimentos de restauração não observaram os parâmetros capazes de impedir o desenvolvimento de micro-organismos. Em relação às superfícies analisadas nas edificações históricas, foi possível verificar que o crescimento fúngico ocorre com maior frequência e

intensidade em superfícies de materiais orgânicos, como as madeiras de esquadrias, pisos e forros, principalmente quando há a ocorrência de infiltração de umidade, seja proveniente do solo ou de elementos de cobertura ou de escoamento de águas pluviais. Em relação às paredes, em geral revestidas com tinta à base de cal, constatou-se que, embora seja recomendada a aplicação desse material, favorável à absorção e eliminação natural da umidade nas partes da edificação, a utilização desses ambientes deve ocorrer de forma que essa umidade possa efetivamente ser eliminada, caso contrário, demonstra-se favorável ao desenvolvimento desses micro-organismos.

Müller (2010) ressalta a importância do patrimônio arquitetônico e cultural através de uma pesquisa realizada na UFSM - Cidade Universitária Prof. José Mariano da Rocha Filho, uma vez que o Campus abrange o único conjunto urbano representativo do movimento moderno em Santa Maria, o qual vem aos poucos sendo descaracterizado. A análise pretendeu verificar os danos encontrados nas fachadas das edificações voltadas para a Avenida Roraima. As principais manifestações patológicas observadas nas fachadas foram: fissuras no reboco, desagregação do reboco, esfoliação por intemperismo prolongado, sujidade, degradação da pintura por intemperismo prolongado e corrosão química ou galvânica.

Klõšeiko e Kalamees (2016) realizaram o estudo acerca dos danos em 10 igrejas medievais sob proteção do patrimônio em regiões rurais da Estônia. Neste estudo foram mapeadas as anomalias, sendo todas as igrejas afetadas com crescimento de algas, mofo e bactérias. Além disso, pontos de eflorescência causaram descoloração e descamação, sendo que as fachadas apresentavam grandes áreas de danos provocados pelo gelo com descamação devido à cristalização do sal também visível. A maioria das manifestações estava ligada a umidade, sendo nas fachadas geralmente suscitado por vazamentos do telhado, beirais estreitos, falta de sistemas de eliminação de água da chuva, chuva dirigida, condensação de vapor de água em superfícies frias e umidade ascensional por capilaridade nas fundações.

Cadena (2016) realizou um estudo sobre a igreja de Nossa Senhora da Conceição, localizada na aldeia de Monforte (Portugal). Apesar da sua data de construção não ser exatamente conhecida, a documentação existente indica que a igreja poderia ter origem no século XVII. Atualmente, a igreja não se encontra em uso e apresenta dano severo na abóbada da nave e fendas com severidade moderada nas paredes transversais. Além do dano estrutural, a igreja apresenta outros tipos de



anomalias, tais como manchas de umidade nas abóbadas e na base das paredes de alvenaria, deterioração dos afrescos interiores, destacamento do reboco exterior das paredes, deterioração das pinturas exteriores, presença de vegetação e telhas partidas nas coberturas.

No Brasil, o único prédio carioca em estilo eclético neomourisco denominado Pavilhão Mourisco, foi tombado pelo IPHAN em 1981. O estudo de Aguiar e Martire (2016) avaliou que o edifício está sujeito a condições severas de vento, chuva ácida e poluição, que aceleram a taxa de deterioração dos elementos externos do edifício. A fim de desenvolver um plano preciso de salvaguarda, foi desenvolvida pelas autoras uma análise das anomalias no local bem como o teste das soluções de impermeabilização. Depois disso, desenvolveu-se um projeto de restauração para restituir o sistema de impermeabilização dos terraços, envolvendo o trabalho nos elementos externos, incluindo argamassas decorativas, ladrilhos cerâmicos e bordas de cobre.

Barros (2019) realizou o levantamento de danos presentes nas fachadas da Escola Estadual de Ensino Fundamental João da Mata, edifício histórico situado em Pombal na Paraíba. Neste estudo foram mapeadas as anomalias por meio do uso do mapa de danos, como conclusões o autor ressaltou o péssimo estado de conservação das fachadas da edificação. Dentre os danos levantados destaca-se as manchas de umidade posicionadas na base das fachadas, também a presença considerável de fissuras, descascamento da pintura e descolamento do revestimento. Existe ainda a observância de bolor, corrosão, vegetação, vandalismo, oxidação, empolamento e sujidade.

Barreto (2019) avaliou o estado de degradação das fachadas de edificações históricas da cidade de Salvador na Bahia. Através de seu estudo foi possível destacar que a falta de conservação preventiva das edificações do patrimônio histórico em Salvador é um dos grandes problemas. A autora destaca que no que concerne aos fatores de degradação das fachadas das edificações históricas, pôde-se identificar que as anomalias ocorrem principalmente devido à ausência de manutenção, às condições ambientais e biológicas. As principais manifestações patológicas observadas nas fachadas foram: manchas escuras, desgaste superficial das paredes, principalmente as pinturas, sujidades como pichações, destacamento do reboco, crescimento de vegetação, fissuras e pulverulência do revestimento.

## 2.6 Métodos de levantamento de danos

O processo inicial de investigação das manifestações patológicas presentes em uma edificação é feito por meio de inspeção visual, que consiste em um procedimento no qual são registrados por meio de imagens e análises descritivas a percepção do profissional responsável pela análise em relação aos danos verificados. As inspeções visuais e a análise adequada das manifestações patológicas são fundamentais para um correto diagnóstico de intervenção e reparo. Através do diagnóstico é possível indicar quais medidas de recuperação devem ser empregadas de modo a impossibilitar o avanço dos danos (MELLO *et al.*, 2020).

Segundo Tinoco (2009), a investigação sobre o estado de conservação de uma edificação pode ocorrer através de três métodos:

- a. **Método Direto:** as explorações pelo contato e manipulação direta sobre a edificação objeto de estudo. Quase sempre a melhor maneira é a elaboração de esboços e desenhos à mão livre. O método direto utiliza também ações de fragmentação ou destruição de parte dos elementos com manifestações patológicas. As ações destrutivas garantem o mais amplo e imediato conhecimento sobre o objeto investigado, pois, em princípio, dá acesso imediato ao conhecimento das causas e origens das deteriorações.
- b. **Método Indireto:** realizam-se investigações de maneira analítica a partir da interpretação dos mais diversos tipos de documentos escritos, gráficos, iconográficos, testemunhos orais, emprego de tecnologias e instrumentos especiais. Trata-se de ações de características não destrutivas, baseadas em interpretação de dados que fundamentam hipóteses e conclusões. Também aqui a elaboração de esboços e desenhos à mão livre permite criar associações com os estudos na documentação.
- c. **Método Misto:** a investigação vale dos recursos e tecnologias não-destrutivas para garantir a mínima invasão nos elementos construtivos. Nesse método busca-se o equilíbrio entre as necessidades de aprofundamento das investigações e as capacidades de investimentos em tecnologias avançadas.

### 2.6.1 Ficha de identificação de danos (FIDs)

As fichas de identificação de danos (FIDs) são uma base de dados apresentadas sob a forma de formulário (impressas ou em meio digital), com tamanho e formatação apropriados para possibilitar um fácil manuseio e rápida compreensão. As FIDs devem conter registros e anotações gráficas e fotográficas sobre os danos nos elementos de uma edificação. No formato básico, apresenta os seguintes campos: identificação do componente ou elemento construtivo, numeração de classificação, data da vistoria, profissional responsável pela coleta de informações, denominação ou caracterização do dano, manifestação ou sintoma, causa, natureza, origem, agentes, condutas, ilustrações (foto e desenho) e um campo para outras observações que se façam necessárias (TINOCO, 2009).

No Reino Unido, entre 1982 e 1990 o Departamento de Prevenção de Defeitos na construção do *Building Research Establishment* (BRE) elaborou um total de 144 fichas de danos - *Defect Action Sheet* (DAS). As fichas foram estruturadas a partir da descrição da manifestação patológica e respectivas causas utilizando imagens e fotografias, além da identificação das principais medidas de prevenção através da apresentação de esquemas ilustrativos e a listagem das referências bibliográficas relacionadas (ALVES, 2008). Após o lançamento da primeira ficha do BRE, foi apresentada uma metodologia para a elaboração de fichas de danos durante o 1º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação, realizado em 1985 pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC em Portugal. A metodologia proposta por Paiva *et al.* (1985) sugere a divisão das fichas em três categorias: anomalias estruturais, anomalias não estruturais e instalações e equipamentos. A ficha é organizada em sintomas, exame, diagnóstico das causas e reparos, e ao contrário da ficha proposta pelo BRE, as fichas de 1985 privilegiaram exclusivamente a informação escrita.

Rocha *et al.* (2018) elaboraram um mapa de danos a partir das FIDs desenvolvidas para as inspeções na Igreja do Carmo em Pernambuco. As FIDs propostas no trabalho relacionam os danos dos elementos da fachada, inicialmente separando-os em (i) danos ocorridos nas paredes (quando foca-se nas anomalias existentes principalmente nos rebocos), (ii) danos ocorridos nas cantarias e (iii) danos ocorridos nas esquadrias. Em seguida, para cada anomalia constatada apresenta-se uma simbologia, de forma a replicar a simbologia nas demais fachadas do objeto de

estudo, criando um certo padrão de representação para as manifestações patológicas, conforme apresentado na Figura 4.

Outros estudos também fazem uso das FIDs: Barthel, Lins e Pestana (2009), Carvalho (2014), Guerra (2012), Pasqualotto (2012) e Peres (2001).

FACHADA LESTE		DANOS ÀS PAREDES (ALVENARIA)		OCORRÊNCIA E SIMBOLOGIA
	1. DESPLACAMENTO DO REBOCO			
	2. DESPLACAMENTO DO REBOCO C/ ALVENARIA EXPOSTA			
	3. MANCHAS DE AÇÃO DO FOGO			
	4. MANCHAS DE UMIDADE	X		
	5. BIODEGRADAÇÃO (FUNGOS E MICROALGAS)			
	6. VEGETAÇÃO	X		
	7. DEPÓSITOS ESCUROS (SUJIDADES)	X		
	8. EFLORESCÊNCIA (SALINIZAÇÃO)			
	9. FISSURAS SUPERFICIAIS (NÃO ESTRUTURAIS)	X		
	10. FISSURAS ESTRUTURAIS (FENDAS E TRINCAS)			
	11. INTERVENÇÃO COM CIMENTO/ARGAMASSA	X		
	12. VANDALISMO (GRAFITAGEM/ PICHAGEM)			
	13. CORROSÃO DAS ARMADURAS	X		
DANOS ÀS CANTARIAS				
1. ALVEOLIZAÇÃO				
2. DESAGREGAÇÃO GRANULAR				
3. PITTING				
4. PERDA DE SEÇÃO/ LACUNAS				
5. ESFOLIAÇÃO				
6. CROSTA NEGRA				
DANOS ÀS ESQUADRIAS				
1. ATAQUE DE TÉRMITAS				
2. MOFO/ BOLOR				
3. DEGRADAÇÃO DA MADEIRA		X		

Figura 4 : Ficha de Identificação de Danos da Fachada Sul da Igreja do Carmo.  
Fonte: Rocha *et al.*, 2018.

## 2.6.2 Mapa de danos

Mapas de danos são documentos gráficos que sintetizam informações a respeito do estado de conservação geral de um edifício, por meio de símbolos gráficos com os quais se representam as diversas categorias e níveis de degradação identificados (TIRELLO e CORREA, 2012). O desenvolvimento do mapa de danos consiste em uma representação gráfico-fotográfica, rigorosa e minuciosa de todas as manifestações patológicas da edificação, ao qual sintetiza o resultado das investigações sobre as alterações da edificação (TINOCO, 2009).

No caso das edificações históricas, o mapa de danos é um importante documento ilustrado, uma vez que agrupa muitas informações relativas à quantidade

e intensidade das manifestações patológicas das construções. Além disso, torna-se um instrumento eficaz para o planejamento de diretrizes projetuais de restauro e conservação - limpeza, consolidação ou mesmo substituição de materiais ou de partes extremamente degradadas - para previsões orçamentárias e como ferramenta de monitoramento preventivo de conservação (TIRELLO e CORREA, 2012).

Apesar de ser uma importante etapa do projeto de restauro, o mapa de danos não possui ainda nenhum tipo de normatização para sua representação gráfica. Desta maneira, suscita em uma grande diversidade de representações que, apesar de normalmente estarem tecnicamente corretas, geram problemas na análise dos projetos por parte das instituições de preservação do patrimônio, de orçamentistas e, principalmente, no canteiro de obras (HAUTEQUESTT FILHO e ACHIAMÉ, 2018).

Segundo Tirello e Correa (2012), constata-se uma escassa literatura nacional disponível sobre essa temática, acarretando hiatos informativos a respeito dos procedimentos técnicos e das questões conceituais-operativas que envolvem a elaboração de um mapa de danos, sendo a problemática observável no documento do IPHAN denominado: “Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural”. O manual do IPHAN é um texto que se propõe como um roteiro oficial para elaboração de projetos de restauro a serem submetidos à aprovação na área do patrimônio cultural material. O mapa de danos é associado à conservação do patrimônio edificado, e o documento do IPHAN define com exiguidade e falta de clareza tal procedimento:

Objetiva a representação gráfica do levantamento de todos os danos existentes e identificados na edificação, relacionando-os aos seus agentes e causas. São considerados danos todos os tipos de lesões e perdas materiais e estruturais, tais como: fissuras, degradações por umidade e ataque de xilófagos, abatimentos, deformações, destacamento de argamassas, corrosão e outros (GOMIDE; SILVA; BRAGA, 2005, p. 28).

O mapa de danos compreende dois elementos principais: a representação gráfica e o conhecimento dos danos da edificação. O referido Manual mostra o objetivo do mapa de danos e define o que é dano, sem nenhuma instrução de como proceder. Consequentemente, falta-nos um modelo, uma norma menos genérica para orientar os registros. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), responsável pela elaboração e edição de normativas no Brasil, não conta com normas aplicáveis ao

estudo diagnóstico do patrimônio cultural. As normas encontradas no órgão brasileiro versam apenas sobre a manutenção de edificações com materiais contemporâneas (NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção) não privilegiando o patrimônio cultural.

Tinoco (2009) propõe um material no qual apresenta as recomendações básicas para a elaboração de um mapa de danos de uma edificação de valor cultural. Explica como se conhecer o estado de conservação de uma edificação, partindo das conceituações, definições, vocabulário técnico e métodos de investigações específicos para estabelecer as diretrizes, normas, responsabilidades, obrigações e discriminação dos procedimentos técnicos para realização das FIDs. Destaca-se ainda, a diferenciação entre os termos mapa de danos e mapeamento de danos. O primeiro corresponde ao documento ou conjuntos de documentos que ilustram o estado de conservação da edificação em data específica. Por outro lado, o mapeamento dos danos consiste numa fase das vistorias onde são feitos os levantamentos, investigações e produção dos dados para elaboração do mapa de danos (TINOCO, 2009).

Hautequestt Filho e Achiamé (2018) buscaram, a partir da análise de diversos projetos de restauro contratados por instituições de preservação do Espírito Santo, criar um padrão de representação gráfica para esses projetos, além de propor a unificação da nomenclatura dos principais danos com suas ocorrências em edificações no território brasileiro. O método proposto pelos autores foi testado no ano de 2016 na disciplina de restauro da Faculdade Brasileira – Multivix na cidade de Vitória e, em 2017, esse estudo se estendeu para outras quatro faculdades de arquitetura do Espírito Santo e alguns arquitetos restauradores do estado (HAUTEQUESTT FILHO e ACHIAMÉ, 2018).

Achiamé e Hautequestt Filho (2017) propõem o manual Mapa de danos: diretrizes de representação gráfica em projetos de restauro, com base em seus estudos visando a padronização do mapa de danos, a partir da criação e adoção de parâmetros que viabilizem uma leitura mais precisa e universal dos danos. Os autores propõem 24 fichas de identificação e classificação das manifestações patológicas mais comuns nas edificações brasileiras. Associa-se a cada um dos danos identificados uma representação gráfica correspondente (cor) conforme apresentado na Figura 5.



Figura 5 : Mapa de danos da fachada frontal da Casa da Família Rodrigues, futura sede do Museu Dirceu Cardoso – Sítio Histórico de Muqui/ ES.  
Fonte: Hautequestt Filho e Achiamé, 2017.

A identificação dos danos se dá a partir do mecanismo de ação que lhes deu origem, sendo assim classificados: antrópicos, biológicos, físicos e químicos. Como mecanismo antrópico, tem-se os danos causados por ações do ser humano. Já o mecanismo biológico ocorre quando o dano é originado por infestação de seres vivos – fungos, musgos, insetos e plantas. Quando os materiais sofrem dano pela ação de elementos da natureza ou por questões mecânicas como por exemplo, o sol, a chuva, os ventos e a diferença nos coeficientes de dilatação dos materiais, identifica-se como mecanismos físicos. Os mecanismos químicos ocorrem quando o material sofre alterações químicas, que podem ser devido a interação do material com o meio ambiente ou devido a própria composição do material afetado (ACHIAMÉ e HAUTEQUESTT FILHO, 2017). Outros trabalhos como os de Pereira (2012), Barthel, Lins e Pestana (2009), Carvalho (2014), Gaspar e Brito (2008), Pasqualotto (2012), Teles (2010), Tirello e Correa (2012) e Barros (2019) utilizaram da elaboração de mapa de danos para a realização de levantamentos de manifestações patológicas.

### 2.6.3 Método de Mensuração de Degradação

O Método de Mensuração de Degradação (MMD) é uma metodologia formulada a partir dos estudos de vários casos de degradação de edifícios, e foi concebido por pesquisadores do Laboratório de Ensaios de Materiais da Universidade de Brasília – LEM/UnB (PINHEIRO, BAUER e SOUZA, 2017). O MMD consiste em três etapas: (i) quantificação de anomalias, (ii) classificação e quantificação do nível de degradação, e (iii) determinação do índice de degradação global (SOUZA *et al.*, 2016).

Para a utilização do método é sobreposta sobre cada amostra da fachada uma malha com unidades de 0,50 x 0,50 m (0,25 m²). Posteriormente é realizada a divisão da fachada por andares e em regiões. Como primeira etapa, tem-se o mapa de danos com a divisão de áreas das fachadas em regiões, que serão estudadas individualmente. As regiões são definidas, conforme apresentado na Figura 6, considerando a seguinte ordem: sacadas, topo, aberturas, transição de pavimentos, cantos e extremidades e paredes contínuas. Esta sistematização é determinante nos cálculos dos índices de degradação (PINHEIRO, BAUER e SOUZA, 2017).

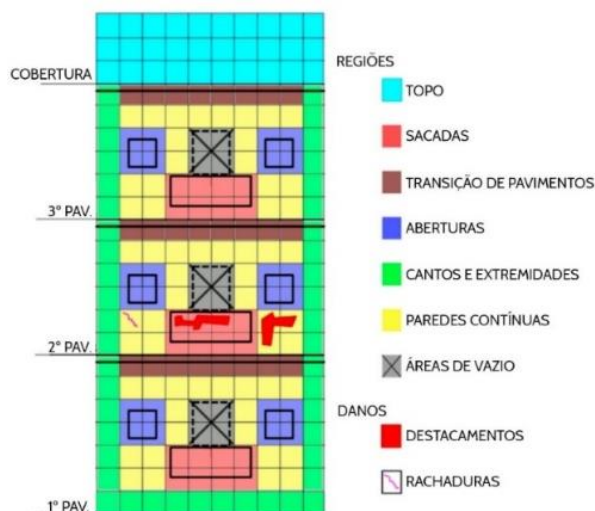


Figura 6 : Mapa de Danos - malha de sobreposição e divisão de regiões.  
Fonte: Souza *et al.*, 2016 – Adaptado tradução autora.

A sobreposição da malha no mapeamento, juntamente com a definição de regiões, permite quantificar a distribuição de dano em função de cada região específica da fachada. Os valores obtidos representam a porcentagem de área de fachada degradada por região, e a soma destas áreas é definida como a área total da fachada (SOUZA *et al.*, 2016). Após a divisão da fachada é feita a quantificação das



áreas danificadas pelo seu mapeamento, de modo a mensurar a degradação em cada amostra. Para a obtenção da área de degradação faz-se a multiplicação da quantidade de unidades da malha das anomalias pelo seu valor unitário de área 0,25 m<sup>2</sup> (PINHEIRO, BAUER e SOUZA, 2017).

Segundo Pinheiro, Bauer e Souza (2017), após o mapeamento se analisa a degradação por meio do cálculo dos índices de degradação abordado em duas etapas. Como cálculo inicial tem-se o fator de dano da fachada (FD), uma análise preliminar, através da contabilização da área das anomalias pela área total utilizando a equação 1:

$$FD = \frac{A_{d(n)}}{A_t} \quad (\text{Equação 1})$$

Sendo:

$FD$ : Fator de Dano da fachada;

$A_d$ : Área danificada de determinada anomalia ( $n$ );

$A_t$ : Área total da amostra.

( $n$ ) : Identificação do tipo de anomalia

O quantitativo das intensidades de ocorrências patológicas em m<sup>2</sup> auxilia a determinação de índices de avaliação dos danos. Em uma análise preliminar, cada tipo de dano  $n$  ( $n_1$  = descolamento de cerâmicas,  $n_2$  = falha de rejunte,  $n_3$  = fissuras,  $n_4$  = eflorescência e  $n_5$  = falha de vedação) é analisado em função da área total da referida amostra para determinar o FD da fachada. Este fator de dano relaciona a área ( $A_d(n)$ ) de cada tipo de manifestação patológica em função da área total ( $A_t$ ) de fachada, conforme mostra a Equação 1, permitindo, dessa maneira, mensurar o estágio preliminar puro de extensão da degradação das fachadas (BAUER, CASTRO e SILVA, 2015). Além disso, através do somatório do FD de cada tipo de dano tem-se o Fator de Dano Total (FD<sub>t</sub>) na fachada.

O simples uso da Equação 1 na análise das regiões apenas determina a frequência de incidência dos danos, uma vez que ela é influenciada diretamente pelo tamanho da área de cada região da amostra - tendo em vista que algumas regiões da fachada possuem uma área muito pequena em comparação a outras na mesma amostra. Como a degradação é medida em área degradada, provavelmente as regiões com maiores áreas apresentam um maior índice de degradação, quando comparadas às regiões com menores áreas. Portanto, a Equação 2 é utilizada para

corrigir a proporcionalidade das regiões da fachada. O resultado foi denominado por Silva (2014) de Coeficiente de Correção das regiões (CCr), sendo a equação a razão entre a região com menor área pela área da região em análise (SANTOS *et al.*, 2018).

$$CCr = \frac{A_{r(m)}}{A_{r(x)}} \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo:

$CCr$ : Coeficiente de Correção das regiões;

$A_{r(m)}$ : Área da região de menor área; e

$A_{r(x)}$ : Área da região em análise.

Por fim, multiplica-se o resultado da Equação 2 junto ao FD (Equação 1) para obter o Fator de Danos das regiões corrigido (FDrc). Deste modo, verifica-se o nível de degradação nas determinadas regiões a partir da Equação 3 (SANTOS *et al.*, 2018).

$$FDrc = \left( \frac{\sum A_{r(n)}}{A_t} \right) \times CCr \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo:

$FDrc$ : Fator de Danos das regiões corrigido;

$A_{r(n)}$ : Área danificada de uma patologia (n), calculada na fase de mapeamento (m<sup>2</sup>);

$A_t$ : Área total da amostra (m<sup>2</sup>); e

$CCr$ : Coeficiente de correção da região em análise.

#### 2.6.4 Índice de performance do elemento (Ip) e do conjunto (IPg)

Taguchi (2010) fez uso do método fatorial desenvolvido pelo *Fédération Internationale Du Béton* (FIB) em 1998 para estruturas de concreto. Para utilizar o cálculo, o autor fez uma adaptação para vedações verticais de edifícios, e pressupõe a avaliação dos danos de forma qualitativa e quantitativa. As fases de levantamento contam com a observação visual e verificação preliminar das condições das alvenarias, identificando as regiões ou elementos criticamente danificados e medindo a extensão do dano. Além disso, tem-se a determinação de um índice numérico para os danos no elemento e no conjunto analisado, baseado em observações visuais da intensidade e extensão dos danos e por fim uma avaliação quanto à segurança.

Taguchi (2010) propõe um modelo de avaliação das manifestações patológicas dos elementos de vedação vertical, através de parâmetros de desempenho. O grau de deterioração de cada elemento ou conjunto é determinado através de quadros pré-estabelecidos considerando-se a importância relativa do elemento, intensidade dos danos e sua extensão. A qualificação dos danos nas alvenarias é caracterizada de acordo com o índice de performance do elemento ( $I_p$ ) ou do conjunto ( $IP_g$ ). O  $I_p$  serve como um indicativo gerencial da condição geral da edificação, enquanto as notas individuais de cada elemento permitem uma análise técnica das necessidades de manutenção. Desta maneira, o estado de conservação dos revestimentos existentes pode ser caracterizado pelos tipos de anomalias que revelam e pelo grau com que se manifestam. Alguns parâmetros são levados em consideração na aplicação do método, dentre eles: classe de severidade, grau de danos, extensão dos danos e urgência de intervenção.

A expressão geral apresentada por Taguchi (2010) é baseada no boletim do *Comitê Euro-international du Béton* (CEB) para a determinação do  $I_p$ . A expressão é a soma dos fatores para cada tipo de dano  $i$  no elemento inspecionado, conforme Equação 4:

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

Sendo:

$I_p$  – Índice de performance do elemento

$\sum D$  – 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  $i$

O parâmetro  $B_i$  expressa o valor da importância relativa ao tipo de dano em relação aos demais inspecionados, levando em consideração fatores de segurança e/ou durabilidade do elemento inspecionado. Taguchi (2010) considerou os destacamentos com importância relativa superior a umidade e manchas, portanto, valores maiores para  $B_i$  no caso dos destacamentos. Como pode ser observado no

Quadro 1, os valores de  $B_i$  são associados com a classe de severidade. Por outro lado, o parâmetro  $K_{1i}$  expressa a importância do elemento de vedação dentro do contexto da edificação ou uma de suas partes. No caso do estudo, as alvenarias inspecionadas foram consideradas convencionais, portanto, com importância igual e fator de importância unitária. O autor ressalta que em casos em que existam alvenarias de vedação convencional e alvenaria de vedação estrutural, o fator de importância da alvenaria estrutural será superior ao da convencional.

Quadro 1: Classe de severidade.

Item	Tipo de Dano	$B_i$	Classe de Severidade			
			1	2	3	4
			5-10%	11-30%	31-50%	>50%
1	Umidades	1	leve, aparente	leve, aparente	localizada	extensas infiltrações
2	Manchas	1	leve, aparente	presença de fungos, mofo, eflorescências	pintura/textura desagregadas	extensas manchas de fungos, mofo, eflorescências
3	Destacamentos	2	leve, aparente	leve, desagregação da cor, textura	arestas e cantos danificados	separação de paredes/muros ou revestimento cerâmico, pedra
4	Fissuras	2	eventual fissura capilares <0,1mm	fissuras visíveis com lente, 01-0,3mm	trincas visíveis a olho nu, 0,3-10mm	fissuras externas, fragmentação da superfície

Fonte: Taguchi (2010) *apud* Gaspar (2005).

O parâmetro  $K_{2i}$  é determinado através de critério de avaliação visual qualitativa, e varia em quatro escalas de valores conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2: Grau de danos.

Classe de Severidade	Grau	Critério	$K_{2i}$
0	não detectado	Não detectado na inspeção visual	0
1	baixo, inicial	Danos de pequenas dimensões, geralmente aparecendo em poucos locais do elemento	0,5
2	médio em propagação	Danos de médias dimensões, confinados em ambientes, ou danos de pequenas dimensões aparentes em pequenas áreas dos elementos (<25%)	1,0
3	alto e/ou ativo	Danos de grandes dimensões, aparentes em muitos elementos, ou em grandes áreas dos elementos (25-75%)	1,5
4	muito alto ou crítico	Danos muito grandes, aparentes na maior parte dos elementos (>50%)	2,0

Fonte: Taguchi (2010) *apud* FIB (1998).

O fator  $K_{3i}$  é o fator indicativo da extensão do dano, tem para sua consideração o critério descritivo (TAGUCHI, 2010) e varia em quatro escalas de valores conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3: Extensão dos danos.

<b>Critério</b>	<b><math>K_{3i}</math></b>
Danos confinados em um ambiente	0,5
Danos aparentes em vários elementos da mesma edificação (<25%)	1,0
Danos aparentes em vários elementos da mesma edificação (25-75%)	1,5
Danos aparentes na maioria dos elementos da mesma edificação (>50%)	2,0

Fonte: Taguchi (2010) *apud* FIB (1998).

Por fim, o parâmetro  $K_{4i}$  indica a urgência de intervenção no dano, variando de 1 a 5, conforme apresentado no Quadro 4, considerando 4 indicativos: grau de deterioração, consequências, segurança dos elementos e usuários, e forma de intervenção (TAGUCHI, 2010).

Quadro 4: Urgência de intervenção.

<b>Critério</b>	<b><math>K_{4i}</math></b>
Intervenção não necessária, pois, danos não afetam segurança, estética e durabilidade	1
Danos devem ser reparados dentro de um período de 1 ano, para prevenção da durabilidade, segurança e servicibilidade	2 a 3
Reparos imediatos, pois, estão afetando a segurança, servicibilidade	3 a 5
Interdição temporária ou limitação de tráfego	5

Fonte: Taguchi (2010) *apud* FIB (1998).

O índice de performance global, é expresso pela Equação 5:

$$Ipg = 100 \times (\Sigma Def / \Sigma Dref) \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

$$Def = \Sigma K1m \times Mm,ef$$

$$Dref = \Sigma K1m \times Mm,ref$$

$$Mm,ef = \Sigma Bix K2i \times K3i \times K4i$$

$$Mm,ref = \Sigma Bix K2i \times K3i \times K4i \times 1$$

Sendo,

$Ipg$  – Índice de performance global

$Def$  – Soma dos danos efetivos do elemento ou conjunto inspecionados

$Dref$  – Soma referência dos danos do elemento ou conjunto inspecionados

$K1m$  – Fator de relevância do elemento

$Mm,ef$  – Soma reduzida dos danos efetivos do elemento

$Mm,ref$  – Soma referência reduzida dos danos do elemento

Na expressão do IPg adotou-se a divisão da soma dos danos efetivos pela soma referência para evitar que o valor fosse demasiadamente afetado pelo número de tipos de danos e pelo número de elementos. Obtido o valor do Ip, o Quadro 5 fornece a classe de deterioração para cada elemento ou conjunto de elementos, grau de deterioração, consequências e prazo para intervenção (TAGUCHI, 2010).

Quadro 5: Classe de deterioração.

Classe	Descrição da deterioração, intervenções necessárias, exemplos de deterioração	Ip
I	<b>Sem danos</b> , somente deficiências construtivas. ex: irregularidades geométricas, estéticas, descoloração.	0 a 5
II	<b>Baixo grau de deterioração</b> , que somente após longo período de tempo poderá ter sua funcionalidade ou durabilidade reduzida, se não for reparada na época apropriada. Local deteriorado pode ser reparado com baixo custo como parte da manutenção regular. ex: pequenas fissuras, manchas, e/ ou umidades localizadas, destacamentos internos localizados.	3 a 10
III	<b>Médio grau de deterioração</b> , poderá reduzir funcionalidade e durabilidade do elemento de vedação, mas, ainda não requer quaisquer limitações de uso. Local deteriorado deve ser reparado em pouco período. ex: fissuras médias, grandes deficiências construtivas, defeitos de impermeabilização, grandes manchas, destacamentos internos.	7 a 15
IV	<b>Alto grau de deterioração</b> , reduzindo funcionalidade e durabilidade do elemento de vedação, mas, ainda não requer sérias limitações de uso. São necessários reparos imediatos para preservar a funcionalidade e durabilidade. ex: grandes fissuras, porém não comprometem a estabilidade, grandes deficiências construtivas, sérias deficiências na impermeabilização, umidade generalizada, manchas generalizadas, destacamento externo generalizado.	12 a 25
V	<b>Grave grau de deterioração</b> , redução de funcionalidade (ex. paredes não servem de suporte ou apoio), necessário medidas de proteção (ex. isolamento ou escoramento). Reparos imediatos. ex: grandes rachaduras, destacamentos generalizados, grandes infiltrações.	22 a 35
VI	<b>Crítico grau de deterioração</b> , Grande ou total redução da funcionalidade. Requer isolamento ou interdição do local. Reparos extensos e imediatos. Os reparos não estão condicionados ao custo. ex: danos Classe V acrescidos do nível de proteção local.	≥30

Fonte: Taguchi (2010) *apud* FIB (1998).

### 2.6.5 Aplicabilidade do Método de Mensuração de Degradação (MMD) e do Índice de performance do elemento (Ip) ou do conjunto (IPg)

A metodologia de análise a partir do MMD se baseia no avanço metodológico de avaliação e diagnóstico da degradação em fachadas adotado pelo LEM – UnB com adaptação de uma ferramenta que vem sendo aperfeiçoada por Gaspar e Brito (2008), Sousa (2008), Gaspar (2009) e utilizada nos estudos de Antunes (2010), cuja finalidade consiste em associar as manifestações patológicas com os fatores de degradação (extensão do dano, importância característica de cada dano e custo de

reparação). A pesquisa desenvolvida por Silva (2014) teve por objetivo apresentar uma metodologia de quantificação das anomalias e ainda uma proposta de modelo de cálculo da degradação e vida útil das fachadas de edifícios. A metodologia proposta consiste em uma sistematização do processo de mapeamento e quantificação das manifestações patológicas em uma amostra de 90 fachadas de edifícios entre 3 e 7 pavimentos com revestimento em elementos cerâmicos.

A amostragem é composta por fachadas de edifícios situados em Brasília com idades na faixa de 5 a 36 anos. A metodologia permite estabelecer o comportamento da extensão da degradação em função da idade, orientação, região e altura das fachadas através do FD, bem como permite determinar a intensidade de manifestação patológica em diferentes regiões das fachadas (paredes contínuas, aberturas, sacadas, cantos e extremidades, juntas, transição entre pavimentos e topo). Os resultados mostraram elevado FD de descolamento cerâmico indicando que essa manifestação patológica é mais evidente devido aos fatores de degradação. Os resultados ainda mostraram que os valores mais elevados de FD foram observados nas fachadas oeste e norte, bem como nas fachadas com idade acima de 10 anos. Os resultados mostraram, também, que os danos ocorrem com maior frequência na região das paredes contínuas e maior FD na região da transição entre pavimentos.

Souza (2016) realizou um estudo acerca da mensuração de degradação das fachadas de edifícios residenciais. O estudo foi realizado em 17 edifícios residenciais localizados em Brasília, sendo estudados edifícios que apresentassem anomalias. A partir da aplicação do MMD foi possível verificar o comportamento da extensão da degradação em função da idade, bem como intensidade das anomalias em diferentes regiões das fachadas (paredes contínuas, aberturas, sacadas, cantos e extremidades, transição entre pavimentos e topo). A partir dos resultados obtidos foi possível comprovar alguns aspectos que influenciam na vida útil de fachadas de edifícios como a exposição aos agentes climáticos, a idade das fachadas e configuração dos elementos constituintes. Comprovou-se a existência de regiões das fachadas mais sensíveis à degradação do que outras. A ordem da degradação das regiões mais degradadas para as menos degradadas são: transição entre pavimentos, cantos e extremidades, paredes contínuas, topo, aberturas e sacadas. Segundo a autora, o método e as informações sistematizadas no banco de dados permitiram a quantificação da degradação e a análise dos principais fatores que a condicionam. Desta forma, o método se mostrou apto a análise da degradação.

O estudo de Pinheiro, Bauer e Souza (2017) realizou o levantamento de cinco edifícios para a aplicação do MMD. Três usuais ao padrão de edifícios de Brasília, com 6 pavimentos tipo, pilotis e caixas de escada, e dois com 13 pavimentos, nunca ocupados e com problemas generalizados não condizentes à sua idade. Os edifícios totalizaram 100 amostras. Os edifícios ocupados não apresentaram degradação acentuada, observado visualmente e pelo valor de FD. Os autores afirmam a adequabilidade do MMD em análises de degradação das fachadas.

Santos *et al.* (2018) aplicou a metodologia na investigação de 6 edifícios em Brasília com 3 e 6 pavimentos constituídos por revestimento em argamassa e pintura. Os edifícios escolhidos para o estudo apresentam danos visíveis, que não foram encobertas por reformas recentes à data de obtenção das imagens. Como resultado verificou-se a ocorrência de fissuras e manchas como as manifestações patológicas com maior frequência. Enquanto o descolamento, a pulverulência e eflorescência apresentaram ocorrências bastantes baixas. A partir dos resultados obtidos foi possível evidenciar o comportamento de evolução da degradação conforme a idade das amostras analisadas. Outra importante constatação neste estudo foi a demonstração, por meio da análise da orientação cardinal, da influência dos agentes climáticos na degradação. Foi possível verificar também a influência de cada região e seus elementos na degradação do edifício. A área com maior incidência de dano foram o topo, seguido pelas regiões de transição entre pavimentos, aberturas, paredes contínuas de modo que a área com menos danos foram os cantos e extremidades.

O estudo de Barreto (2019) consistiu na realização de inspeções visuais, mapeamento, quantificação das manifestações patológicas e aplicação do MMD. O método foi aplicado no estudo de caso de 10 edificações históricas de revestimento argamassado com acabamento em pintura na cidade de Salvador. As principais manifestações patológicas observadas nas fachadas foram: manchas escuras, desgaste superficial das paredes, principalmente as pinturas, sujidades como pichações, destacamento do reboco, crescimento de vegetação, fissuras e pulverulência do revestimento.

A qualificação das manifestações patológicas em alvenarias de acordo com o Ip ou IPg fornece subsídios para uma avaliação equilibrada de cada elemento e do conjunto de elementos. O método adaptado proposto por Taguchi (2010) fornece de forma rápida e com baixo custo informações quanto ao grau de estética, segurança, higiene e suas limitações de uso e prazo de reparos ou intervenções. Serve, assim,



como um indicativo gerencial da condição geral, enquanto os índices individuais de cada elemento permitem uma análise técnica das necessidades de manutenção. Na pesquisa foram adotados quatro tipos de danos: umidade, manchas, destacamentos e fissuras. Foram realizados estudos de casos de quatro paredes de vedação externa em alvenaria de tijolos de uma edificação térrea para validar a aplicação do método. Embora o trabalho do autor tenha se restringido a um estudo de caso, pode-se concluir que o método é válido para uma avaliação das performances das alvenarias convencionais e abre novas frentes para avaliação das performances de outros elementos construtivos incluindo vários pavimentos.

Coronelli (2007) também utilizou o método fatorial desenvolvido pelo FIB, e o adaptou em vista do método original analisar os danos em estrutura de pontes. Foi aplicado o método em um edifício industrial que sofreu danos por corrosão e possui reforços estruturais com o objetivo de avaliar um fator de deterioração de carga para as verificações de vigas e pilares. Os resultados são comparados com os obtidos pela avaliação da segurança dos elementos usando o estado limite com as propriedades mecânicas medidas e seções transversais reduzidas. Os resultados do estudo de caso mostraram que o método fornece uma análise da deterioração e de suas causas, com uma medida da força residual, e isso o torna uma ferramenta útil para a avaliação preliminar de estruturas em deterioração. O autor afirma que mesmo o método sendo formulado para danos causados por fenômenos físicos e químicos, os desenvolvimentos do método devem considerar cuidadosamente a relação entre as diferentes etapas desses processos de deterioração e os efeitos estruturais correspondentes, a fim de obter previsões de resistência mais precisas. A abordagem global dá uma indicação geral sobre a necessidade de limitar o uso para reparar a estrutura.

Andrade e Martínez (2009) em seu estudo, também aplicaram o método proposto pela FIB, levando-se em consideração parâmetros como os indicadores de corrosão e níveis de dano e urgência de intervenção. O estudo dos autores teve enfoque em estruturas de concreto (vigas, lajes e pilares), tendo por objetivo avaliar as metodologias padronizadas pelas quais o desempenho de estruturas de concreto corroídas ou reabilitadas possa ser monitorado e avaliado no futuro. Como resultados, os autores destacam, como uma metodologia de avaliação de pontuação de desempenho pode ser usada para avaliar o desempenho de uma estrutura de concreto existente ou reparada durante diferentes estágios de sua vida útil.

### 3. Desenvolvimento da pesquisa

Este capítulo trata dos materiais e da metodologia utilizados no trabalho, resumidamente apresentada a seguir e no fluxograma da Figura 7.

- A primeira fase contou com a definição da amostragem, por meio da escolha da área de estudo e dos níveis de preservação, do levantamento preliminar das fachadas no qual teve-se a caracterização dos imóveis, através do levantamento visual e fotográfico de todos os imóveis inseridos na ZPPC escolhida. Como fim da primeira fase realizou-se o levantamento final das fachadas selecionadas. Em vista da dimensão do trabalho de seleção dos objetos de estudo, as informações acerca da definição da amostragem foram apresentadas no capítulo 4 desta dissertação;
- Na segunda fase teve-se a aplicação dos métodos de avaliação do estado de degradação das fachadas. Essa fase contou com a construção do mapa de danos no *software AutoCAD student®*, a aplicação do MMD adaptado com o auxílio do *software AutoCAD student®* e do *software Microsoft Office Excel®* e a aplicação do Ip com o auxílio dos mesmos *softwares*;
- Como terceira fase do trabalho teve-se a análise dos resultados com a criação dos níveis de degradação para o inventário do município servindo como uma proposta de avaliação e monitoramento de manifestações patológicas em edificações inventariadas, além da correlação da orientação solar com o surgimento dos danos;
- A última fase, foram as conclusões pautadas em respostas aos objetivos geral e específicos do trabalho.

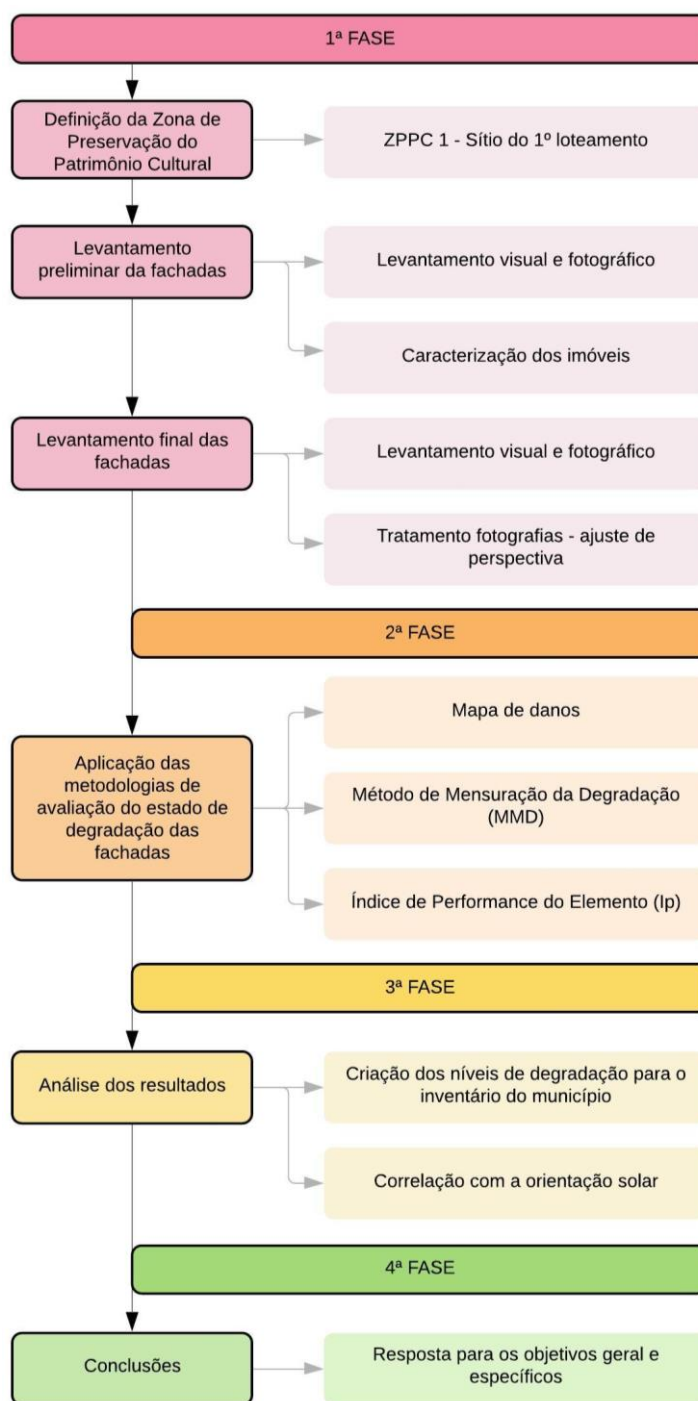


Figura 7 : Fluxograma da pesquisa.

Este capítulo apresenta as etapas de definição da amostra. Inicialmente são expostos os resultados do levantamento preliminar das fachadas, exibindo os recortes realizados, as manifestações patológicas mais representativas nesta etapa, os usos, os tipos de revestimento e as orientações solares das fachadas. Ao fim do capítulo são definidos e caracterizados os objetos de estudo.

### 3.1. Definição da amostragem

A Figura 8 ilustra as etapas de definição da amostragem – capítulo 4, abordando os recortes realizados entre as etapas de seleção da ZPPC, levantamento preliminar das fachadas e levantamento final das fachadas.

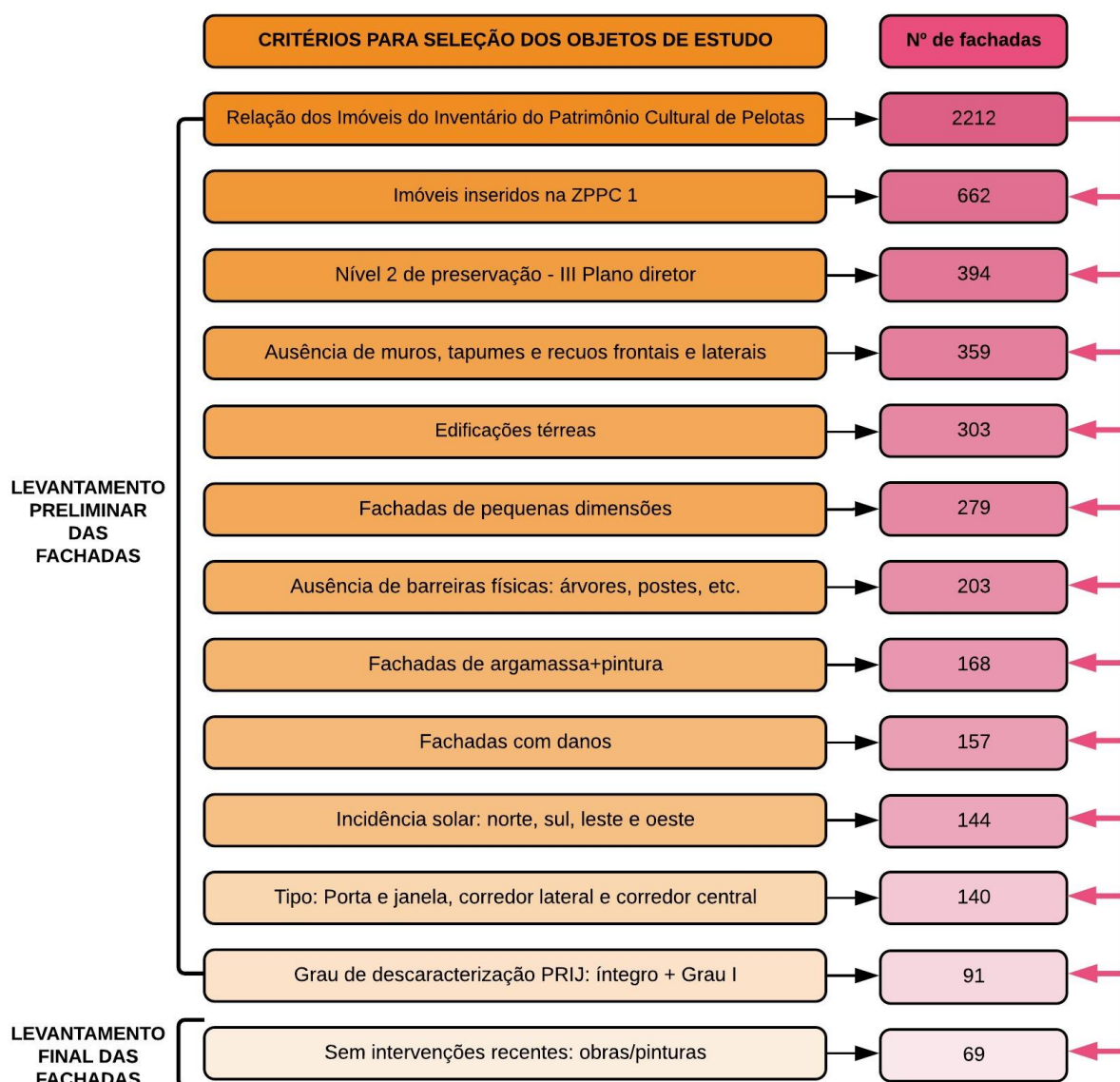


Figura 8 : Fluxograma da definição da amostragem.

### 3.2. Aplicação dos métodos de avaliação do estado de degradação das fachadas

Essa fase contou com a aplicação dos métodos de avaliação do estado de degradação das fachadas – mapa de danos, MMD e Ip, sendo esses itens expostos nos tópicos a seguir.

Foram desenvolvidos mapas de danos sobre fotografias, utilizando-se a proposição de Tinoco (2009), o qual conceitua o mapa de danos como a representação gráfico-fotográfica de todos os danos presentes em uma edificação. As manifestações patológicas podem ser classificadas de diversas formas. Para a descrição dos danos em revestimento argamassado de fachadas empregou-se a classificação proposta por Ioshimoto (1988). Em vista do trabalho de Terra (2001), também foi abordado o tópico de sujidade, em virtude de que os resultados encontrados pelo autor evidenciam ser este o tipo de lesão mais frequente na cidade de Pelotas. Além disso, a autora Vieira (2005) apresentou dados da influência dos detalhes arquitetônicos no estado de conservação das fachadas do Centro Histórico de Porto Alegre, tendo como resultado a presença de manchamentos – crosta negra - devido a deposição de partículas de sujidade sobre os paramentos das fachadas nos casos estudados. Em vista da inexistência de normatização acerca do mapa de danos, estabeleceu-se para a graficação uma legenda em cores para as manifestações patológicas, conforme pode ser vista na Figura 9.

LEGENDA:










	EFLORESCÊNCIA
	MANCHAS DE MOFO, FUNGO, BOLOR E CROSTA NEGRA
	MANCHAS DE UMIDADE
	DESCOLAMENTO DE REBOCO
	DESCOLAMENTO DE PINTURA
	FISSURAS, TRINCAS, RACHADURAS
	SUJIDADE
	VEGETAÇÃO
	EMPOLAMENTO

Figura 9 : Legenda das manifestações patológicas

Para realização do mapeamento das manifestações patológicas, conforme a Figura 10, utilizou-se o *software* AutoCAD student® seguindo a legenda proposta na Figura 9.



Figura 10 : Mapa de danos - Quadra 1.2 Voluntários da Pátria, 1515.

Como etapa posterior a construção do mapa de danos de todas as fachadas, foi empregado o MMD. No presente trabalho, o MMD foi aplicado em etapas: ajuste do mapa de danos e sobreposição da malha; quantificação das áreas danificadas; cálculo do FD e FDt; divisão da fachada em regiões; cálculo do FDr; cálculo do CCr; cálculo do FDrc.

Inicialmente, foi realizado o ajuste no mapa de danos retirando da classificação a presença de sujeidade e vegetação. Após a etapa de mapa de danos, foi contabilizada a degradação por meio do MMD. Para isto, o MMD utiliza-se da sobreposição de malha, conforme estabelecido por Silva (2014) e utilizado por Pinheiro (2016), Souza (2016) e Santos *et al.* (2018). A dimensão das unidades da



malha foi definida no estudo realizado por Silva (2014), em que várias dimensões de malha foram analisadas (1,60 m x 1,60 m; 1,00 m x 1,00 m; 0,70 m x 0,70 m). Após verificar os resultados dos levantamentos das áreas de danos, houve a necessidade de maior refinamento da resolução até chegar na malha utilizada (0,50 m x 0,50 m). Apesar da malha 0,50 m x 0,50 m ser a indicada nos trabalhos citados, fez-se necessário uma diminuição para melhor avaliação das manifestações patológicas, uma vez que Silva (2014), Pinheiro (2016), Souza (2016) e Santos *et al.* (2018) realizaram estudos em edificações entre 3 e 7 pavimentos.

No presente estudo as edificações analisadas apresentam 1 pavimento e, após verificar os resultados dos levantamentos das áreas de danos com a malha 0,50 m x 0,50m (Figura 11), foi necessário a diminuição desta, sendo realizados testes em malhas com dimensões de 0,15 m x 0,15 m; 0,05 m x 0,05 m, conforme as Figuras 12 e 13.

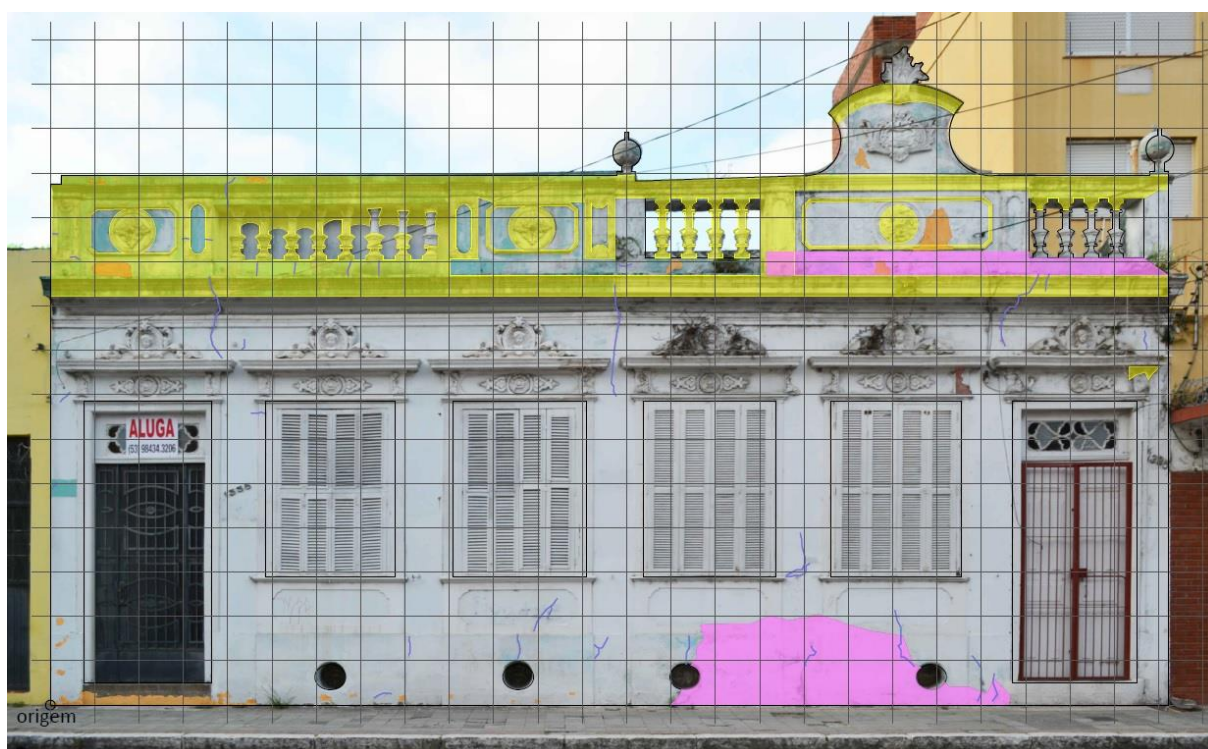


Figura 11 : Malha 0,50 m x 0,50 m.



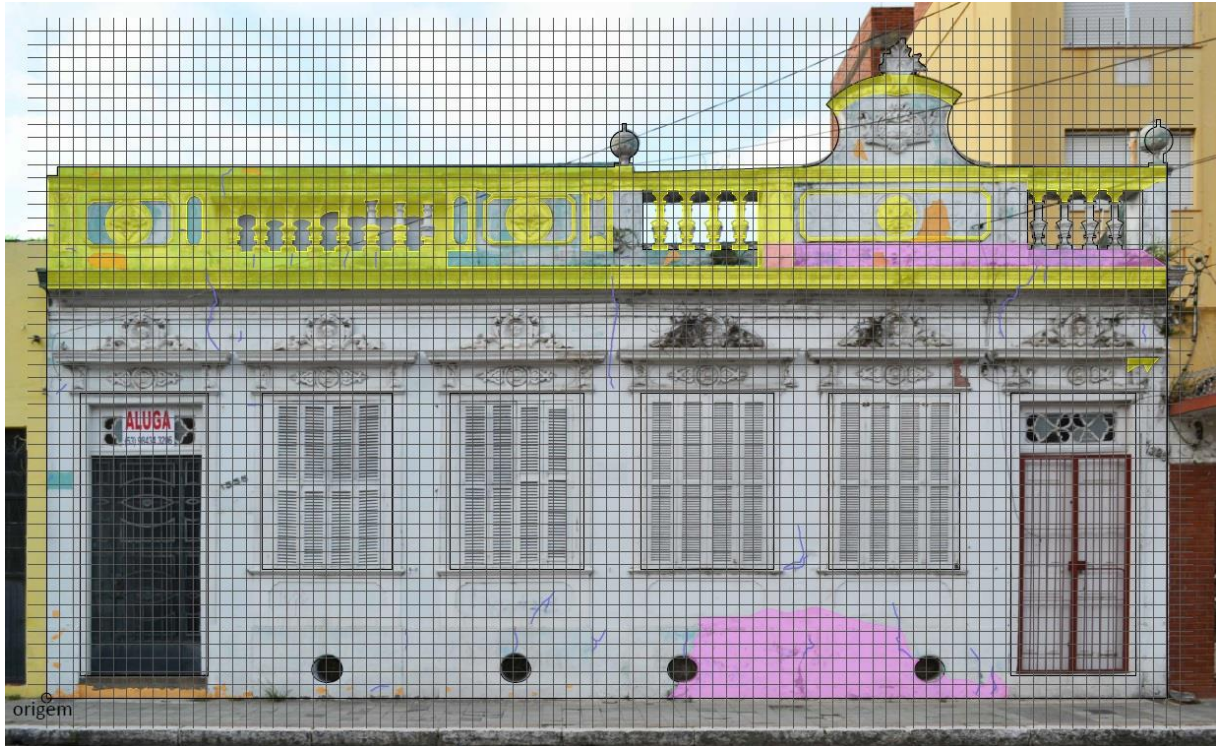


Figura 12 : Malha 0,15 m x 0,15 m.



Figura 13 : Malha 0,05 m x 0,05 m.

Importante destacar que, de acordo com Bueno (2012) as edificações antigas não eram projetadas a partir do sistema métrico decimal. As construções usavam como referência relações com o corpo humano, ou seja, palmos, pés, braços. Desta maneira, com base nos resultados do estudo das malhas e considerando que o



número 20 é múltiplo de 5 – e próximo da unidade de um palmo (22 cm) - optou-se por aplicar a malha de 0,05 m x 0,05 m, a qual contabilizou de maneira mais exata os danos existentes nas fachadas analisadas.

Foi sobreposta a malha com ponto de origem na extremidade inferior (Figura 14), reduzindo a área da malha, com vistas a proporcionar um resultado mais detalhado no levantamento.



Figura 14 : Sobreposição de malha para análise - Quadra 2.10 Rua Gonçalves Chaves, 817.

Ainda nesta etapa realizou-se o novo mapeamento dos danos o qual pressupõe a presença de determinado dano na malha como área afetada. Desta maneira, considera-se a área afetada por determinada manifestação patológica, Figura 15.



LEGENDA:

- EFLORESCÊNCIA
- MANCHAS DE MOFO, FUNGO, BOLOR E CROSTA NEGRA
- MANCHAS DE UMIDADE
- DESCOLAMENTO DE REBOCO
- DESCOLAMENTO DE PINTURA
- FISSURAS, TRINCAS, RACHADURAS
- SUJIDADE
- VEGETAÇÃO
- EMPOLAMENTO



LEGENDA MMD - SANTOS (2018):

- EFLORESCÊNCIA
- MANCHAS DE MOFO, FUNGO, BOLOR E CROSTA NEGRA
- MANCHAS DE UMIDADE
- DESCOLAMENTO DE REBOCO
- DESCOLAMENTO DE PINTURA
- FISSURAS, TRINCAS, RACHADURAS
- EMPOLAMENTO

Figura 15 : Ajuste do mapa de danos para o MMD - Quadra 2.10 Rua Gonçalves Chaves, 817.



Na sequência teve-se a quantificação das áreas danificadas, a partir da contagem simples de unidades de malha e multiplicação pela sua área, identificando o valor de área danificada por cada anomalia. Na etapa do cálculo do FD (Equação 1 – página 53) da fachada realizou-se o somatório das áreas danificadas de cada anomalia dividida pela área total da fachada. Nesta etapa obteve-se os valores das manifestações patológicas mais representativas nas fachadas, além do FDT de cada fachada. Para o FDrc (Equação 3 – página 54) fez-se necessário a divisão das fachadas em regiões. Como exemplificado na Figura 16, a fachada foi dividida em regiões, conforme indicado por Silva (2014) sendo estas: sacada, aberturas, cantos e extremidades, transição entre pavimentos, topo e paredes contínuas. Destaca-se que a área do porão ou a base das fachadas estão englobados na região de cantos e extremidades.



LEGENDA:

- SACADAS (SC)
- ABERTURAS (AB)
- CANTOS E EXTREMIDADES (CE)
- TRANSIÇÃO ENTRE PAVIMENTOS (TP)
- TOPO (TO)
- PAREDES CONTÍNUAS (PC)

Figura 16 : Divisão da fachada em regiões - Quadra 2.10 Rua Gonçalves Chaves, 817.

Após a divisão da fachada em regiões foi possível calcular o FDr. Esse índice leva em consideração a área com presença de anomalias em cada região da fachada (Figura 17), e considera-se nessa etapa todos os danos contidos no espaço da malha. O resultado do FDr apresentou distorção da realidade ao ser influenciado diretamente pelo tamanho da área da região e, por isso, foi ajustado e proporcionalizado.

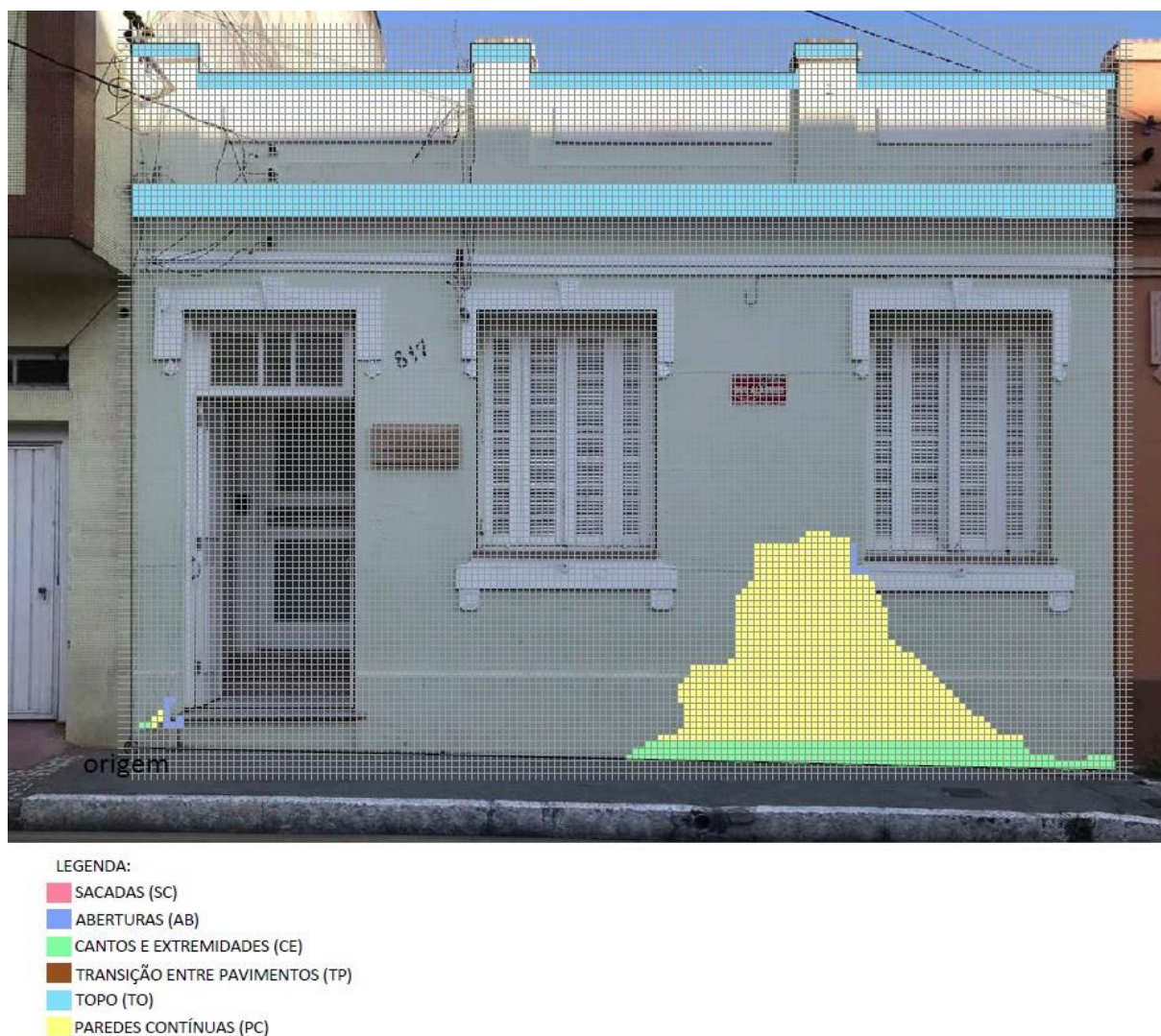


Figura 17 : Danos nas regiões - Quadra 2.10 Rua Gonçalves Chaves, 817.

Algumas regiões da fachada abrangem áreas muito maiores do que as outras, o que distorceria o resultado final da análise de incidência das anomalias, ou seja, regiões com maiores áreas apresentariam um maior índice de degradação quando comparada a regiões com menores áreas. Para corrigir essa desproporcionalidade, utilizou-se o CCr (Equação 2 – página 54). Após o cálculo do CCr, passou-se a última etapa no cálculo do MMD, que foi o cálculo do FDrc. O FDrc é obtido pela multiplicação

do FDr pelo seu respectivo CCr. Dessa maneira teve-se a representação mais aproximada da real recorrência dos danos presentes nas regiões da fachada.

Como etapa final, foi aplicado o Ip proposto por Taguchi (2010). O processo se desenvolve de maneira quantitativa e qualitativa, sendo levados em consideração aspectos como: a classe de severidade do dano avaliado, o grau de dano do elemento avaliado, a extensão dos danos avaliados e a urgência de intervenção. O IPg não foi aplicado uma vez que superestima os danos na relação de proporção entre a situação hipotética – situação extrema onde o grau de danos de cada dano observada é levado ao máximo com uma necessidade de intervenção mínima em todos os elementos da edificação - e a situação do elemento analisado.

Inicialmente no cálculo do Ip, foi quantificada a abrangência de ocorrência de cada um dos danos na fachada. Cabe salientar que os danos considerados por Taguchi (2010) são diferentes daqueles considerados no mapa de danos. Desta maneira, existem variações na mensuração das áreas conforme a Figura 18. Foram desconsideradas as manifestações patológicas de sujidade e vegetação. Além disso, foram agrupados em destacamentos: os descolamentos de reboco, descolamentos de pintura e empolamento. As manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra; e eflorescências foram agrupadas em manchas (presença mofo, fungo, bolor e crosta negra, eflorescências).





LEGENDA:

- EFLORESCÊNCIA
- MANCHAS DE MOFO, FUNGO, BOLOR E CROSTA NEGRA
- MANCHAS DE UMIDADE
- DESCOLAMENTO DE REBOCO
- DESCOLAMENTO DE PINTURA
- FISSURAS, TRINCAS, RACHADURAS
- SUJIDADE
- VEGETAÇÃO
- EMPOLAMENTO



LEGENDA (TAGUCHI, 2010):

- MANCHAS DE UMIDADE
- MANCHAS (presença de fungos, mofo, eflorescências)
- DESTACAMENTOS
- FISSURAS

Figura 18 : Ajuste do mapa de danos para o Ip - Quadra 2.8 Rua Dr. Cassiano, 251.

Após a mensuração da abrangência dos danos, passou-se a fase de definição dos fatores. Com o resultado da abrangência de cada dano aplicado no Quadro 1 (página 56) foi possível inferir a classe de severidade de cada dano. Além disso, o valor de  $B_i$  é um valor básico pré-estabelecido e referente ao tipo de danos também retirado do Quadro 1 (página 56).

O grau de danos apresentado no Quadro 2 (página 56) é um fator determinado a partir da aplicação da classe de severidade do dano observado no Quadro 1 (página 56). A extensão dos danos é fator referente ao local de incidência dos danos na edificação. Nesse caso, a amostra foi limitada a região da fachada e a extensão dos danos foi definida como: danos confinados em um ambiente, onde  $K_{3i} = 0,5$ , conforme apresentado no Quadro 3 (página 57).

Por fim, definiu-se o parâmetro  $K_{4i}$  que indica a urgência de intervenção, variando de 1 a 5, conforme apresentado no Quadro 4 (página 57). Considera-se 4 indicativos: grau de deterioração, consequências, segurança dos elementos e usuários, e forma de intervenção. Com o objetivo de adaptar o Quadro 4 (página 57) do método para fatores quantitativos e não apenas qualitativos se fez uma correlação com a abrangência dos danos, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6: Urgência de intervenção adaptado.

<b>Critério</b>	<b><math>K_{4i}</math></b>	<b>Abrangência dos danos</b>
Intervenção não necessária, pois, danos não afetam segurança, estética e durabilidade	1	0-5%
Danos devem ser reparados dentro de um período de 1 ano, para prevenção da durabilidade, segurança e servicibilidade	2 a 3	6-30%
Reparos imediatos, pois, estão afetando a segurança, servicibilidade	3 a 5	31-50%
Interdição temporária ou limitação de tráfego	5	>51%

Fonte: Autora.

Com o resultado de todos os fatores, variáveis e constantes relacionadas aos danos, calculou-se o  $I_p$  através da Equação 4 (página 55) e correlacionou-se os valores obtidos com o Quadro 5 (página 58).

### 3.3. Análise dos resultados

Como 3ª fase do trabalho teve-se a análise dos resultados e criação dos níveis de degradação para os bens integrantes do inventário do município, além da correlação dos danos com a orientação solar. Foram realizadas análises estatísticas

dos dados para desenvolvimento dos níveis de degradação, elaborando um instrumento para o auxílio na avaliação e monitoramento das manifestações patológicas das fachadas de edificações históricas.



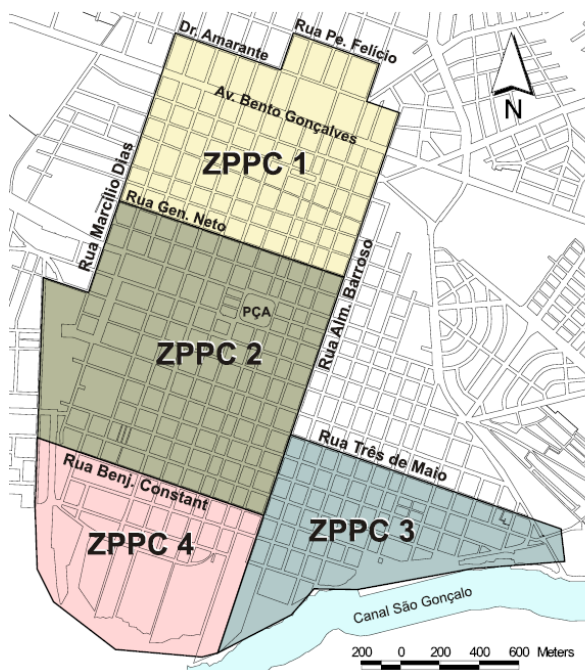
## **4. Definição da amostragem**

Este capítulo apresenta as etapas de definição da amostragem. Inicialmente são expostos os resultados do levantamento preliminar das fachadas, exibindo os recortes realizados, as manifestações patológicas mais representativas nesta etapa, os usos, os tipos de revestimento e as orientações solares das fachadas. Ao fim do capítulo são definidos e caracterizados os objetos de estudo.

### **4.1. Levantamento preliminar das fachadas**

O ponto de partida para seleção dos imóveis do estudo de caso desta pesquisa foi a relação dos imóveis do Inventário do Patrimônio Cultural de Pelotas. Tendo em vista magnitude do inventário, optou-se por trabalhar apenas com parte dele. Diante do universo de **2212** imóveis inventariados em toda cidade, a identificação daqueles inseridos na ZPPC objeto de estudo, foi o ponto de partida para uma primeira triagem dos exemplares.

Considerando-se a lei nº 4.568/2000, a qual declara as áreas da cidade como ZPPC e lista seus bens integrantes, é possível destacar quatro zonas, conforme apresentadas na Figura 19: Sítio do 1º Loteamento, Sítio do 2º Loteamento, Sítio do Porto e Sítio da Caieira. Optou-se por trabalhar com imóveis inseridos dentro dos limites da ZPPC 1 em vista de sua importância para formação da cidade, uma vez que representa o primeiro núcleo urbano. Dessa forma, destaca-se a importância de análise da ZPPC 1 em relação a morfologia urbana, sendo a região que possui as ruas mais estreitas (especialmente aquelas no sentido sudeste-noroeste) e, conseqüentemente, a situação mais crítica de insolação solar, principalmente ao considerar que o II Plano Diretor de Pelotas incentivou os processos de verticalização das edificações justamente no sítio histórico.

**ZPPC 1 - Sítio do 1º Loteamento:**

Corresponde ao primeiro núcleo urbano de Pelotas, configurado ao redor da antiga Igreja da Freguesia, atual Catedral São Francisco de Paula.

**ZPPC 2 - Sítio do 2º Loteamento:**

Região do entorno da Pça Cel. Pedro Osório que desde o século XIX caracteriza-se como o centro da cidade. Representa o poder e a riqueza da época das charqueadas, através de seus prédios de arquitetura eclética.

**ZPPC 3 - Sítio do Porto:**

Zona localizada à beira do Canal São Gonçalo onde eram desenvolvidas as atividades portuárias da cidade, importantes para o desenvolvimento da indústria do charque e dos produtos manufaturados.

**ZPPC 4 - Sítio da Caieira:**

Região onde eram realizadas atividades de fabricação da cal, nas imediações da linha férrea, junto à Rua Conde de Porto Alegre.

Figura 19 : Localização das Zonas de Preservação do Patrimônio Cultural de Pelotas.  
Fonte: Manual do Usuário de Imóveis Inventariados, 2008.

Dentre os imóveis pré-selecionados, algumas condicionantes foram impostas com o intuito de estabelecer as edificações passíveis de seleção para o estudo. Inicialmente, utilizou-se como critério de seleção os níveis de preservação estipulados pelo III Plano Diretor da cidade, optando-se por trabalhar com imóveis de nível 2, uma vez que nestes exemplares garante-se à preservação de suas características arquitetônicas externas, preservando assim de forma integral as fachadas públicas e a volumetria, podendo sofrer intervenções internas. Desta maneira, em virtude das possíveis modificações internas realizadas pelos proprietários, as edificações poderão apresentar manifestações patológicas decorrentes dessas intervenções. Após esta etapa de triagem chegou-se a um número de **394** imóveis.

A partir da escolha da ZPPC 1, selecionou-se **394** imóveis, nos quais realizou-se um levantamento preliminar das fachadas, através de inspeção visual e fotográfica com o objetivo de estabelecer critérios para triagem, caracterizar os imóveis e realizar a seleção dos objetos de estudo desta pesquisa. Para realização do levantamento foi determinante a ausência de barreiras físicas na frente das fachadas, além da inexistência de recuos frontais e laterais, muros, gradis e tapumes, tendo em vista o objetivo de realizar o levantamento do estado de conservação das fachadas. Além disso, foram eliminadas edificações com recuos laterais considerando-se que estas edificações possuem variáveis em relação a incidência solar. Com este critério chegou-se a uma pré-seleção de **359** exemplares, onde a Figura 20 apresenta uma

das edificações retirada da amostra por apresentar muros, recuos e localizar-se em um lote de esquina.



Figura 20 : Quadra 7.12 Avenida Bento Gonçalves, 3174.

Com a finalidade de sistematizar o levantamento de campo, estabeleceu-se uma classificação numérica para organizar a área de estudo. Conforme a Figura 21, as quadras da ZPPC 1 foram divididas em 7 linhas e 12 colunas num total de 84 quadras, sendo que destas, 73 quadras possuem imóveis inventariados nível 2.



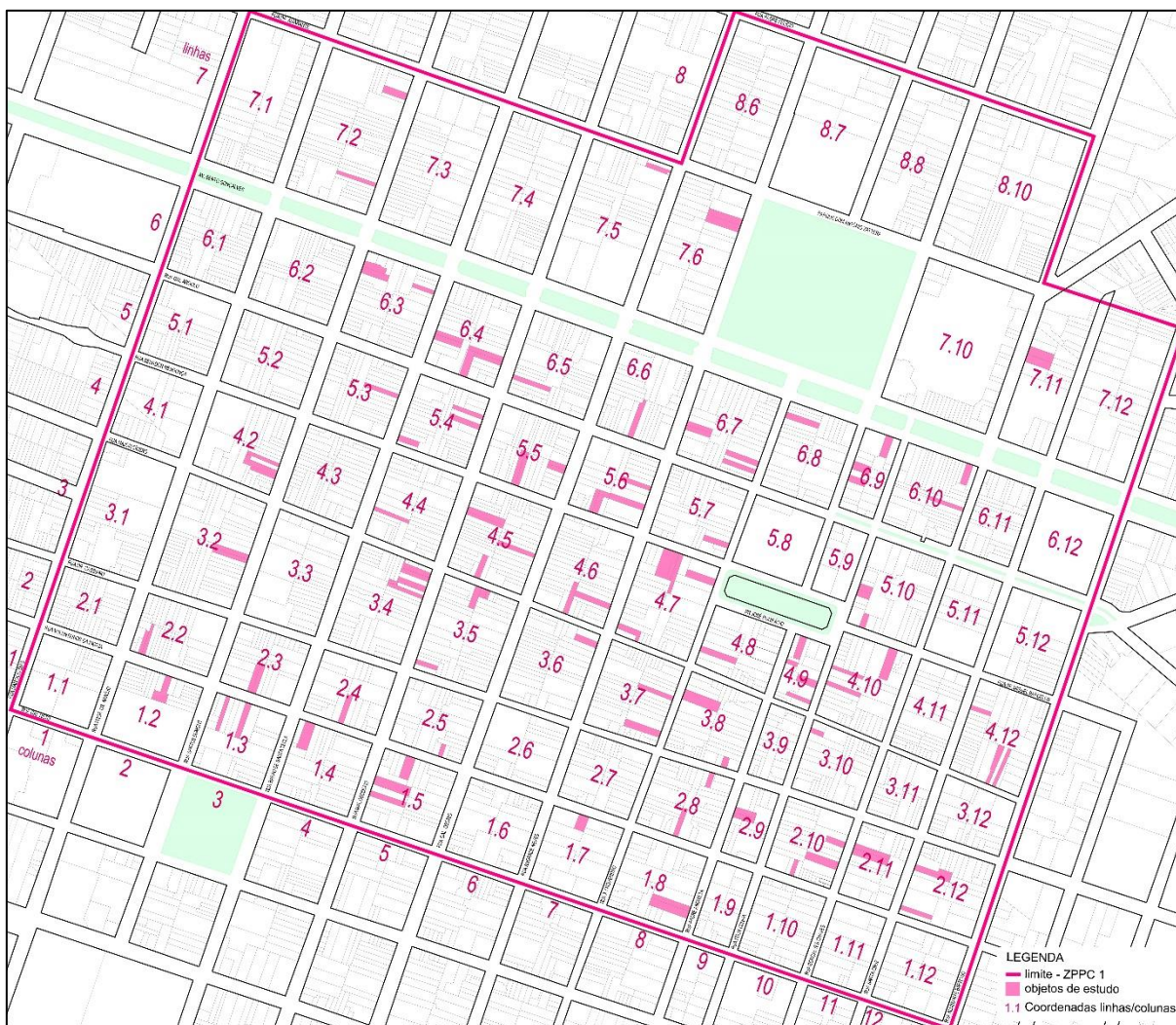


Figura 21 : Mapa ZPPC 1 – Levantamento de campo.

Fonte: Secretaria de Cultura de Pelotas (SECULT) – adaptado pela autora.

Além disso, com o objetivo de auxiliar a inclusão dos dados no acervo da Prefeitura e de ter informações padronizadas que pudessem ser sobrepostas aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), construiu-se um mapa com a nomenclatura utilizada pela Prefeitura, conforme a Figura 22, onde os quarteirões são numerados a partir do Cadastro de Quarteirão (CQ) e da numeração da sistematização desta pesquisa.



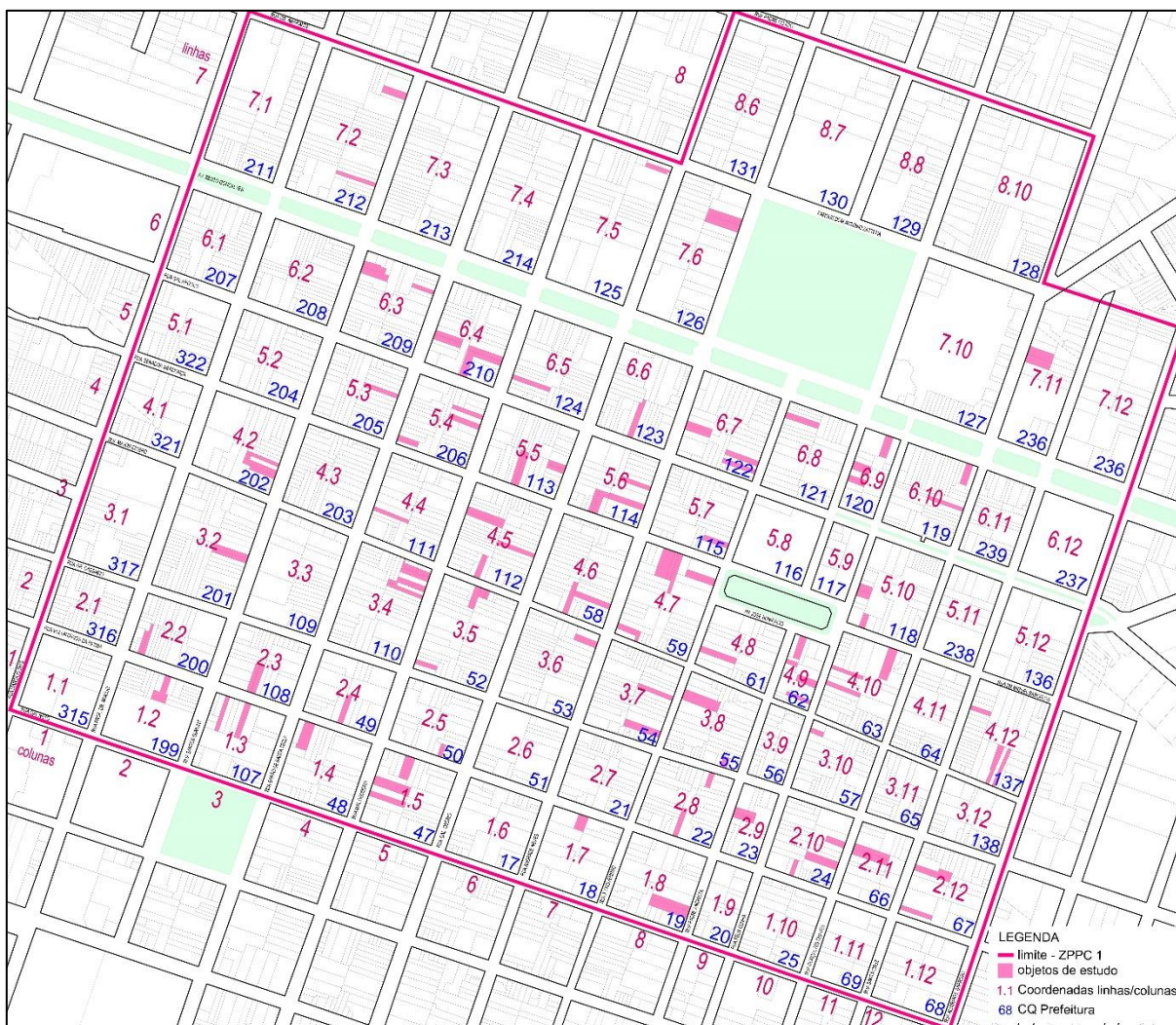


Figura 22 : Mapa ZPPC 1 – Levantamento de campo - CQ.

Fonte: Secretaria de Cultura de Pelotas (SECULT) – adaptado pela autora.

Para a identificação das fachadas fez-se um levantamento visual utilizando-se de parte da metodologia proposta por Lichtenstein (1986). Os levantamentos de campo foram realizados no outono (mês de abril) nos turnos da manhã (09h – 12h) e no turno da tarde (14h – 18h). Esta etapa de trabalho teve por finalidade o reconhecimento da amostra, sendo que para a catalogação dos imóveis foram feitas fotos de todas as 394 fachadas, conforme exemplificação na Figura 23. As fotos foram realizadas perpendiculares ao plano da fachada, ou seja, com ângulo de 90° entre as fachadas e a câmera fotográfica. Em vista da dificuldade da realização de fotos sem distorções, uma vez que o centro da cidade possui diversas ruas estreitas, além da presença de carros e vegetações, algumas fotos foram realizadas com deturpações na angulação conforme a Figura 24.





Figura 23 : Imóvel Q 7.6 - Andrade Neves, 363.



Figura 24 : Imóvel Q 4.10 - Rua Gonçalves Chaves, 915.

A partir da sistematização das quadras, foi elaborada uma tabela para o levantamento dos imóveis com o objetivo de caracterizar as edificações. Na referida Tabela 1 foram estabelecidas questões a serem abordadas: número de pavimentos, tipo de revestimento das fachadas, uso atual do imóvel e orientação solar.

Tabela 1 : Tabela de levantamento de campo Linha 1 – Q1.4.

<b>Linha 1</b>	nº	visual	uso	nº pav.	revestimento	observações	orientação solar
<b>QUADRA 1.4</b>							
Rua Mal. Deodoro	757						
	753						
	751						
	1312						

Na etapa do levantamento preliminar das fachadas levou-se em consideração os seguintes aspectos presentes na Tabela 1:

- Visual: Existência de determinados danos, demarcou-se a presença de mofo e bolor, descolamento de reboco e pintura, fissuras, sujeira, empolamento e vegetação.
- Quanto aos usos: classificou-se os imóveis em residencial, comercial, serviço, institucional, misto e sem uso.
- Quanto ao número de pavimentos: demarcou-se em térrea, dois pavimentos e três pavimentos e se o imóvel estava localizado na esquina.
- Quanto ao revestimento utilizado na edificação em análise: classificou-se em argamassa+pintura, cimento penteado<sup>4</sup> e cimento penteado+pintura.
- Coluna de observações: apontou-se informações tais como pintura recente da fachada, aplicação de massa texturizada, base da fachada com revestimento de mármore, pintura parcial do cimento penteado, etc.

Nesta etapa serão apresentadas as características coletadas na amostra total (359 imóveis) com finalidade de avaliar quais edificações são adequadas para aplicação dos métodos do estado de degradação das edificações. No que se refere aos usos dos imóveis classificou-se em residencial, comercial, serviço, misto, sem uso e institucional. A partir do levantamento, conforme a Figura 25, 43% dos imóveis são de uso para serviços, 23% de uso residencial e 18% são imóveis sem uso. Destaca-

<sup>4</sup> Revestimento externo - denominação especialmente comum no sul do Rio Grande do Sul - é uma das muitas formas de imitação de pedra encontradas pela construção civil, ao longo dos séculos (NEUTZLING, 2019). Esse revestimento é formado por um aglomerante, em geral cal e/ou cimento, agregando areia de diversas granulometrias e diversos minerais tais como mica, dolomita, calcita, entre outros (FRATTINI, 2006).

se que o uso para serviços como: escritório de advocacia (Figura 26), barbearia (Figura 27), lar de idosos (Figura 28), etc.

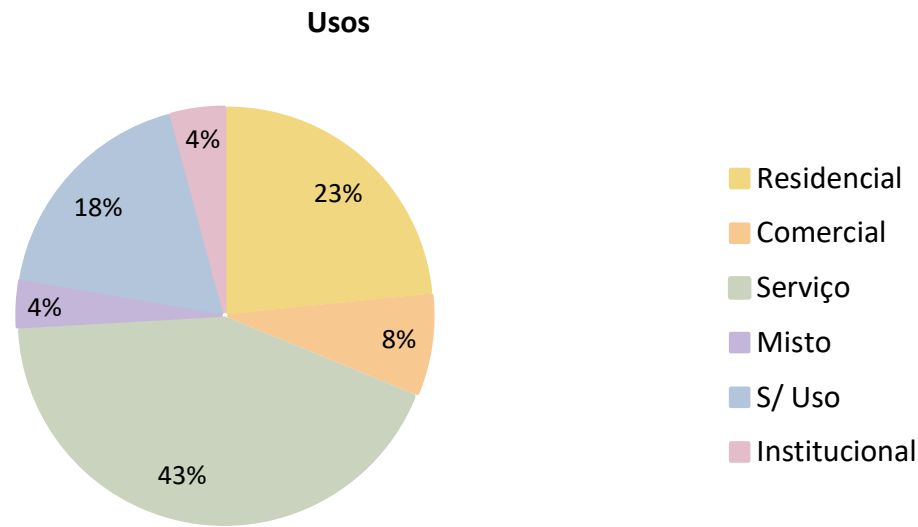


Figura 25 : Gráfico do uso dos imóveis em estudo (359 imóveis).



Figura 26 : Quadra 1.3 Rua Voluntários, 1431.





Figura 27 : Quadra 6.2 Rua Santos Dumont, 479.



Figura 28 : Quadra 4.9 Rua Félix da Cunha, 857.

Quanto ao número de pavimentos demarcou-se em térrea, dois pavimentos e três pavimentos e se o imóvel estava localizado na esquina. Conforme a Figura 29,

dos 359 imóveis, 84% da amostra são imóveis térreos, sendo apenas 1% dos imóveis de 3 pavimentos. Optou-se por selecionar edificações térreas, em vista da dificuldade da realização de fotos sem distorções uma vez que o centro da cidade possui diversas ruas com pequenas dimensões. Com este critério chegou-se a uma pré-seleção de **303** exemplares, em que a Figura 30 apresenta uma das edificações retirada da amostra em vista das fotos com distorções de angulação, ou seja, não no ângulo de 90°.

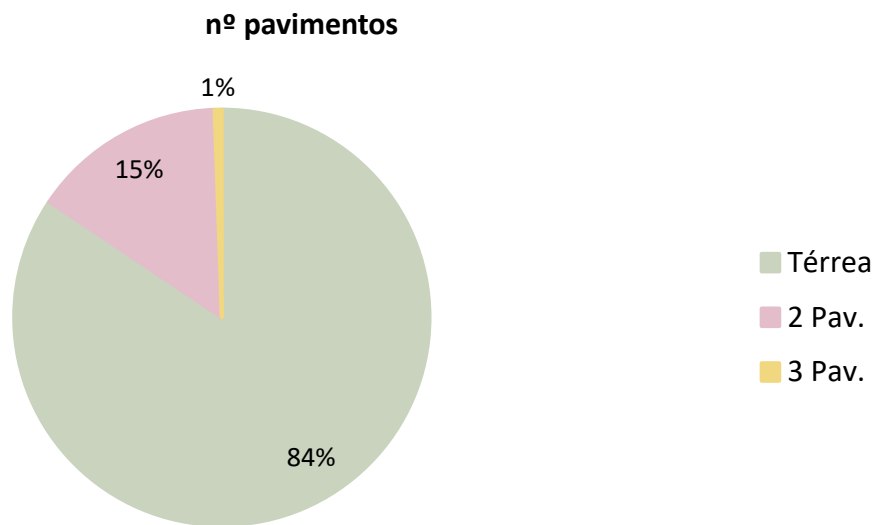


Figura 29 : Gráfico do número de pavimentos dos imóveis em estudo (359 imóveis).



Figura 30 : Quadra 1.8 Rua XV novembro, 664.



Além do número de pavimentos, foram retiradas da amostra edificações as quais tivessem grandes dimensões de fachadas, conforme a Figura 31 e a Figura 32, a qual para realização do trabalho seria necessária a produção de montagens fotográficas para obtenção da totalidade das fachadas. Nesta etapa chegou-se a uma pré-seleção de **279** imóveis.



Figura 31 : Quadra 1.4 Rua Deodoro, 1312.



Figura 32 : Quadra 2.10 Rua Félix da Cunha, 821.

Ademais, foram excluídas edificações com barreiras físicas em frente as fachadas, conforme as Figuras 33 e 34, como árvores, postes e paradas de ônibus. Nesta etapa chegou-se a uma pré-seleção de **203** imóveis.



Figura 33 : Quadra 2.9 Rua Voluntários da Pátria, 746.



Figura 34 : Quadra 3.2 Rua Santos Dumont, 335.

O levantamento referente aos tipos de revestimento utilizados nas fachadas apontou que o revestimento mais utilizado na área de estudo é argamassa+pintura, conforme a Figura 35, corroborando com o estudo de Terra (2001) o qual determinou esse revestimento como o mais utilizado na cidade de Pelotas. Delimitando a pesquisa, selecionou-se **168** edificações com mesmas características construtivas, excluindo os outros tipos de revestimento menos utilizados na cidade. Desta maneira, este trabalho irá se deter em fachadas com revestimento argamassado.

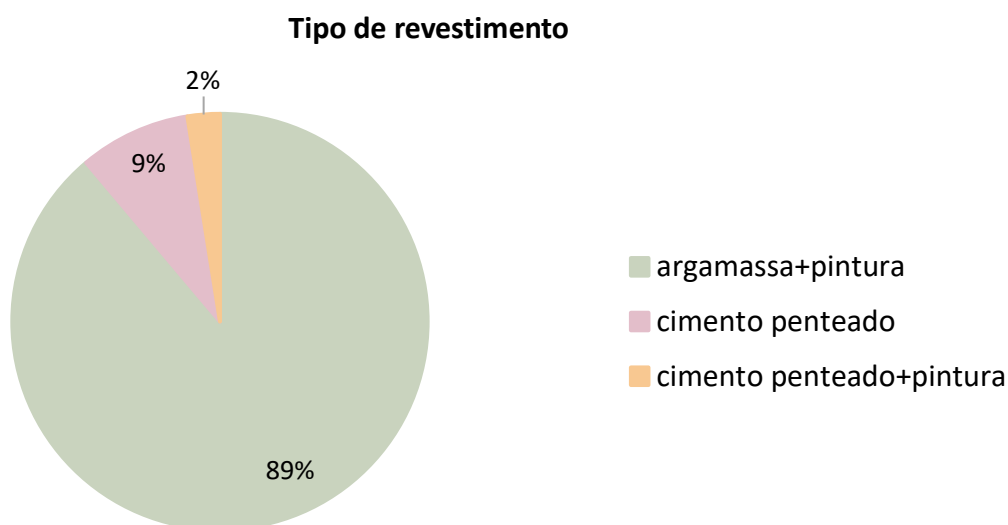


Figura 35 : Gráfico do tipo de revestimento dos imóveis em estudo (359 imóveis).

No tocante a presença das manifestações patológicas, identificadas na Tabela 1, foram excluídas edificações que não apresentaram danos. Além disso, retirou-se da amostra edificações em situação de arruinamento as quais não possuíam mais integridade interna da sua conformação. Com os referidos critérios de triagem, chegou-se a uma pré-seleção de **157** exemplares que apresentavam as características desejáveis para integrarem a amostra do estudo de caso.

No que tange as questões referentes a manifestações patológicas, os 157 imóveis selecionados apresentam maior ocorrência de fissuras (25,3%), sujidade (24,2%), seguido por descolamento de pintura (17,5%), conforme mostra a Figura 36.

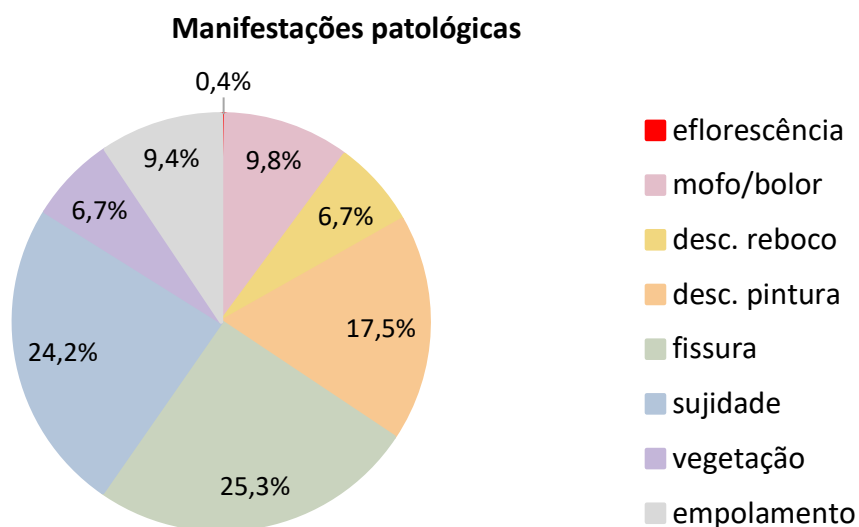


Figura 36 : Gráfico do tipo de manifestação patológica dos imóveis selecionados (157 imóveis).

Além disso, como apresentado na Tabela 2, para seleção dos objetos de estudo elegeram-se edificações com diferentes incidências solares a fim de comprovar ou não a existência de interferência da posição solar no surgimento das manifestações patológicas. Desta maneira, serão estudadas as edificações com fachadas de incidência solar nordeste, sudoeste, sudeste e noroeste, sendo retiradas da amostra edificações de esquina as quais possuem duas fachadas com diferentes incidências solares. Com este critério chegou-se a uma pré-seleção de **144** exemplares.

Tabela 2 : Relação entre orientação solar e nº de fachadas dos objetos de estudo.

Orientação Solar	Nº de imóveis
Nordeste	24
Sudoeste	28
Sudeste	55
Noroeste	37
Nordeste e Sudeste	6
Nordeste e Noroeste	1
Sudoeste e Sudeste	2
Sudoeste e Noroeste	4

Por fim, tem-se as observações levantadas em campo, onde foram apontadas informações tais como: pintura recente da fachada, aplicação de massa texturizada, base da fachada com revestimento de pedra, pintura parcial do cimento penteado, etc. A partir dessas observações foi possível perceber que os proprietários executam intervenções de conservação nas edificações como as pinturas periódicas, mas



também foi possível observar condutas improprias com o patrimônio histórico, como a aplicação de revestimentos pétreos nas fachadas.

O conceito de tipo também foi um critério abordado para seleção dos objetos de estudo. De acordo com Da Costa, Gonsales e Cotrim (2019) a ideia de tipo em arquitetura se reveste de uma variedade de significados e usos, recaindo muitas vezes na relação edifício/programa ou edifício/uso. Aragão (2006) enfatiza que a palavra tipo assume acepções diversas, dependendo do autor e da época a que pertence. O primeiro tratadista a formular teoricamente o conceito de tipo foi Quatremère de Quincy, em Paris, no final do século XVIII. A definição foi retomada no século XX por historiadores e arquitetos como Aldo Rossi, Aymonino e Panerai. Para além da discussão da vigência do conceito, neste trabalho, tipo foi tratado de acordo com o Programa de Revitalização Integrada de Jaguarão (PRIJ) (OLIVEIRA e SEIBT, 2005). O tipo é condicionado pela testada do lote, pela distribuição do programa de necessidades em planta (refletindo-se na fachada e na volumetria), pela função do prédio, pelos Códigos de Posturas da época de construção, pelo clima, topografia, etc. Desta maneira, foram retirados da pesquisa todas as edificações de tipo comercial (Figura 37) – cuja composição de fachada é determinada pelo ritmo de várias portas. O trabalho irá se deter em **140** fachadas de edificações de tipo casa de porta e janela, corredor lateral e de corredor central conforme a Figura 38.

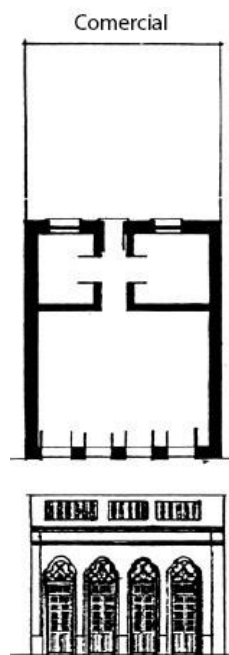


Figura 37 : Tipo: comercial.

Fonte: Autora adaptado de OLIVEIRA e SEIBT, 2005.

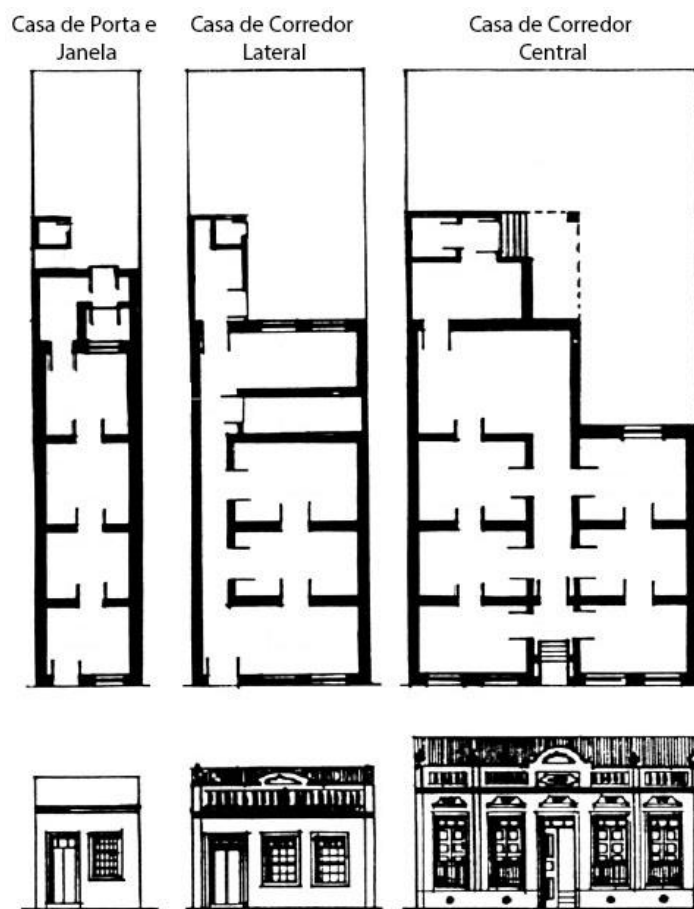


Figura 38 : Tipo: casa de porta e janela, casa de corredor lateral e casa de corredor central.  
 Fonte: Autora adaptado de OLIVEIRA e SEIBT, 2005.

Assim, as Figuras 39, 40 e 41 apresentam 3 fachadas de tipo porta e janela, casa de corredor lateral e casa de corredor central exemplares da arquitetura pelotense.



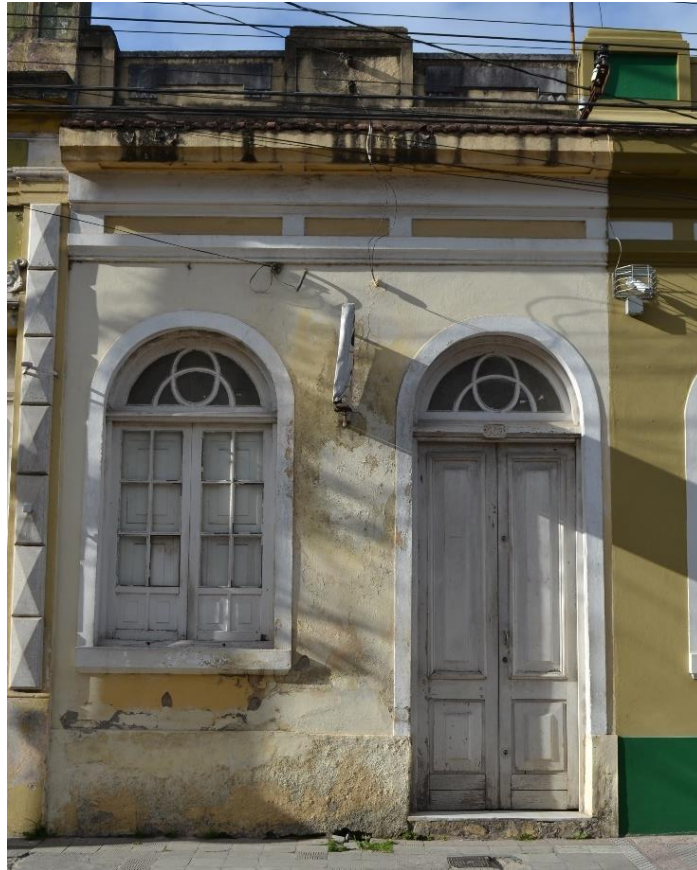


Figura 39 : Tipo: Casa de porta e janela em Pelotas/RS - Quadra 3.5 Rua Major Cicero, 403.

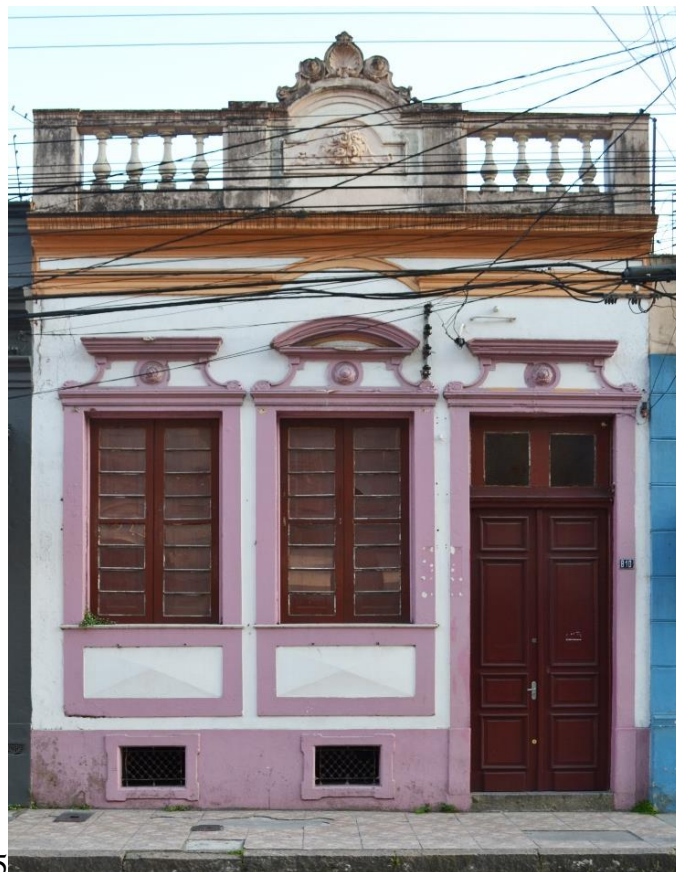


Figura 40 : Tipo: Casa de corredor lateral em Pelotas/RS - Q 2.8 – Rua Voluntários da Pátria, 810.



Figura 41 : Tipo: Casa de corredor central em Pelotas/RS - Q 7.11 – Rua Gonçalves Chaves, 2852.

Na contemporaneidade, o crescimento urbano, a constante evolução da tecnologia, o mercado imobiliário e, sobretudo, a implantação de novas tipologias e materiais na arquitetura, acarretam uma discrepância estilística e formal em relação aos bens históricos arquitetônicos. Tais fatores, associados a ausência e a ineficiência das políticas preservacionistas, resultam na deterioração e na descaracterização de exemplares do patrimônio arquitetônico. A descaracterização arquitetônica é resultante da perda das características originais derivadas das sucessivas intervenções inadequadas (RODRIGHIERO, 2019). O PRIJ se propõe em estabelecer graus de descaracterização afim de mensurar as intervenções no desenho original das construções. A classificação do PRIJ é disposta em íntegro, grau I, grau II, grau III e grau IV, sendo os últimos, com maior índice de descaracterização (OLIVEIRA e SEIBT, 2005).

Seguindo as classificações estabelecidos pelo PRIJ, esta pesquisa trabalhará com imóveis classificados como íntegros e grau I de descaracterização, ou seja, edificações com descaracterização leves que agredem a composição arquitetônica passíveis de serem retirados ou substituídos. A partir das fotografias realizadas durante o levantamento preliminar foi possível classificar as edificações e selecionar **91** edificações para a etapa do levantamento final das fachadas.

#### 4.2. Levantamento final das fachadas

Como última etapa da 1ª fase, realizou-se o levantamento final das fachadas com o intuito de realização de novas fotografias e a análise visual das fachadas. A partir dos objetos de estudo selecionados na etapa anterior, foram realizadas novas fotografias com o propósito de possibilitar a ampliação das fotografias para melhor análise - a câmera utilizada para o levantamento foi modelo Nikon D3100 de resolução 14.2 megapixels (3072 x 4608 pixels).

Além disso, em vista das dificuldades enfrentadas no levantamento preliminar das fachadas - presença de carros e pedestres - os levantamentos de campo foram realizados no turno da manhã (06:00h – 09:00h), levando em consideração horários e dias da semana nos quais o centro da cidade possui baixa movimentação, possibilitando desta maneira a realização de fotografias sem barreiras físicas. Como descrito na etapa anterior, as fotografias foram realizadas perpendiculares ao plano da fachada.

Para realização da 2ª fase desta pesquisa, fez-se necessário a realização do ajuste das fotografias em um software de tratamento de imagens, ajustando-se a perspectiva das fotografias conforme pode ser observado nas Figuras 42 e 43.



Figura 42 : Quadra 3.8 Rua Dr. Cassiano, 254.





Figura 43 : Quadra 3.8 Rua Dr. Cassiano, 254 – Ajuste de perspectiva.

Entre a etapa de levantamento preliminar e o levantamento final das fachadas, alguns imóveis sofreram intervenções de conservação como as pinturas e obras de requalificação das fachadas conforme a Figura 44 e Figura 45 nesses casos são apresentadas as fotografias do mesmo imóvel na etapa de levantamento preliminar e do levantamento final das fachadas.



Figura 44 : Levantamento preliminar da fachada - Quadra 1.3 Rua Voluntários da Pátria, 1405.



Figura 45 : Levantamento final da fachada - Quadra 1.3 Rua Voluntários da Pátria, 1405.

Após a análise dos 91 imóveis, optou-se pela exclusão de alguns imóveis em vista das intervenções de conservação e requalificação das fachadas. Desta maneira, concluiu-se que serão avaliadas **69 edificações**. Sendo os objetos de estudo com as seguintes características:

- Térrea;
- Sem interferências em frente à fachada;
- Revestimento argamassado com pintura;
- Posições solares: Nordeste, Sudoeste, Sudeste e Noroeste;
- Localizados no meio da quadra;
- Tipo: porta e janela, corredor lateral e corredor central.
- PRIJ: íntegra e Grau I de descaracterização.

Algumas das edificações selecionadas podem ser visualizadas nas Figuras 46, 47 e 48, estando no apêndice A desta dissertação as fichas das quadras com as edificações que integram a pesquisa.

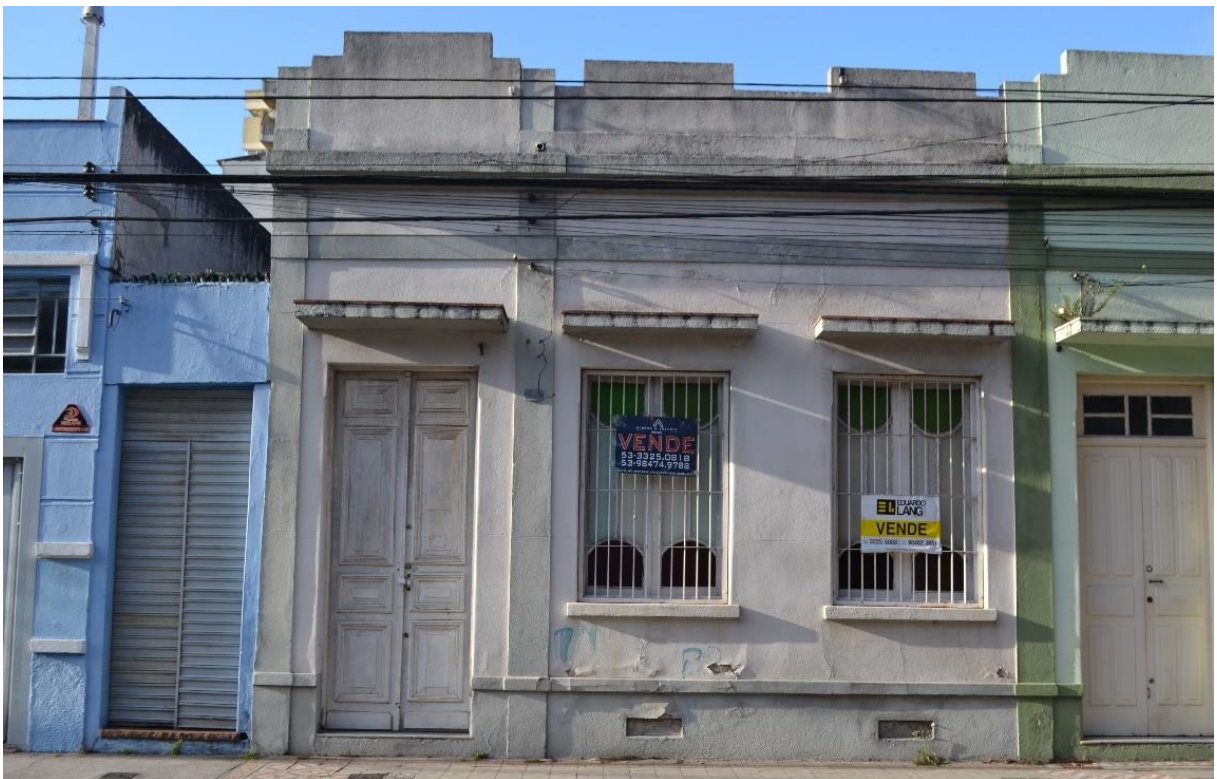


Figura 46 : Quadra 2.8 Rua Dr. Cassiano, 251.





Figura 47 : Quadra 1.8 Rua Padre Anchieta, 2091.



Figura 48 : Quadra 6.4 Rua Marechal Deodoro, 1009.



## 5. Resultados e Discussões

Este capítulo apresenta os resultados obtidos nas fases propostas para o desenvolvimento da pesquisa. O capítulo finaliza apresentando os resultados da avaliação da degradação das fachadas, determinando os níveis de degradação para inventário do município.

### 5.1. Mapa de danos das Fachadas Selecionadas

Na análise dos resultados do mapa de danos o percentual de manifestações patológicas detectadas em cada orientação solar das fachadas é exibido individualmente através de tabelas e gráficos. Além disso, os mapas de danos de todas as fachadas são apresentados no apêndice B desta dissertação.

A Figura 49 representa a ocorrência dos danos nas 69 fachadas, expressando as manifestações patológicas mais ocorrentes de maneira proporcional. As principais manifestações patológicas diagnosticadas na amostra foram manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra (53,4%), sujidade (27,0%), descolamento de pintura (8,6%) e empolamento (6,4%).

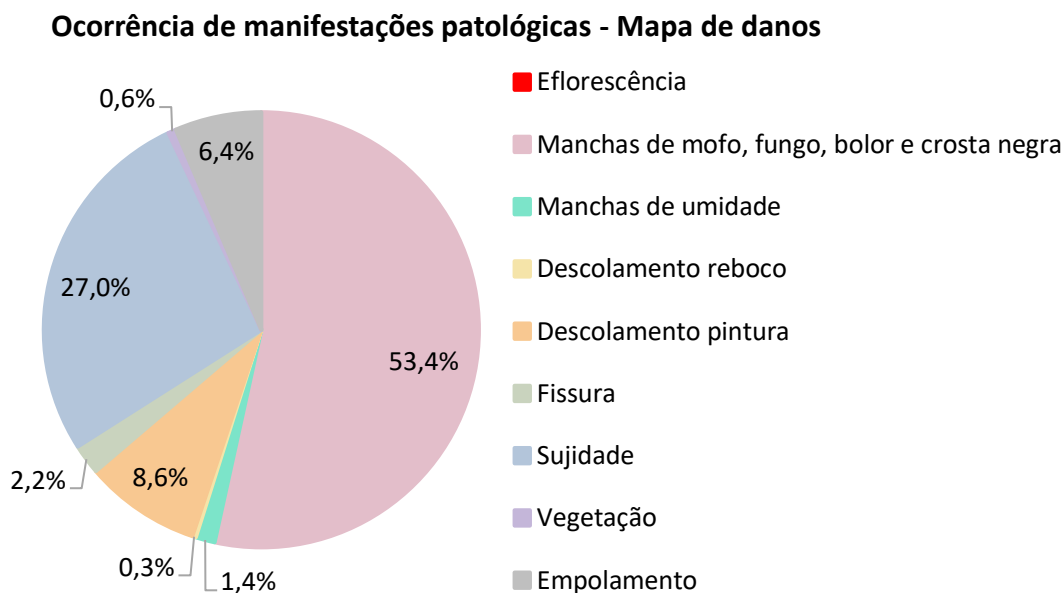


Figura 49 : Ocorrência de manifestações patológicas - 69 fachadas – Mapa de danos.

Destaca-se que as manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra são os danos mais recorrentes, fato que pode ser justificado pela existência de umidade, fator necessário para o desenvolvimento dessas manifestações patológicas.

Na Figura 50 é possível observar os danos referentes as manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra próximo ao chão. Esse resultado está relacionado a incidência de umidade próximo ao solo, por respingos ou também por ascensão de umidade por capilaridade, uma vez que as edificações objetos de estudo enquadram-se na arquitetura eclética do século XIX e não possuem impermeabilização das fundações. Além disso, a menor incidência solar por possíveis sombreamentos em vista das ruas de pequenas dimensões do centro da cidade é fator determinante. Como é possível observar na Figura 50, as gaterias responsáveis por fazer a ventilação foram vedadas, tornando assim, o ambiente propício para a proliferação de organismos vivos. O resultado corrobora com o trabalho de Tavares et al. (2011) o qual destaca as manifestações patológicas referentes a umidade ascensional decorrentes da falta de impermeabilização das fundações, da ausência de drenagem periférica do solo e do fechamento das gaterias



Figura 50 : Fachada Quadra 3.7 Rua XV de Novembro, 769 - Base.

Nota-se ainda a incidência de manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra no topo das fachadas conforme a Figura 51. As manchas são justificadas pela presença também de umidade advinda das coberturas com calhas obstruídas, além de acúmulo de poeira responsável pela formação da crosta negra. Segundo Pavão (2016) as coberturas de edifícios antigos são um elemento construtivo que apresenta um quadro patológico sistemático, pelo fato de ser um elemento envolvente do edifício, sujeito à ação da água da chuva, das variações de temperatura, do vento carregado de poeiras, da poluição, etc. Sendo a água um dos principais agentes da deterioração, Guimarães (2009) destaca a ação das chuvas sobre os sistemas de drenagem pluvial deficientes como causa para o surgimento de danos.



Figura 51 : Fachada Quadra 3.8 Rua Dr. Cassiano, 254 - Coroamento.

As fachadas analisadas apresentam grande incidência de sujidade. Estas manchas estão localizadas principalmente nas extremidades inferiores e superiores das fachadas além dos ornamentos, conforme as Figuras 52 e 53, tendo como origem as intempéries, poluição e o homem.





Figura 52 : Fachada Quadra 1.7 Rua Voluntários da Pátria, 1023- Coroamento.

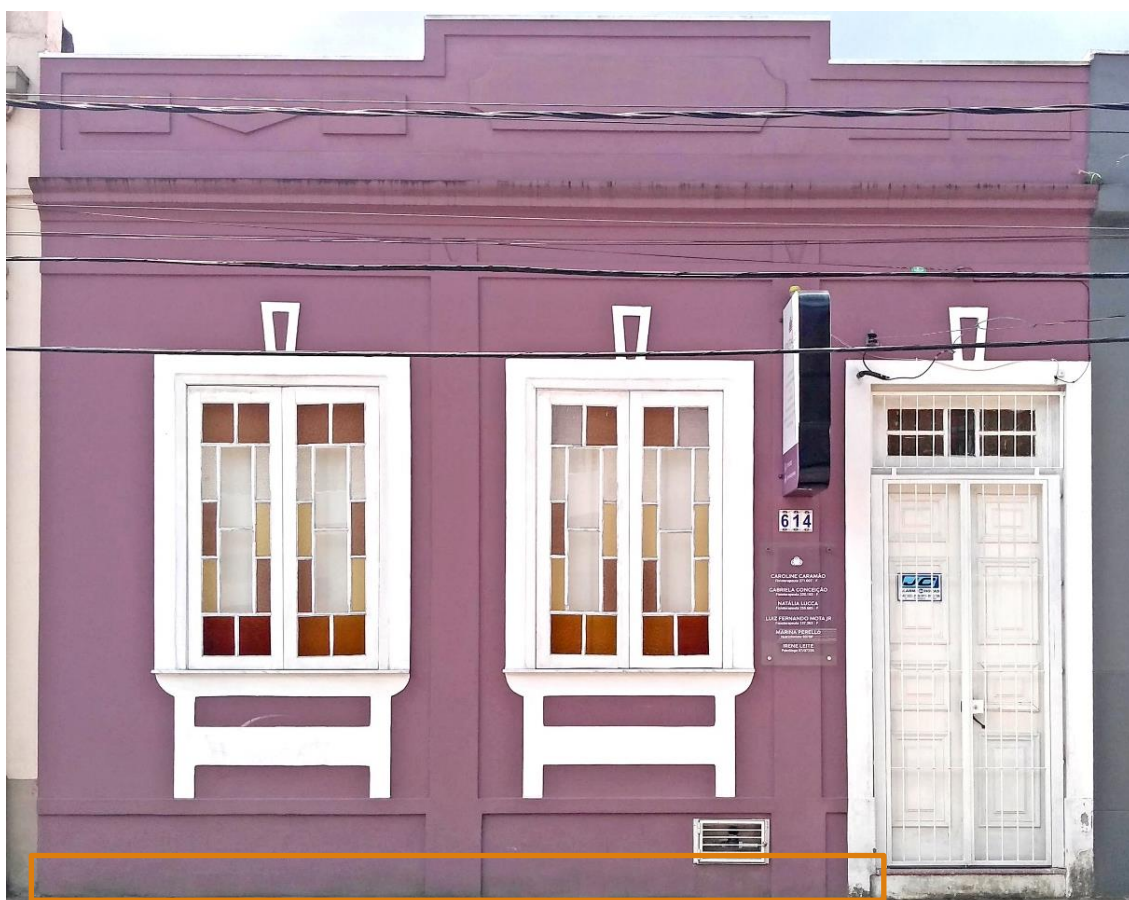


Figura 53 : Fachada Quadra 5.10 Rua Miguel Barcellos, 614 - Base.

O cálculo da abrangência de danos da fachada é a relação entre a área de ocorrência de determinada manifestação patológica e a área da fachada. Desta maneira, o cálculo da abrangência total de danos – somatório das abrangências de cada tipo de dano - é um fator preponderante para agrupar e classificar as fachadas frente ao seu estado de conservação. Conforme apresentado na Figura 54, as fachadas são agrupadas a partir de sua orientação solar, tendo como média da abrangência total de danos das 69 fachadas o valor de 22,0%.

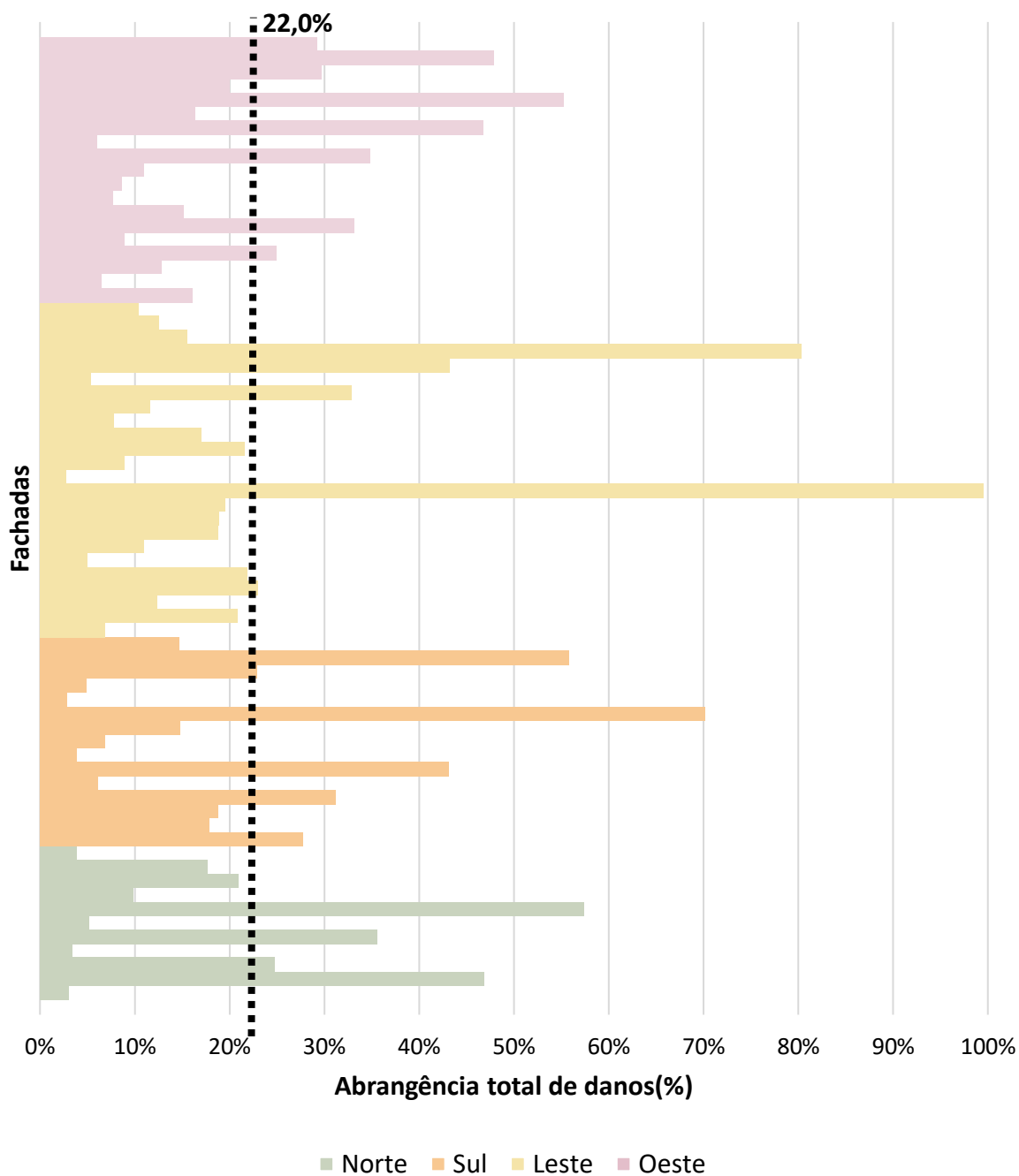


Figura 54 : Abrangência de danos por orientação solar - 69 fachadas – Mapa de danos.

A partir da quantificação das manifestações patológicas por meio da abrangência de danos foi calculado a abrangência total, conforme apresentado na Tabela 3. Além disso, é apresentado a média da abrangência total de danos das fachadas por orientação solar.

Cabe ressaltar, conforme a Tabela 3, que os valores da média da abrangência total de danos das fachadas não apresentaram diferença significativas em virtude da variabilidade de abrangência de danos nas fachadas (desvio padrão e desvio padrão relativo), mesmo nas situadas na mesma orientação solar, conforme demonstrado na Figura 53. Os valores de abrangência total para cada orientação foram influenciados pela porcentagem de fachadas analisadas em cada orientação solar.

Tabela 3 : Abrangência de danos por orientação solar – Mapa de danos.

Orientação solar	Nº de fachadas	Porcentagem da amostra total (%)	Abrangência total de danos (%)	Média da abrangência total de danos (%)	Desvio Padrão (%)	Desvio Padrão Relativo (%)
Nordeste	11	15,9%	228,3%	20,8%	18,8%	90,5%
Sudoeste	15	21,7%	341,5%	22,8%	20,0%	88,0%
Sudeste	24	34,8%	527,6%	22,0%	23,0%	104,6%
Noroeste	19	27,5%	430,8%	22,7%	15,2%	67,1%
<b>Total</b>	69	100%	1528,2%	22,0%		

Em contrapartida, foi possível observar a partir da Figura 55, a diferença de ocorrência de cada tipo de manifestação patológica frente a orientação solar. As fachadas orientadas para nordeste possuem 20,8% de abrangência de danos sendo a maior incidência de manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra (40,7%); fachadas sudoeste possuem 22,8% de abrangência de danos sendo a maior incidência de manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra (76,1%); fachadas sudeste possuem 22,0% de abrangência de danos sendo a maior incidência de manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra (50,1%) e fachadas noroeste possuem 22,7% de abrangência de danos sendo a maior incidência de manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra (45,6%).

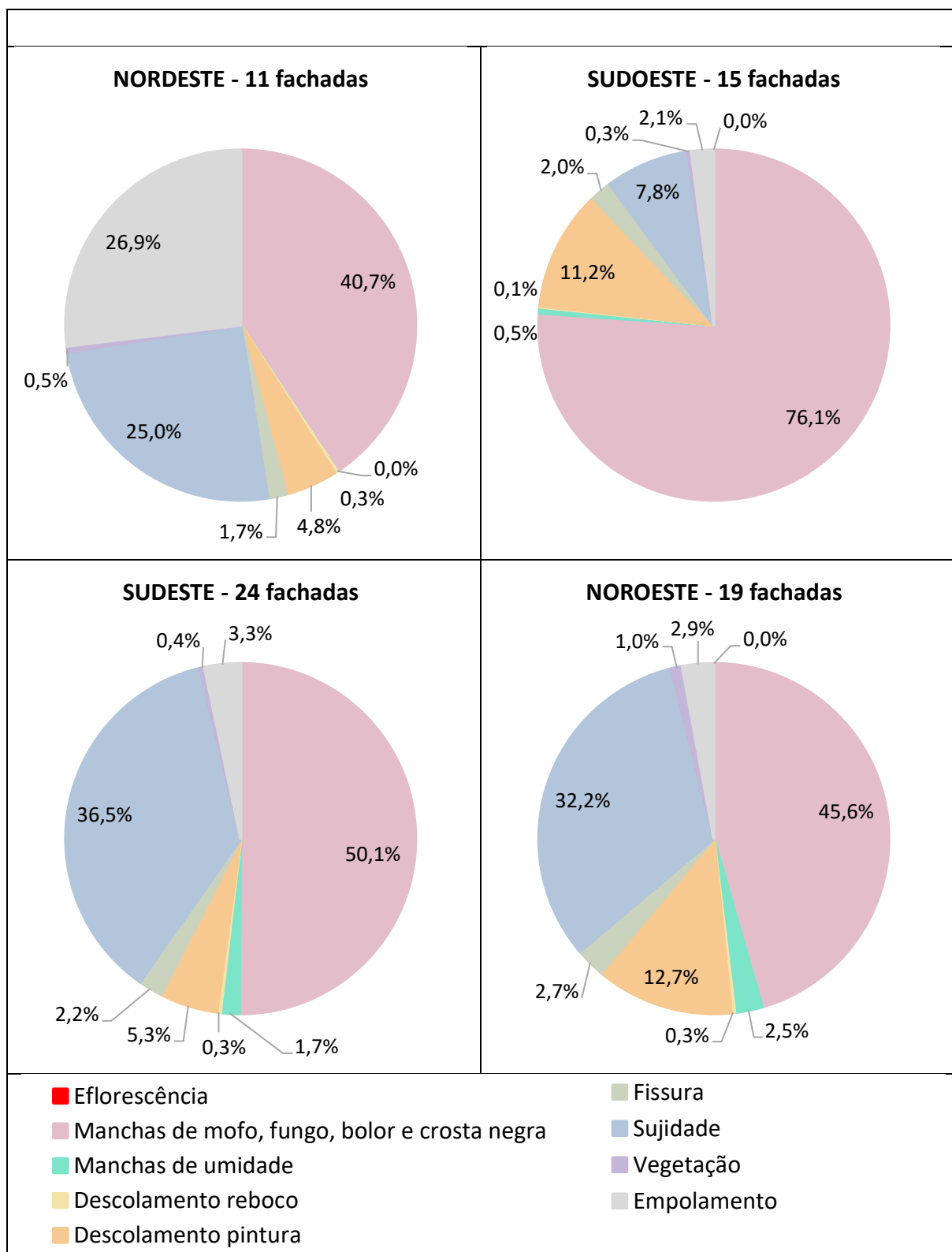


Figura 55 : Ocorrência de manifestações patológicas – Mapa de Danos – Por orientação solar.

É possível observar na Figura 55 maior incidência de manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra na orientação solar sudoeste, pois o bolor se manifesta de maneira mais proeminente em fachadas pouco expostas ao sol. Além disso, todas as



orientações solares apresentaram valores significativos de sujidade advindas das intempéries, da poluição e da ação do homem. Cabe destacar também o alto índice de empolamento (26,9%) incidindo nas fachadas orientadas para nordeste. A presença da umidade nestas fachadas leva a formação de zonas com empolamento e não somente a manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra. Essas áreas com empolamento geralmente antecedem o descolamento e o esfarelamento do revestimento. Desta maneira, essa informação corrobora com a elevada incidência de descolamento de pintura (11,2%) nas fachadas orientadas para sudoeste conforme a Figura 55, uma vez que nestas fachadas tem-se a falta de incidência solar aliada a presença de umidade.

Destaca-se que as fachadas orientadas para nordeste e sudoeste estão voltadas para as travessas, ou seja, para as ruas mais estreitas. Considerando além da morfologia da cidade os processos de verticalização, as fachadas nordestes podem ser prejudicadas por a soma de fatores: largura da via e altura das edificações de entorno.

## **5.2. Análise pelo Método de Mensuração da Degradação (MMD)**

Na análise dos resultados da aplicação do MMD, o percentual de manifestações patológicas é analisado através do FD, FDt e FDrc. Os valores são agrupados por orientação solar e apresentados através de tabela e gráficos. As representações gráficas da aplicação do método nas fachadas são apresentadas no apêndice C desta dissertação.

Na aplicação do MMD, em comparação com o mapa de danos realizado na etapa anterior, retira-se da classificação a presença de sujidade e vegetação. Estes danos são removidos através de lavagem no caso da sujidade e através da retirada do material biológico e limpeza do local no caso da vegetação. Além disso, a vegetação encontrava-se de maneira superficial na base e nos ornamentos em um pequeno número de fachadas. Considerou-se apenas: descolamento de pintura, descolamento de reboco, fissura, eflorescência, manchas de umidade e manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra.

A Figura 56 representa a ocorrência dos danos nas 69 fachadas, expressando as manifestações patológicas mais ocorrentes de maneira proporcional. Assim, as principais manifestações patológicas diagnosticadas nas 69 fachadas a partir do MMD

foram manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra (67,5%), seguida de descolamento de pintura (15,3%), empolamento (7,7%) e fissura (7,1%).

#### Ocorrência de manifestações patológicas - MMD

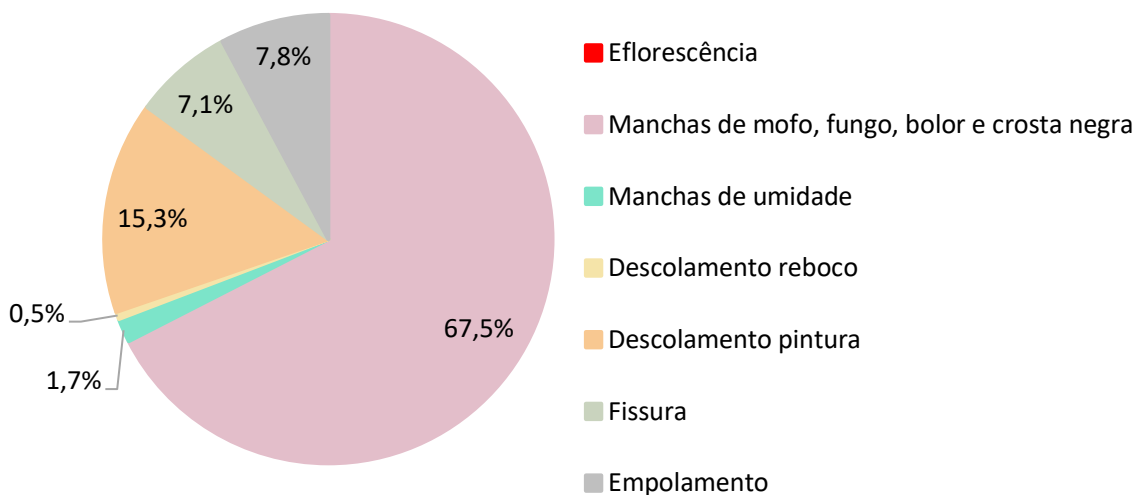


Figura 56 : Ocorrência de manifestações patológicas - 69 fachadas – MMD.

Na análise comparativa dos resultados entre a ocorrência das manifestações patológicas do mapa de danos na Figura 49 e do MMD Figura 56 mantém-se comprovado o dano mais recorrente sendo as manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra. Os danos os quais ocorrem em pequenas dimensões, porém dispersos por toda a fachada como o descolamento de pintura, empolamento e fissuras, tiveram seus valores aumentados de forma significativa. Isto está relacionado com a sobreposição dos danos na malha, uma vez que toda a área afetada de determinada manifestação patológica deve ser considerada.

O FD é calculado através da relação entre a área de manifestação patológica e a área total da fachada. Desta maneira, as fachadas com maiores valores de FD são aquelas que possuem alto processo de degradação. Comparativamente, ao se desconsiderar dois tipos de manifestação patológica no MMD, o estado de degradação se tornou menor que o mapa de danos. Além disso, o  $\overline{FDt}$  é um fator importante para classificar e agrupar as edificações frente ao seu estado de conservação, conforme apresentado na Figura 57, tendo como  $\overline{FDt}$  (Fator de Dano Total médio) das 69 fachadas o valor de 20,7%.

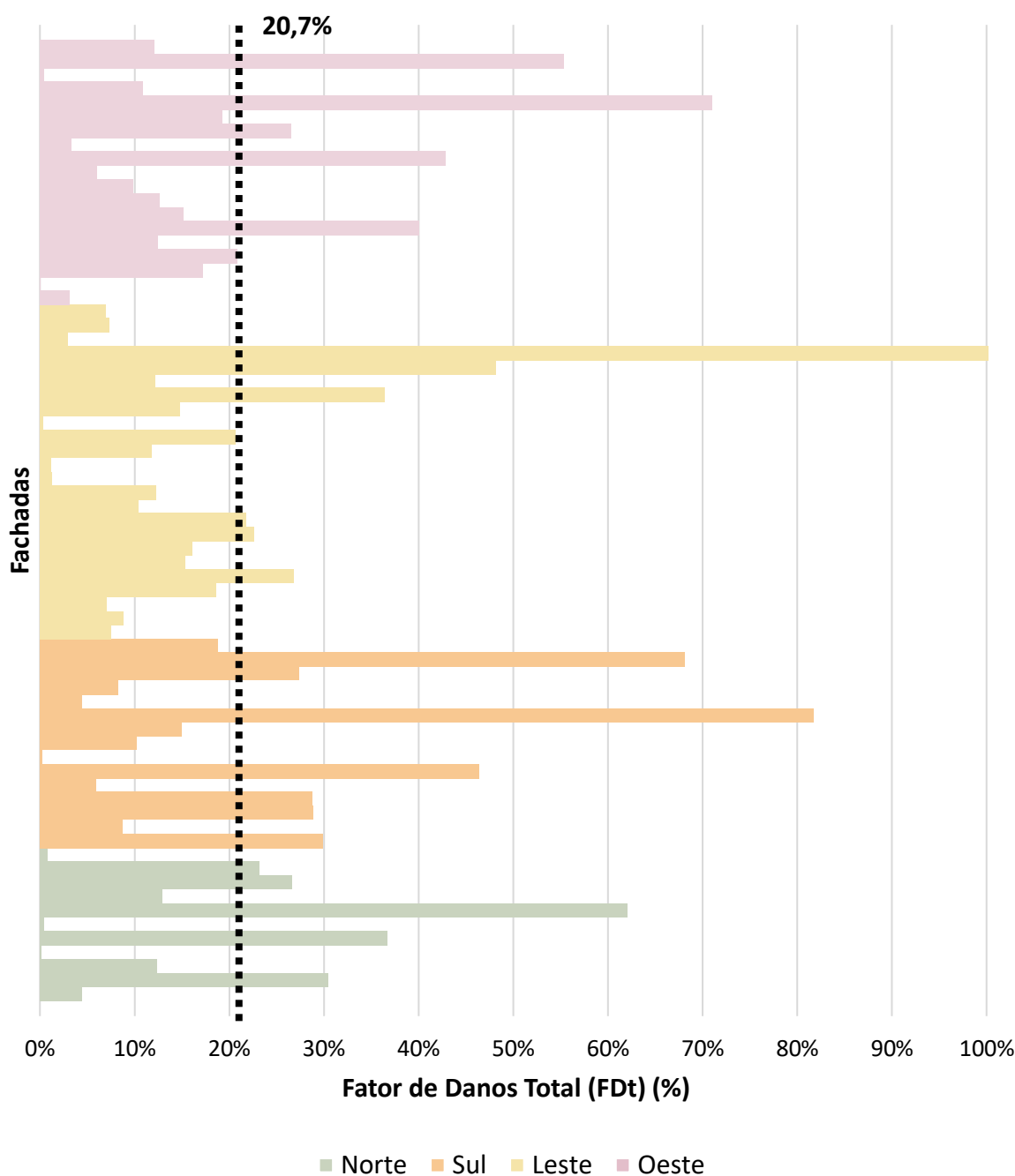


Figura 57 : Fator de danos total por orientação solar - 69 fachadas – MMD.

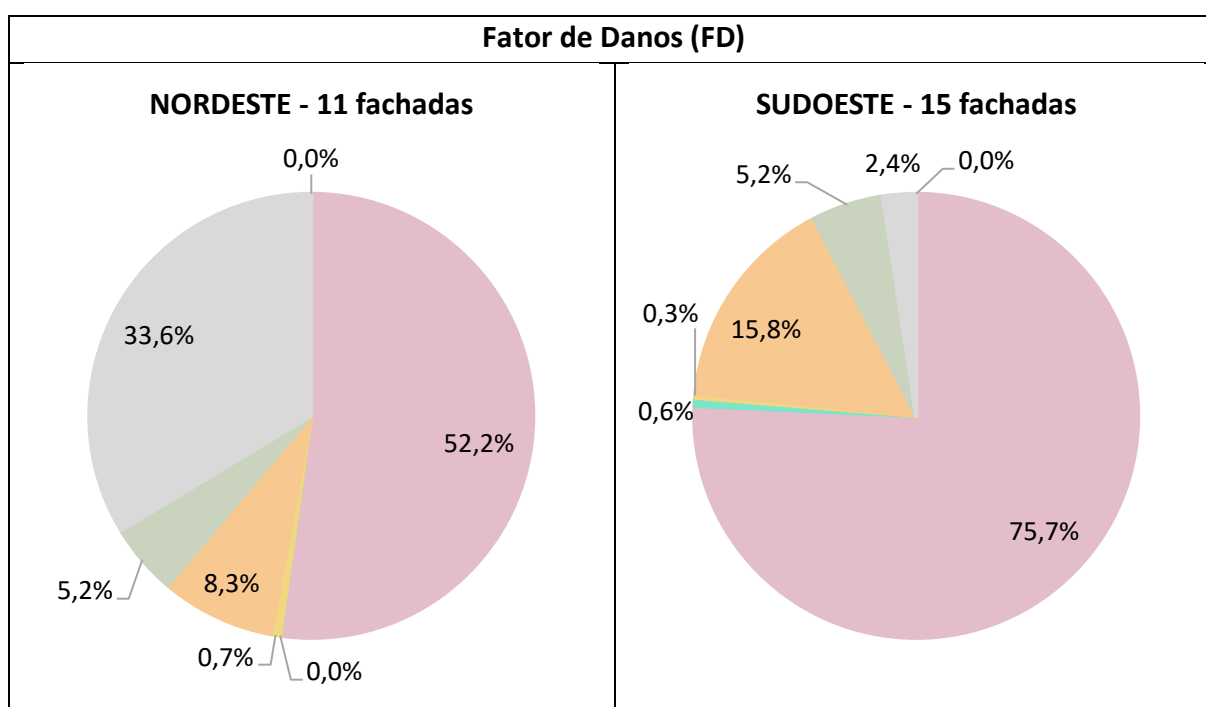
A partir da quantificação das manifestações patológicas por meio do FD foi calculado o FDt das fachadas, conforme apresentado na Tabela 4. Além disso, é apresentado o  $\overline{FDt}$  das fachadas por orientação solar. Tendo em vista que a aplicação do MMD se baseia na construção do mapa de danos, assim como na etapa anterior, não foi possível correlacionar a posição solar com o surgimento de manifestações patológicas.

Tabela 4 : Fator de Danos Total médio por orientação solar – MMD.

Orientação solar	Nº de fachadas	Porcentagem da amostra total (%)	FDt (%)	$\overline{FDt}$ (%)	Desvio Padrão (%)	Desvio Padrão Relativo (%)
Nordeste	11	15,9%	210,0%	19,1%	19,2%	100,7%
Sudoeste	15	21,7%	382,5%	25,5%	23,7%	93,1%
Sudeste	24	34,8%	440,0%	18,3%	22,4%	122,0%
Noroeste	19	27,5%	379,1%	20,0%	19,4%	97,0%
<b>Total</b>	69	100%	1411,7%	20,7%		

Cabe ressaltar, conforme a Tabela 4, que os valores de  $\overline{FDt}$  não apresentaram diferença significativas (desvio padrão e desvio padrão relativo) em virtude da variabilidade de abrangência de danos nas fachadas, mesmo naquelas situadas na mesma orientação solar, conforme demonstrado na Figura 57. Os valores de FDt para cada orientação foram influenciados pela porcentagem de fachadas analisadas em cada orientação solar.

No que tange as questões referentes a diferença de incidência de cada tipo de manifestação patológica frente a orientação solar, a partir da Figura 58, é possível observar o FD. As manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra são os danos mais recorrentes em todas as orientações solares: nordeste (52,2%), sudoeste (75,7%), sudeste (70,4%) e noroeste (60,5%). Desta maneira, os resultados se assemelham aos resultados do mapa de danos.



(continuação)

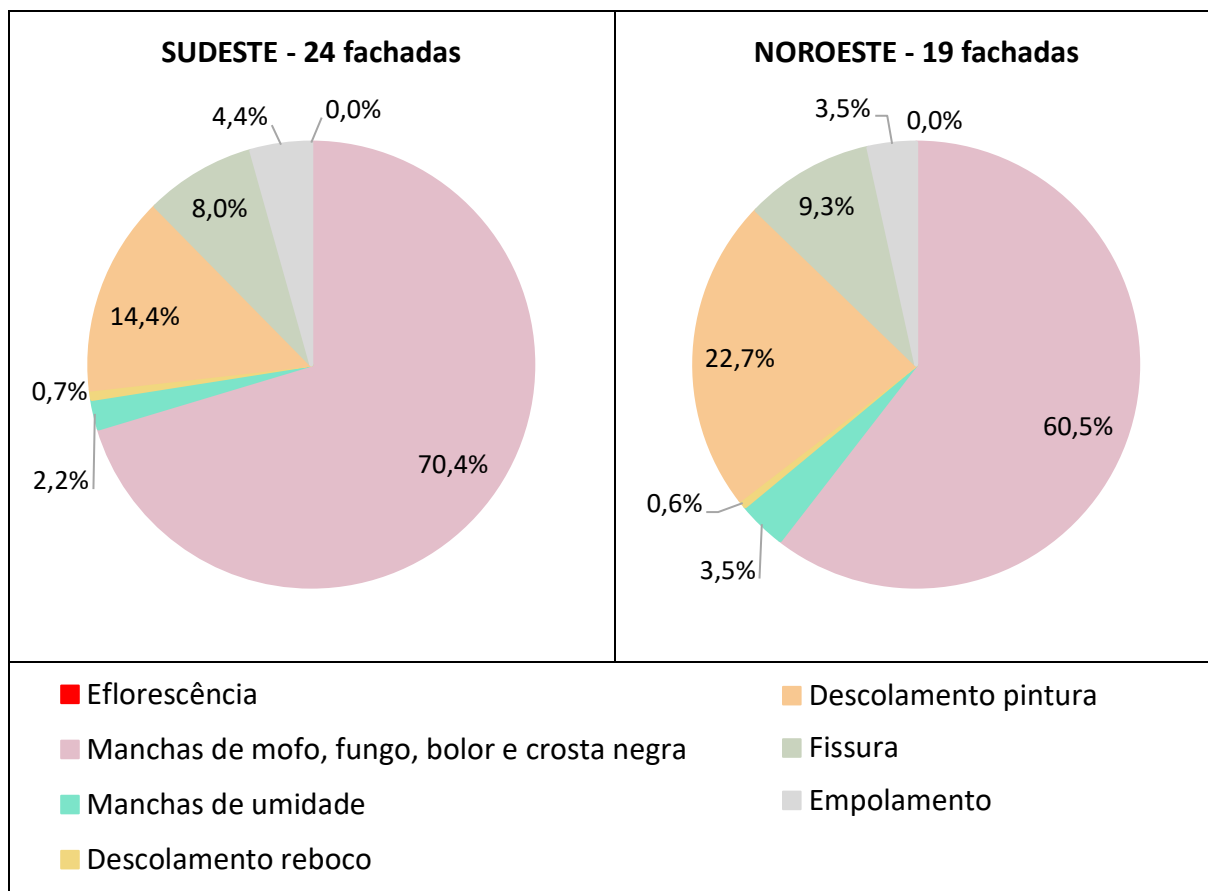


Figura 58 : Fator de dano manifestações patológicas – MMD – Por orientação solar.

As fachadas orientadas para sudoeste apresentaram maior incidência de manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra, explicada pois o bolor se manifesta em fachadas pouco expostas ao sol. As fachadas orientadas para sudeste e noroeste obtiveram também valores significativos de manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra, descolamento de pintura e fissuras. A orientação solar sudeste recebe incidência solar durante o período da manhã, já orientação oeste recebe a radiação solar durante o período da tarde. Desta maneira, as fachadas orientadas para sudeste e noroeste recebem a radiação solar em períodos específicos, dificultado a secagem das fachadas quando submetidas a chuva, umidades capilares, umidades acidentais etc. Em razão da presença de umidade nessas fachadas tem-se o favorecimento das manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra, além do surgimento de danos relativos à presença de umidade como o descolamento de pintura e as fissuras.

As porcentagens do FDrc das 69 fachadas são apresentadas na Figura 59. O valor de FDrc é obtido pela multiplicação do FDr pelo seu respectivo CCr. A correção desses valores se faz necessário para compensar a relação entre as regiões que apresentam áreas menores. Nesta etapa de cálculo, considera-se todas as manifestações contidas no espaço da malha, portanto, fachadas que possuem sobreposições de danos tem seu valor de degradação reduzidos uma vez que se encontram degradadas de maneira homogênea. Por outro lado, as fachadas que possuem danos pontuais e poucas sobreposições de danos mantém seu valor de dano semelhante ao FDt.

Dentre as 69 fachadas sem considerar-se a incidência solar conforme a Figura 59, as regiões de topo (53,4%) apresentaram as maiores incidências de manifestações patológicas. As regiões de cantos e extremidades (20,2%), região de aberturas (13,9%) e região das paredes contínuas (12,5%) também apresentaram valores elevados. Uma vez que as edificações objetos de estudo desta pesquisa são térreas as regiões de transição entre pavimentos assinalaram 0,0% do percentual e, além disso, poucas edificações apresentam sacadas ou balcões, portanto, a região das sacadas apresentou valores também de 0,0%.

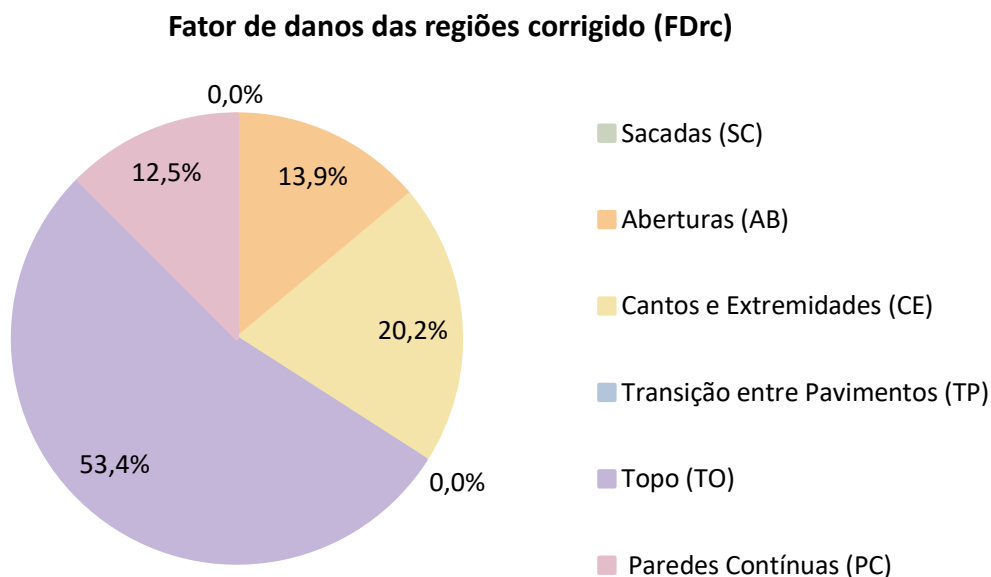
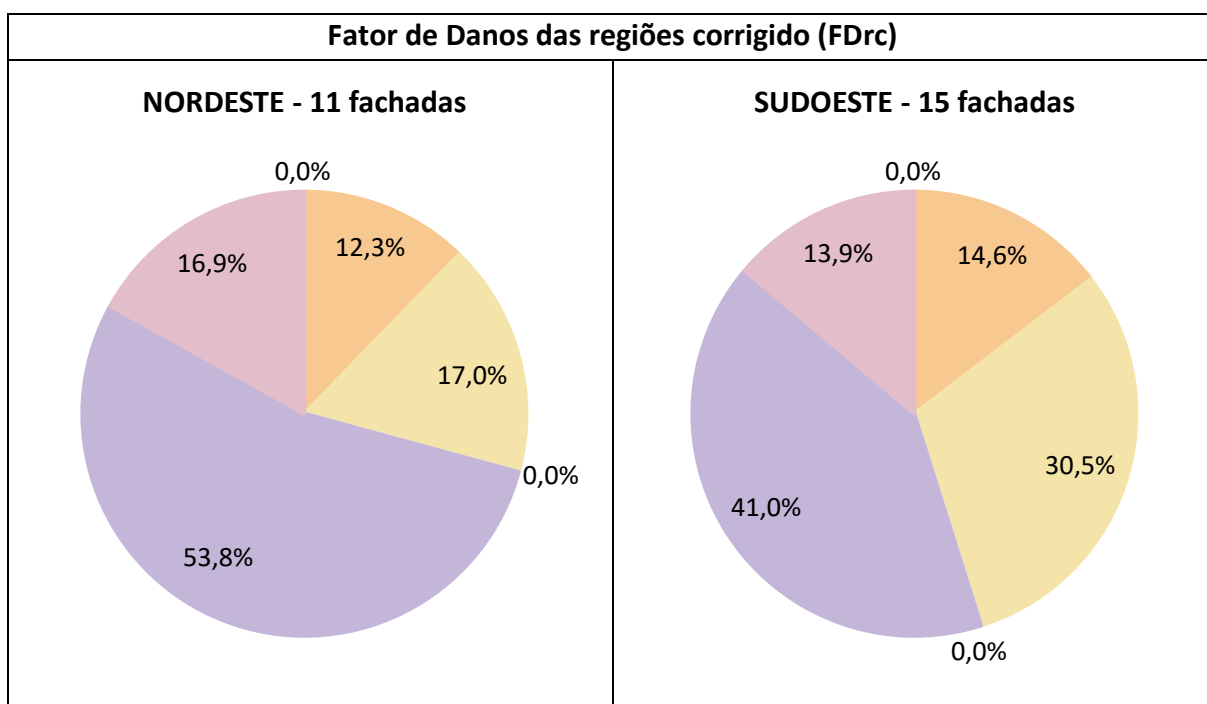


Figura 59 : Fator de danos das regiões corrigido (FDrc) – MMD - 69 fachadas.

Na orientação nordeste conforme a Figura 60, a região que apresentou maior incidência de danos foi à região do topo (53,8%) assim como na análise das 69

fachadas. A região de cantos e extremidades (16,9%) e região das paredes contínuas (17,0%) apresentaram valores semelhantes. Na orientação sudoeste, a região que apresentou maior incidência de danos foi à região do topo (41,0%) assim como na análise das 69 fachadas. A região de cantos e extremidades apresentou alta taxa de degradação de 30,5%. As regiões das aberturas (14,6%) e das paredes contínuas (13,9%) apresentaram os valores mais baixos desta orientação solar. Na orientação sudeste, a região que apresentou maior incidência de danos foi à região do topo (43,2%) assim como na análise das 69 fachadas. A região de cantos e extremidades apresentou alta taxa de degradação de 25,4%. As regiões das paredes contínuas (16,1%) e das aberturas (15,3 %) apresentaram os valores mais baixos desta orientação solar. Na orientação noroeste, a região que apresentou maior incidência de danos foi à região do topo (53,2%) assim como na análise das 69 fachadas. A região de cantos e extremidades apresentou alta taxa de degradação de 21,8%. As regiões das aberturas (14,8 %) e das paredes contínuas (10,2%) apresentaram os valores mais baixos desta orientação solar.





(continuação)

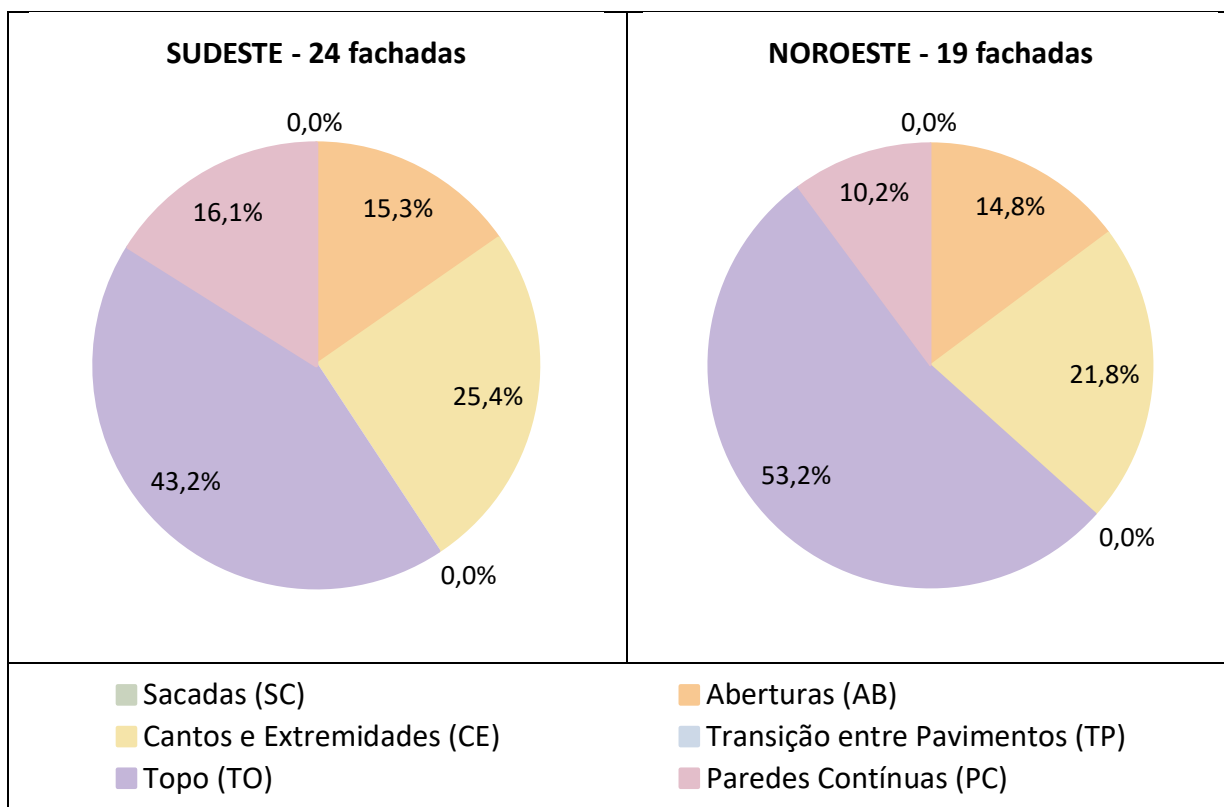


Figura 60 : Fator de danos das regiões corrigido (FDRC) – MMD – Por orientação solar.

Desta maneira, os resultados da análise das 69 fachadas sem considerar-se a incidência solar, conforme a Figura 59, e das orientações solares, conforme a Figura 60, foram semelhantes. A região de topo foi a mais degradada em todas as análises, seguida da região de canto e extremidades. É importante destacar a região de topo como mais degradada em vista da presença de ornamentação das cimalhas e do possível entupimento das calhas das coberturas escondidas nas platibandas. Além disso, de acordo com Tondelo e Barth (2019) a altura das edificações estabelece locais de difícil acesso, e desta maneira, implicando em gastos com a locação de equipamentos e ferramentas para a realização de inspeções e manutenções. A região de cantos e extremidades é a que engloba a base das fachadas, ou seja, porões e gateiras e, desta maneira, demonstra os danos causados pela mudança no nível do lençol freático na cidade em vista do aterramento dos porões e do fechamento de gateiras.

### 5.3. Análise pelo Índice de Performance do Elemento (Ip)

Na análise dos resultados da aplicação do Ip, o percentual de manifestações patológicas é analisado através da abrangência dos danos – relação entre a ocorrência da manifestação patológica e a área total da fachada. O percentual de manifestações patológicas detectadas em cada orientação solar das fachadas é exibido individualmente através de tabelas e gráficos. Além disso, as representações gráficas da aplicação do método nas fachadas são apresentadas no apêndice D desta dissertação.

A Figura 61 representa a ocorrência dos danos nas 69 fachadas, expressando as manifestações patológicas mais ocorrentes de maneira proporcional. Segundo Taguchi (2010) os danos são agrupados em manchas de umidade; manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra; destacamentos e fissuras. Tendo em vista que a aplicação do método se baseou na construção do mapa de danos, as manifestações patológicas foram agrupadas de acordo com a divisão de Taguchi (2010).

As principais manifestações patológicas diagnosticadas nas 69 fachadas foram manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra (73,6%), destacamentos (20,9%), fissuras (3,0%) e manchas de umidade (2,4%) conforme Figura 60.

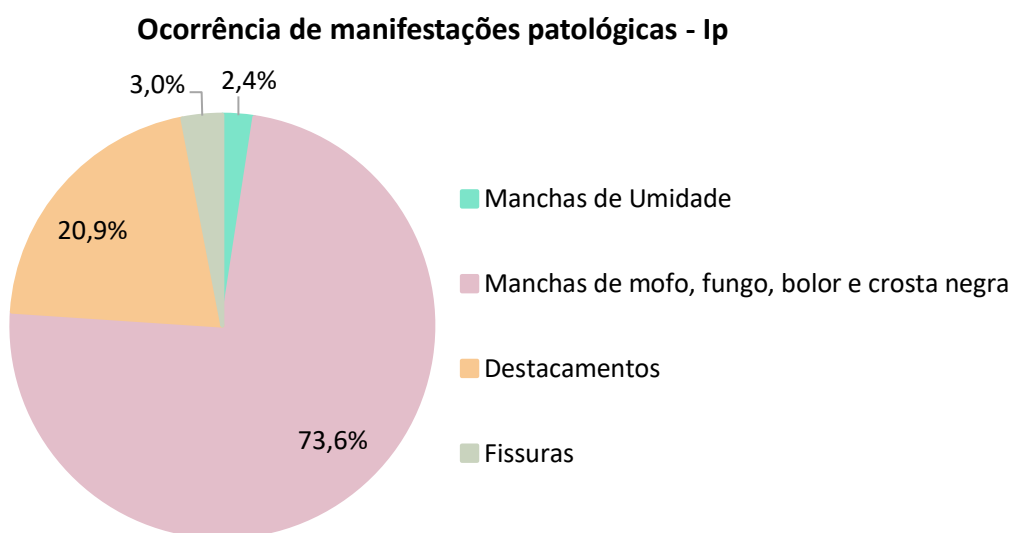


Figura 61 : Ocorrência de manifestações patológicas - 69 fachadas – Ip.

O cálculo da abrangência de danos da fachada é a relação entre a área de ocorrência de determinada manifestação patológica e a área da fachada. Desta

maneira, o cálculo da abrangência total de danos – somatório das abrangências de cada tipo de dano - é um fator preponderante para agrupar e classificar as fachadas frente ao seu estado de conservação. Conforme apresentado na Figura 62, as fachadas são agrupadas a partir de sua orientação solar, tendo como média da abrangência total de danos das 69 fachadas o valor de 16,0%. Comparativamente, ao se desconsiderar dois tipos de manifestação patológica – sujidade e a presença de vegetação - no Ip e agrupar os danos, o estado de degradação se tornou menor que o mapa de danos e que o MMD.

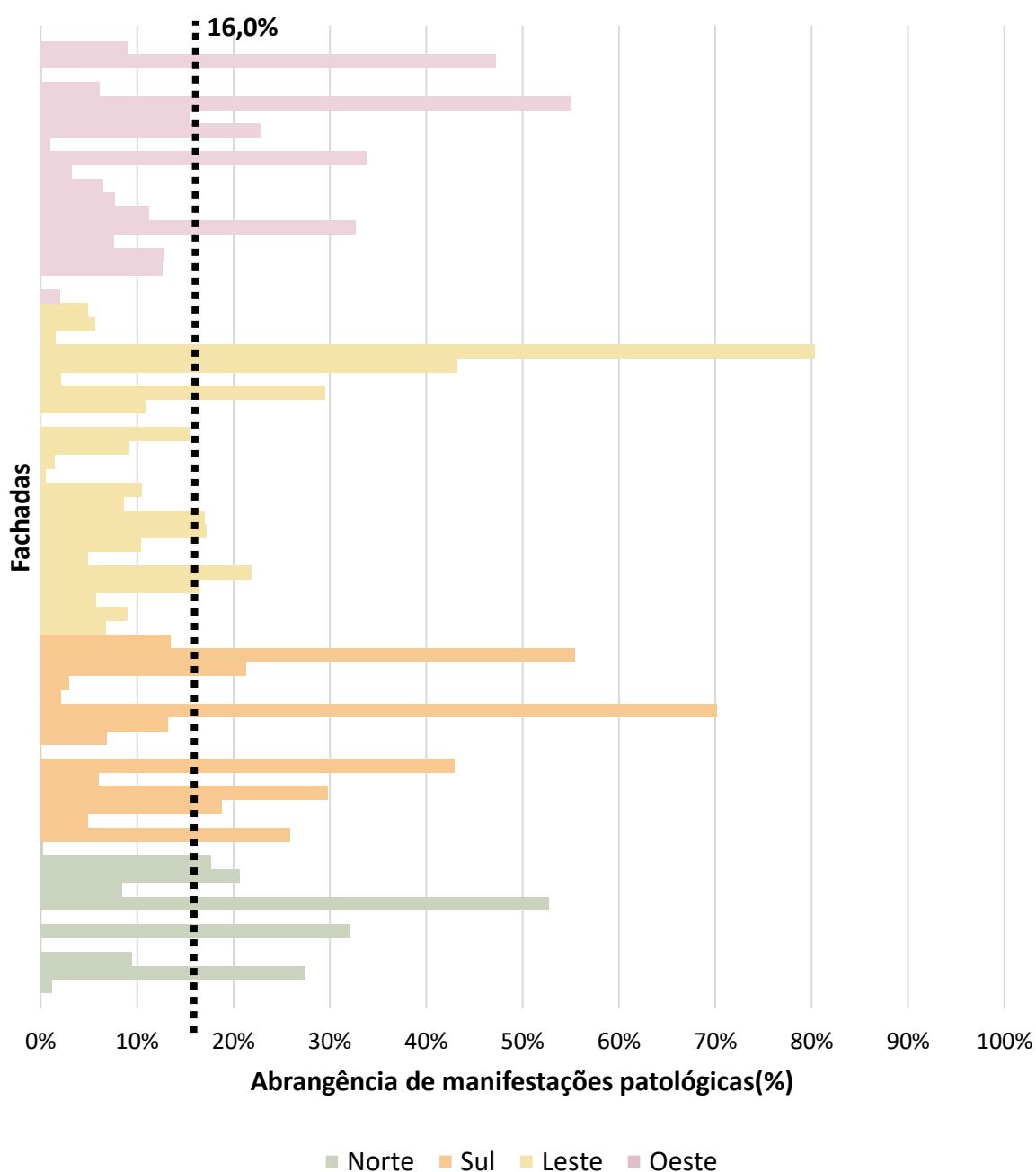


Figura 62 : Abrangência de danos por orientação solar - 69 fachadas – Ip.

A partir da quantificação das manifestações patológicas por meio da abrangência de danos foi calculado a abrangência total de danos das fachadas, conforme apresentado na Tabela 5. Além disso, é apresentada a média da abrangência total de danos das fachadas por orientação solar.

Tabela 5 : Abrangência de danos por orientação solar – Ip.

Orientação solar	Nº de fachadas	Porcentagem da amostra total (%)	Abrangência total de danos (%)	Média da abrangência total de danos (%)	Desvio Padrão (%)	Desvio Padrão Relativo (%)
Nordeste	11	15,9%	169,9%	15,4%	16,9%	109,1%
Sudoeste	15	21,7%	313,9%	20,9%	20,9%	99,8%
Sudeste	24	34,8%	333,1%	13,9%	17,3%	124,6%
Noroeste	19	27,5%	287,3%	15,1%	16,1%	106,2%
<b>Total</b>	69	100%	1104,3%	16,3%		

Cabe ressaltar, conforme a Tabela 5, que os valores da média da abrangência total de danos não apresentaram diferença significativas (desvio padrão e desvio padrão relativo) em virtude da variabilidade de abrangência de danos nas fachadas, mesmo naquelas situadas na mesma orientação solar, conforme demonstrado na Figura 62. Os valores de abrangência total de danos para cada orientação foram influenciados pela porcentagem de fachadas analisadas em cada orientação solar.

No que tange as questões referentes a diferença de incidência de cada tipo de manifestação patológica frente a orientação solar, a partir da Figura 63 é possível observar a ocorrência de danos. As manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra são os danos mais recorrentes em todas as orientações solares: nordeste (54,7%), sudoeste (82,8%), sudeste (79,7%) e noroeste (68,3%). Desta maneira, os resultados se assemelham aos resultados do mapa de danos e a aplicação do MMD. É importante destacar que as fachadas orientadas para nordeste apresentaram alto incidência de destacamento, uma vez que na aplicação deste método o empolamento foi agrupado com os descolamentos de reboco e descolamentos de pintura.

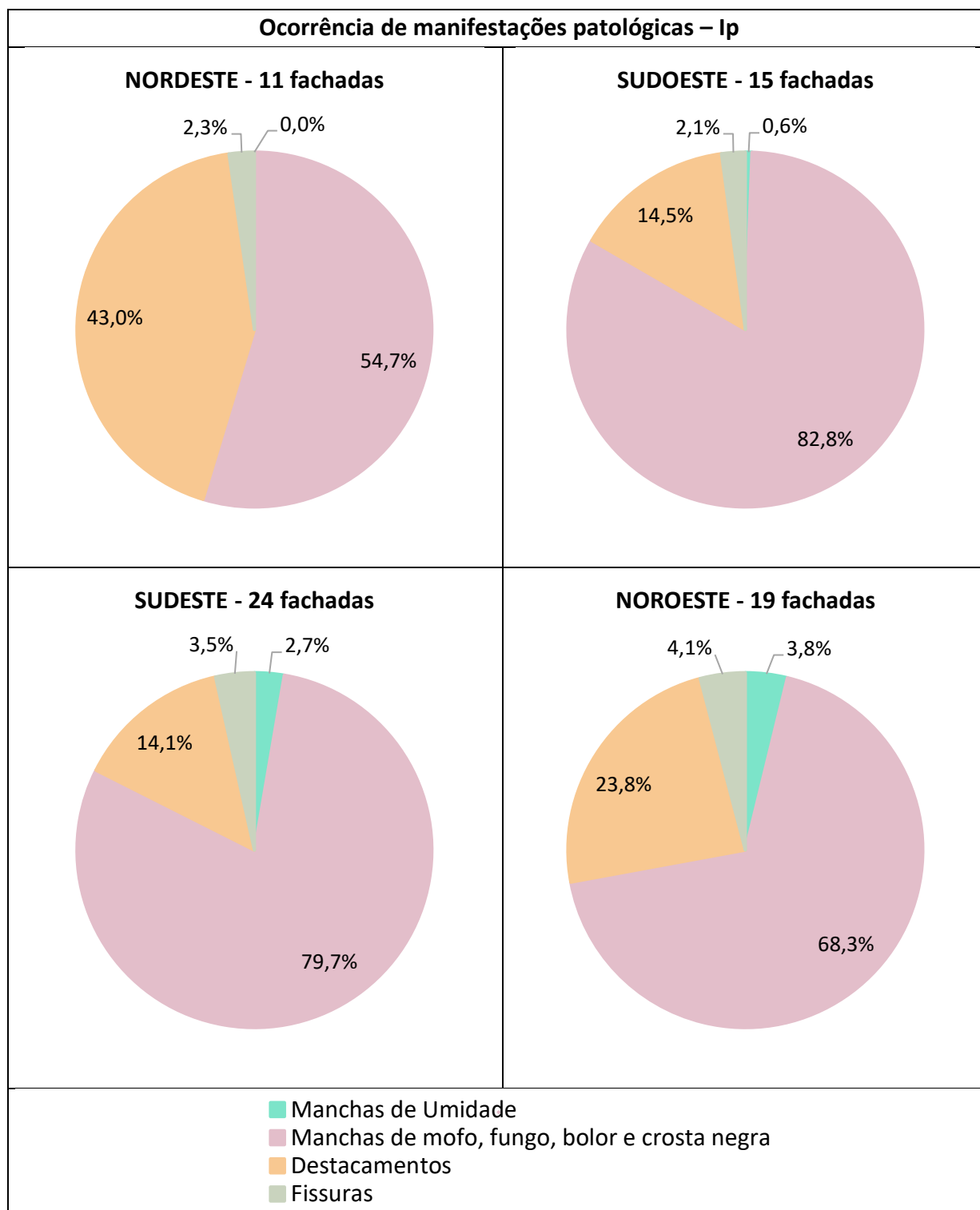


Figura 63 : Ocorrência de manifestações patológicas – Ip – Por orientação solar.

Como etapa final da aplicação do método teve-se o cálculo do Ip e a classificação das fachadas frente a classe de deterioração, levando-se em consideração a abrangência de danos, a classe de severidade dos danos, o grau de danos e a urgência de intervenção. A Tabela 6 apresenta o somatório dos valores de Ip de cada fachada por orientação solar, é possível observar que os valores não

apresentaram diferença significativas em virtude da constância de valores de  $I_p$ , conforme demonstrado na Figura 64, uma vez que são utilizados valores tabelados que homogeneizam o resultado final do  $I_p$ .

Tabela 6 :  $I_p$  e classe de deterioração por orientação solar –  $I_p$ .

Orientação solar	Nº de fachadas	Porcentagem da amostra total (%)	$I_p$	$\bar{I}_p$	Classe de deterioração média
Nordeste	11	15,9%	20,75	1,89	1
Sudoeste	15	21,7%	36,75	2,45	1
Sudeste	24	34,8%	46,50	1,94	1
Noroeste	19	27,5%	39,25	2,07	1
<b>Total</b>	69	100%	143,25	2,08	1

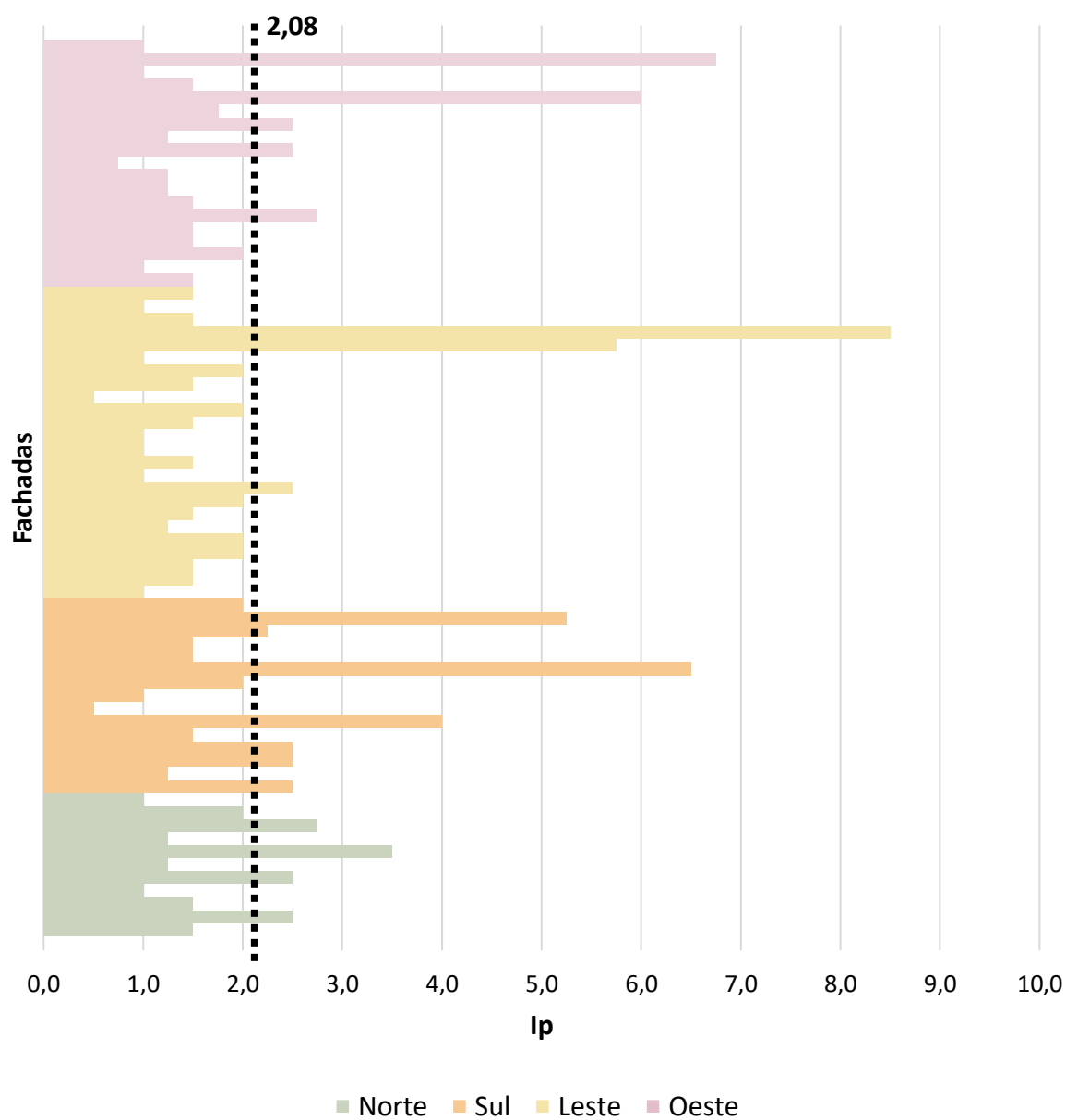


Figura 64 :  $I_p$  por orientação solar - 69 fachadas –  $I_p$ .



Além disso, foram encontrados baixos valores de  $\overline{I_p}$  (Índice de performance do elemento médio) em todas as orientações solares, acarretando a classe de deterioração média igual a 1. No método os valores de  $I_p$  variam entre 0 e 5, e o valor obtido é classificado como: sem danos, somente deficiências construtivas. exemplos: irregularidades geométricas, estéticas, descoloração.

Embora a classe de deterioração média tenha sido igual a 1, é possível visualizar conforme a Figura 65 que poucas fachadas apresentaram classe de deterioração maior que 1, apenas 7 fachadas sendo 10,1% das 69 fachadas. Foi possível observar que há uma uniformidade em vista da aplicação do método, embora as fachadas apresentem valores de abrangência de danos com grande variabilidade.

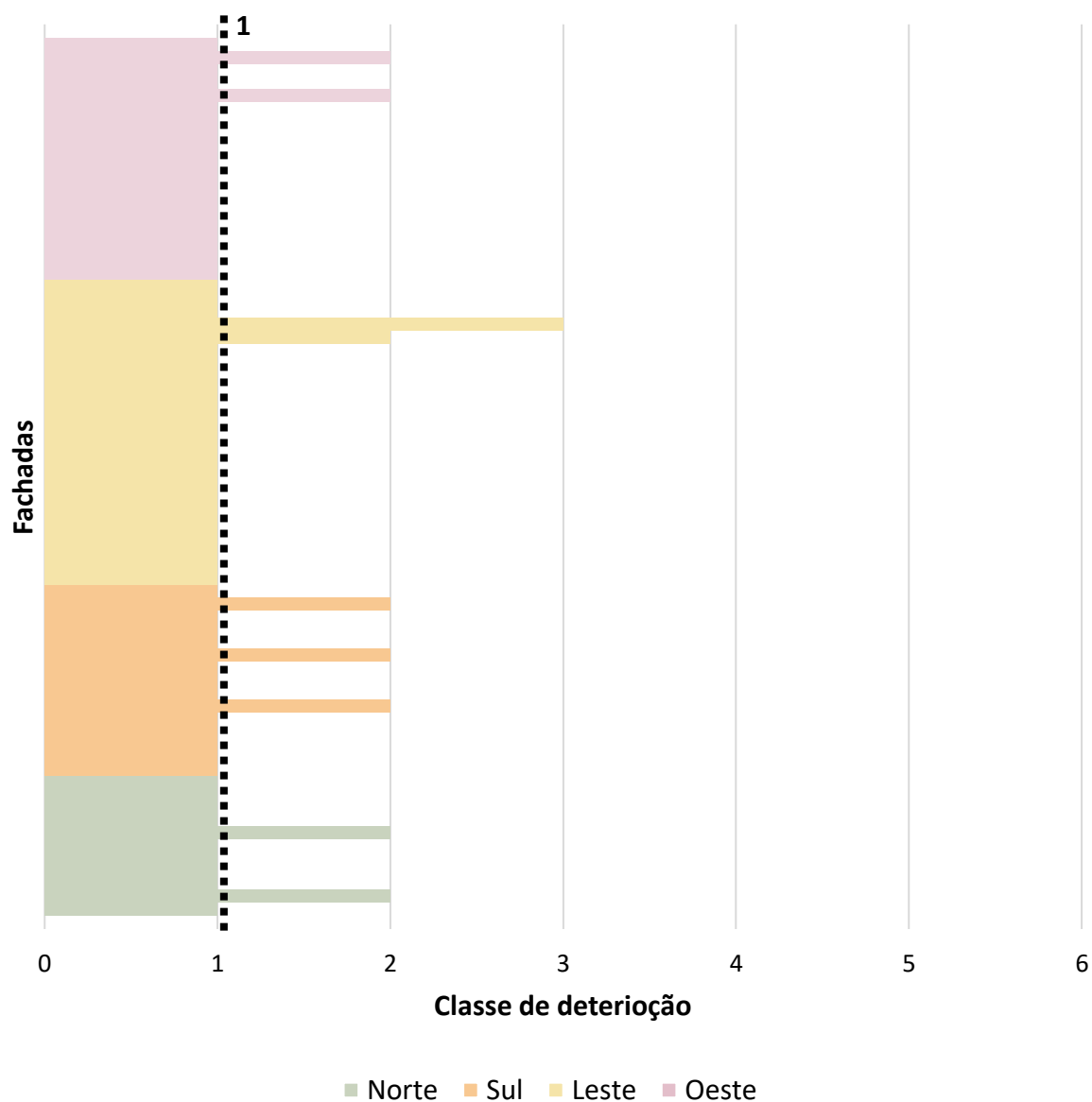


Figura 65 : Classe de deterioração - 69 fachadas –  $I_p$ .

#### 5.4. Comparação entre os diferentes métodos de levantamento de danos

Os métodos utilizados neste estudo permitiram avaliar o estado de degradação das fachadas pois possibilitou a quantificação das abrangências de manifestações patológicas via mapa de danos e através da aplicação do MMD e do Ip. A amostra total de estudo e os resultados dos métodos é apresentada na Tabela 7, sendo o mapa de danos a representação rigorosa e minuciosa de todas as manifestações patológicas das fachadas e seu valor corresponde ao resultado mais fidedigno.

Tabela 7 : Comparação entre os métodos.

Orientação solar	Nº de fachadas	MAPA DE DANOS - Abrangência total de danos (%)	MMD - Fator de Danos Total (FDt) (%)	IP - Abrangência total de danos (%)
Nordeste, Sudoeste, Sudeste e Noroeste	69	1528,2%	1411,8%	1103,8%
<b>Total</b>	69	100%	92,4%	72,2%

Quando comparado o MMD ao mapa de danos, ao se desconsiderar a sujidade e a presença de vegetação, o Fdt apresentou valor elevado e próximo ao valor de abrangência total de danos obtido por meio do mapa de danos (92,4% de concordância). É importante destacar, conforme as Tabelas 8 e 9, que nos casos em que os danos mais recorrentes sejam sujidade e/ou vegetação, o MMD apresentou falhas na representação fiel dos danos, subestimando os valores. Considerando o exemplo da fachada da Rua Major Cicero – 405, o MMD apresentou 0,4% de Fdt e o mapa de danos para a mesma fachada apresentou 5,1% de abrangência total de danos.

Tabela 8 : Mapa de danos – Quadra 3.5 – Rua Major Cicero, 405.

QUADRA 3.5		
Rua Major Cicero, 405		ÁREA(m²)
		29,268
Manifestações patológicas	ÁREA(m²)	Abrangência (%)
Eflorescência	0,000	0,00%
Manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra	0,000	0,00%
Manchas de umidade	0,000	0,00%
Descolamento reboco	0,000	0,00%
Descolamento pintura	0,004	0,01%
Fissura	0,011	0,04%

(continuação)

Sujidade	1,474	5,04%
Vegetação	0,000	0,00%
Empolamento	0,013	0,04%
<b>Abrangência total de manifestações patológicas (%)</b>		<b>5,1%</b>

Tabela 9 : MMD – Quadra 3.5 – Rua Major Cicero, 405.

<b>QUADRA 3.5</b>		
<b>Rua Major Cicero, 405</b>		<b>ÁREA(m²)</b>
		<b>29,268</b>
<b>Cálculo do fator de dano total da fachada (FD)</b>		
<b>Manifestações patológicas</b>	<b>ÁREA(m²)</b>	<b>Fator de Danos (FD)</b>
	<b>Malha (MMD)</b>	
Eflorescência	0,000	0,00%
Manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra	0,000	0,00%
Manchas de umidade	0,000	0,00%
Descolamento reboco	0,000	0,00%
Descolamento pintura	0,018	0,06%
Fissura	0,077	0,26%
Empolamento	0,030	0,10%
<b>Fator de Danos Total (FDt) (%)</b>		<b>0,4%</b>

Destaca-se ainda que o Ip apresentou 72,2% de concordância com o mapa de danos. Conforme a Tabela 10, a fachada da Rua Major Cicero - 405 apresentou 0,1% de abrangência de danos (Ip) enquanto o mapa de danos para a mesma fachada apresentou 5,1% de abrangência total de danos, conforme Tabela 8.

Tabela 10 : Ip – Quadra 3.5 – Rua Major Cicero, 405.

<b>QUADRA 3.5</b>		
<b>Rua Major Cicero, 405</b>		<b>ÁREA(m²)</b>
		<b>29,268</b>
<b>Manifestações patológicas</b>	<b>ÁREA(m²)</b>	<b>Abrangência (%)</b>
Manchas de Umidade	0,000	0,00%
Manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra	0,000	0,00%
Destacamentos	0,017	0,06%
Fissuras	0,011	0,04%
<b>Abrangência total de manifestações patológicas (%)</b>		<b>0,1%</b>

Importante destacar a diferença entre os valores MMD e o Ip em que ambas representam fissuras como danos, conforme apresentado nas Tabelas 9 e 10. O MMD, ao se utilizar de malha para a contagem do FD, superestima este tipo de manifestação patológica. Por consequência, mesmo que o MMD apresente 92,4% de

concordância com o mapa de danos, este resultado apresenta algumas falhas. Conforme pode ser visto nas Tabelas 11 e 12, a fachada em análise teve seus valores de fissuras superestimados comparando-se o mapa de danos com o MMD. Além das fissuras, outras manifestações patológicas como o descolamento de pintura que aparecem na fachada de forma dispersa e pontual têm seus valores aumentados.

Tabela 11 : Mapa de danos – Quadra 6.10 – Rua Gonçalves Chaves, 1021.

QUADRA 6.10		
Rua Gonçalves Chaves, 1021		ÁREA(m²)
		22,155
Manifestações patológicas	ÁREA(m²)	Abrangência (%)
Eflorescência	0,000	0,00%
Manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra	11,389	51,41%
Manchas de umidade	0,000	0,00%
Descolamento reboco	0,060	0,27%
Descolamento pintura	4,109	18,55%
Fissura	0,560	2,53%
Sujidade	0,000	0,00%
Vegetação	0,000	0,00%
Empolamento	1,678	7,57%
Abrangência total de manifestações patológicas (%)		80,3%

Tabela 12 : MMD – Quadra 6.10 – Rua Gonçalves Chaves, 1021.

QUADRA 6.10		
Rua Gonçalves Chaves, 1021		ÁREA(m²)
		22,155
Cálculo do fator de dano total da fachada (FD)		
Manifestações patológicas	ÁREA(m²)	Fator de Danos (FD)
	Malha (MMD)	
Eflorescência	0,000	0,00%
Manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra	13,439	60,66%
Manchas de umidade	0,000	0,00%
Descolamento reboco	0,105	0,47%
Descolamento pintura	6,936	31,31%
Fissura	1,773	8,00%
Empolamento	1,914	8,64%
Fator de Danos Total (FDt) (%)		109,1%

Embora o Ip tenha apresentado 72,2% de concordância com o mapa de danos de maneira geral, conforme a Tabela 13, a fachada da Rua Gonçalves Chaves, 1021 apresentou 80,3% de abrangência de danos (Ip) e o mapa de danos para a mesma fachada apresentou 80,3% de abrangência total de danos. Desta forma, a aplicação

deste método de análise não se deve considerar irrelevante, apenas deve-se utilizar nos casos em que os danos estejam restritos as categorias explicitadas pelo método.

Tabela 13 : Ip – Quadra 6.10 – Rua Gonçalves Chaves, 1021.

QUADRA 6.10		
Rua Gonçalves Chaves, 1021		ÁREA(m²)
		22,155
Manifestações patológicas	ÁREA(m²)	Abrangência (%)
Manchas de Umidade	0,000	0,00%
Manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra	11,389	51,41%
Destacamentos	5,847	26,39%
Fissuras	0,560	2,53%
Abrangência total de manifestações patológicas (%)		80,3%

Por fim, destaca-se que em alguns casos a construção do mapa de danos e a aplicação do MMD e Ip, os valores da abrangência total de danos (mapa de danos e Ip) e o FDt foram extremamente próximos. Tomando por exemplo a fachada da Rua Major Cicero – 62, conforme a Tabela 14, 15 e 16, o mapa de danos apresentou 14,8% de abrangência total de danos, o MMD apresentou 14,9% de FDt e o Ip apresentou 13,2% de abrangência de danos. Os valores próximos de abrangência total de danos e FDt estão relacionados aos casos em que os danos mais recorrentes não foram sujidade e/ou vegetação, e a ausência de danos dispersos e pontuais na fachada.

Tabela 14 : Mapa de danos – Quadra 4.12 – Rua Major Cicero, 62.

QUADRA 4.12		
Rua Major Cicero, 62		ÁREA(m²)
		19,623
Manifestações patológicas	ÁREA(m²)	Abrangência (%)
Eflorescência	0,000	0,00%
Manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra	2,369	12,07%
Manchas de umidade	0,000	0,00%
Descolamento reboco	0,000	0,00%
Descolamento pintura	0,009	0,05%
Fissura	0,194	0,99%
Sujidade	0,302	1,54%
Vegetação	0,000	0,00%
Empolamento	0,022	0,11%
Abrangência total de manifestações patológicas (%)		14,8%

Tabela 15 : MMD – Quadra 4.12 – Rua Major Cicero, 62.

QUADRA 4.12		
Rua Major Cicero, 62		ÁREA(m²)
		19,623
Cálculo do fator de dano total da fachada (FD)		
Manifestações patológicas	ÁREA(m²)	Fator de Danos (FD)
	Malha (MMD)	
Eflorescência	0,000	0,00%
Manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra	2,369	13,15%
Manchas de umidade	0,000	0,00%
Descolamento reboco	0,000	0,00%
Descolamento pintura	0,060	0,31%
Fissura	0,196	1,00%
Empolamento	0,095	0,48%
Fator de Danos Total (FDt) (%)		14,9%

Tabela 16 : Ip – Quadra 4.12 – Rua Major Cicero, 62.

QUADRA 4.12		
Rua Major Cicero, 62		ÁREA(m²)
		19,623
Manifestações patológicas	ÁREA(m²)	Abrangência (%)
Manchas de Umidade	0,000	0,00%
Manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra	2,369	12,07%
Destacamentos	0,031	0,16%
Fissuras	0,194	0,99%
Abrangência total de manifestações patológicas (%)		13,2%



### 5.5. Criação de níveis de degradação

Desta maneira, avaliando os bens integrantes do Inventário do Patrimônio Cultural de Pelotas, objetos de estudo desta pesquisa, realizou-se a média de danos entre os métodos utilizados, conforme pode ser visto na Tabela 17. A média foi realizada com o propósito de diminuir as falhas de superestimação e subestimação na representação fiel dos danos, possibilitando dessa maneira a equalização dos valores dos 3 métodos empregados nesta dissertação. Vale destacar que apesar das diferentes estratégias para aquisição dos valores da abrangência total de danos (mapa de danos e Ip) e o Fdt (MMD), a média foi construída considerando a variável comum: a deterioração - a relação de amplitude de danos com a área da fachada.

Tabela 17 : Fachadas - Fator de danos dos métodos e média dos métodos.

Tabela 17 - Fachadas - Fator de danos dos métodos e média dos métodos.						
Quadra		Endereço	MAPA DE DANOS - Abrangência total de danos (%)	MMD - Fdt (%)	Ip - Abrangência total de danos (%)	Média dos métodos
NOROESTE – 11 fachadas	1.2	Rua Voluntários, 1515	3,1%	4,4%	1,2%	2,9%
	1.4	Rua Voluntários, 1335	46,8%	30,5%	27,4%	34,9%
	1.5	Rua Voluntários, 1215	24,8%	12,3%	9,4%	15,5%
	1.7	Rua Voluntários, 1023	3,4%	0,2%	0,0%	1,2%
	2.8	Rua Dr. Cassiano, 251	35,5%	36,7%	32,1%	34,8%
	3.5	Rua Major Cicero, 405	5,1%	0,4%	0,1%	1,9%
	3.5	Rua Major Cicero, 403	57,4%	62,1%	52,8%	57,4%
	4.7	Rua Major Cicero, 5	9,8%	12,9%	8,4%	10,4%
	4.7	Rua Major Cicero, 3	20,9%	26,6%	20,7%	22,7%
	4.9	Pr. José Bonifácio, 9	17,6%	23,2%	17,6%	19,5%
	4.10	Rua Miguel Barcelos, 547	3,9%	0,8%	0,2%	1,6%
Quadra		Endereço	MAPA DE DANOS - Abrangência total de danos (%)	MMD - Fdt (%)	Ip - Abrangência total de danos (%)	Média dos métodos
SUDESTE – 15 fachadas	2.2	Rua Voluntários, 1548	27,7%	29,9%	25,9%	27,8%
	2.3	Rua Voluntários, 1410	17,8%	8,7%	4,9%	10,5%
	2.3	Rua Voluntários, 1406	18,8%	28,9%	18,8%	22,2%
	2.8	Rua Voluntários, 810	31,2%	28,7%	29,8%	29,9%
	2.10	Rua Voluntários, 678	6,1%	5,9%	6,0%	6,0%
	3.8	Rua Dr. Cassiano, 254	43,1%	46,5%	42,9%	44,2%
	4.5	Rua Major Cicero, 406	3,9%	0,2%	0,0%	1,4%
	4.6	Rua Major Cicero, 358	6,9%	10,2%	6,9%	8,0%
	4.12	Rua Major Cicero, 62	14,8%	14,9%	13,2%	14,3%
	5.5	Rua Senador Mendonça, 114	70,1%	81,7%	70,1%	74,0%

(continuação)

	5.5	Rua Senador Mendonça, 112	2,8%	4,4%	2,0%	3,1%
	5.10	Rua Major Cicero, 614	4,8%	8,3%	2,9%	5,3%
	6.4	Rua General Argolo, 1222	22,8%	27,4%	21,3%	23,8%
	6.4	Rua General Argolo, 1216	55,8%	68,1%	55,4%	59,8%
	6.6	Rua General Argolo, 990	14,6%	18,8%	13,5%	15,6%
MAPA DE DANOS -						
Quadra	Endereço	Abrangência total de danos (%)	MMD - FDt (%)	Ip - Abrangência total de danos (%)	Média dos métodos	
SUDESTE – 24 fachadas	1.8	Rua Anchieta, 2099	6,9%	7,5%	6,8%	7,1%
	1.8	Rua Anchieta, 2091	20,9%	8,8%	9,0%	12,9%
	2.10	Rua Gonçalves Chaves, 809	12,3%	7,0%	5,7%	8,3%
	2.10	Rua Gonçalves Chaves, 817	23,0%	18,6%	16,4%	19,3%
	3.2	Rua Santos Dumont, 327	21,9%	26,8%	21,9%	23,5%
	3.2	Rua Santos Dumont, 325	4,9%	15,3%	4,9%	8,4%
	3.4	Rua Deodoro, 875	11,0%	16,1%	10,3%	12,5%
	3.4	Rua Deodoro, 879	18,8%	22,7%	17,2%	19,6%
	3.4	Rua Deodoro, 883	18,9%	21,8%	17,0%	19,2%
	3.7	Rua XV de Novembro, 755	19,6%	10,4%	8,6%	12,9%
	3.7	Rua XV de Novembro, 769	99,6%	12,2%	10,5%	40,8%
	4.6	Rua Andrade Neves, 2283	2,7%	1,2%	0,5%	1,5%
	4.9	Rua Félix da Cunha, 859	8,9%	1,2%	1,5%	3,9%
	4.9	Rua Félix da Cunha, 853	21,6%	11,8%	9,2%	14,2%
	5.3	Rua Santa Tecla, 671	17,0%	20,6%	15,4%	17,7%
	5.4	Rua Deodoro, 971	7,8%	0,3%	0,1%	2,7%
	5.7	Rua XV de Novembro, 855	11,6%	14,7%	10,8%	12,4%
	6.4	Rua Deodoro, 1009	32,8%	36,4%	29,5%	32,9%
	6.4	Rua Deodoro, 1007	5,4%	12,2%	2,1%	6,6%
	6.7	Rua XV de Novembro, 907	43,2%	48,1%	43,2%	44,8%
	6.10	Rua Gonçalves Chaves, 1021	80,3%	109,1%	80,3%	89,9%
	7.2	Rua Santos Dumont, 541	15,5%	3,0%	1,5%	6,7%
	7.2	Rua Santos Dumont, 511	12,6%	7,3%	5,6%	8,5%
	7.5	Rua Osório, 1097	10,4%	6,9%	4,9%	7,4%
MAPA DE DANOS -						
Quadra	Endereço	Abrangência total de danos (%)	MMD - FDt (%)	Ip - Abrangência total de danos (%)	Média dos métodos	
	1.5	Rua Deodoro, 760	16,0%	3,2%	2,0%	7,1%
	2.9	Rua Anchieta, 2232 2226	6,5%	0,1%	0,0%	2,2%
	2.12	Rua Santa Cruz, 2290	12,8%	17,2%	12,6%	14,2%
	3.5	Rua Deodoro, 854	24,9%	20,8%	12,8%	19,5%
	3.10	Rua Félix da Cunha, 822	8,9%	12,4%	7,6%	9,6%
	4.4	Rua Santa Tecla, 612	33,1%	40,1%	32,7%	35,3%
	4.5	Rua Deodoro, 930	15,2%	15,2%	11,3%	13,9%
	4.7	Rua Andrade Neves, 2264	7,7%	12,6%	7,7%	9,3%

(continuação)

NOROESTE – 19 fachadas	4.9	Rua Anchieta, 2436	8,7%	9,8%	6,5%	8,3%
	4.10	Rua Félix da Cunha, 864	10,9%	6,0%	3,3%	6,7%
	4.12	Rua Santa Cruz, 2570	34,8%	42,8%	33,9%	37,2%
	4.12	Rua Santa Cruz, 2580	6,0%	3,3%	1,0%	3,4%
	5.10	Rua Félix da Cunha, 908	46,7%	26,5%	22,9%	32,0%
	6.4	Rua Santa Tecla, 712	16,4%	19,3%	15,5%	17,1%
	6.7	Rua Andrade Neves, 2540	55,2%	71,0%	55,0%	60,4%
	6.8	Rua XV de Novembro, 924	20,0%	10,9%	6,1%	12,3%
	6.9	Rua Anchieta, 2676	29,7%	0,4%	0,2%	10,1%
	6.9	Rua Anchieta, 2660	47,9%	55,4%	47,2%	50,2%
	7.11	Rua Gonçalves Chaves, 2852	29,3%	12,1%	9,1%	16,8%

Conforme pode ser visto na Tabela 18 classificou-se as edificações em 6 níveis de degradação – ótimo, bom, regular, ruim, péssimo e em decadência.

Tabela 18 : Níveis de degradação.

Nível de degradação	Abrangência de danos (%)
Ótimo	0 - 5%
Bom	6 - 16%
Regular	17 - 27%
Ruim	28 - 38%
Péssimo	39 - 49%
Em decadência	>50%

Desta forma, conforme pode ser visto na Figura 65, 42% das fachadas analisadas ficaram enquadradas no nível de degradação bom, tendo como abrangência de danos máximo 16%, representando 29 fachadas. Além disso, 12 fachadas (17,4%) foram classificadas como ótimo. Um total de 12 fachadas apresentaram nível regular de degradação, representando 17,4%. Apenas 3 fachadas (4,3%) ficaram enquadradas em nível de degradação péssimo e 6 fachadas (8,7%) ficaram enquadradas em nível de degradação em decadência. Dessa maneira, um pequeno número de fachadas apresentou elevados níveis de degradação, o que indica o bom estado de conservação das fachadas analisadas.

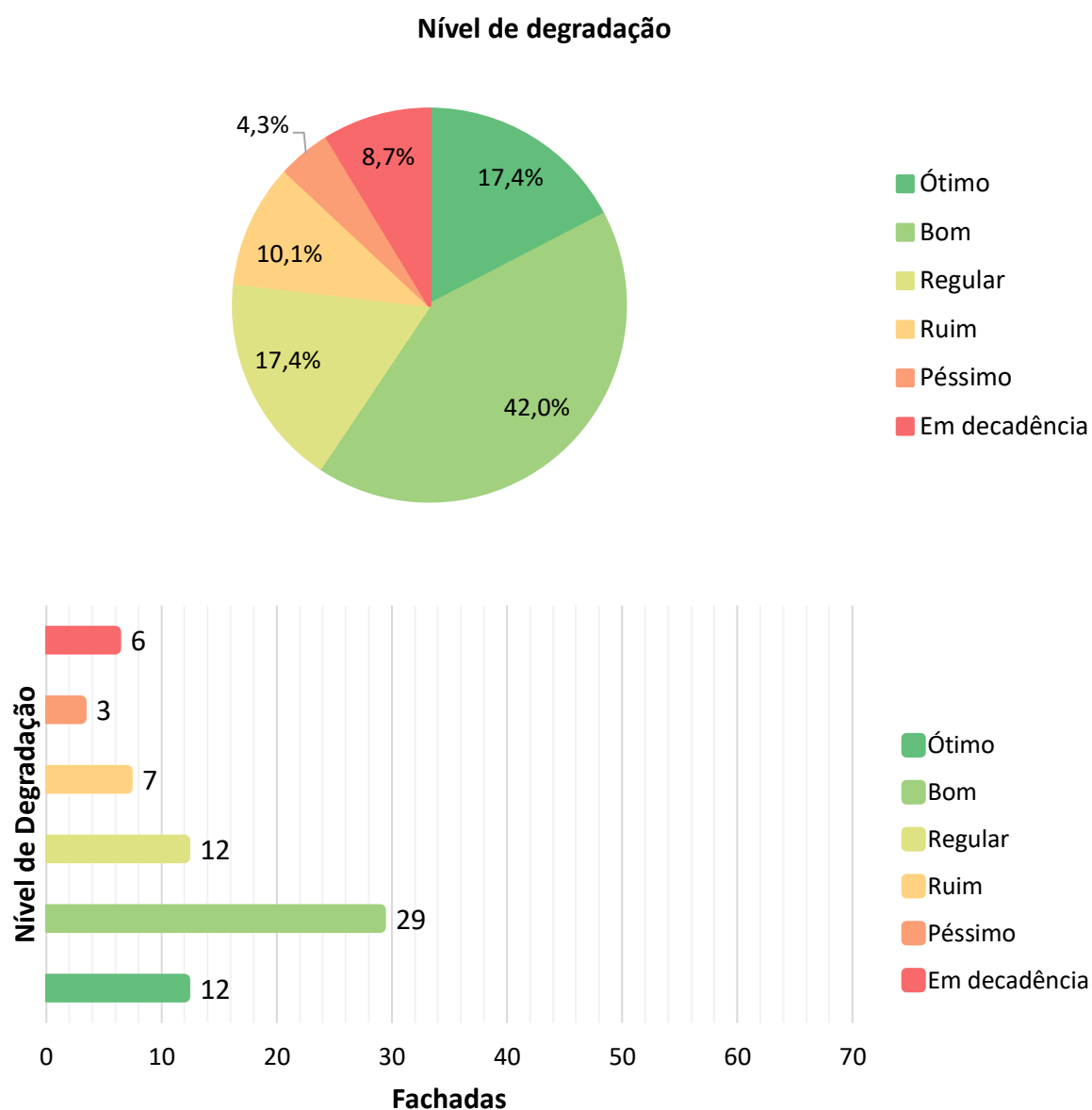


Figura 66 : Nível de degradação *versus* número de fachadas - 69 fachadas.

Foi possível observar a partir da Figura 66, que não há diferença do nível de degradação frente a orientação solar. As fachadas orientadas para nordeste, sudoeste, sudeste e noroeste tiveram a predominância de fachadas classificadas entre ótimo, bom e regular.

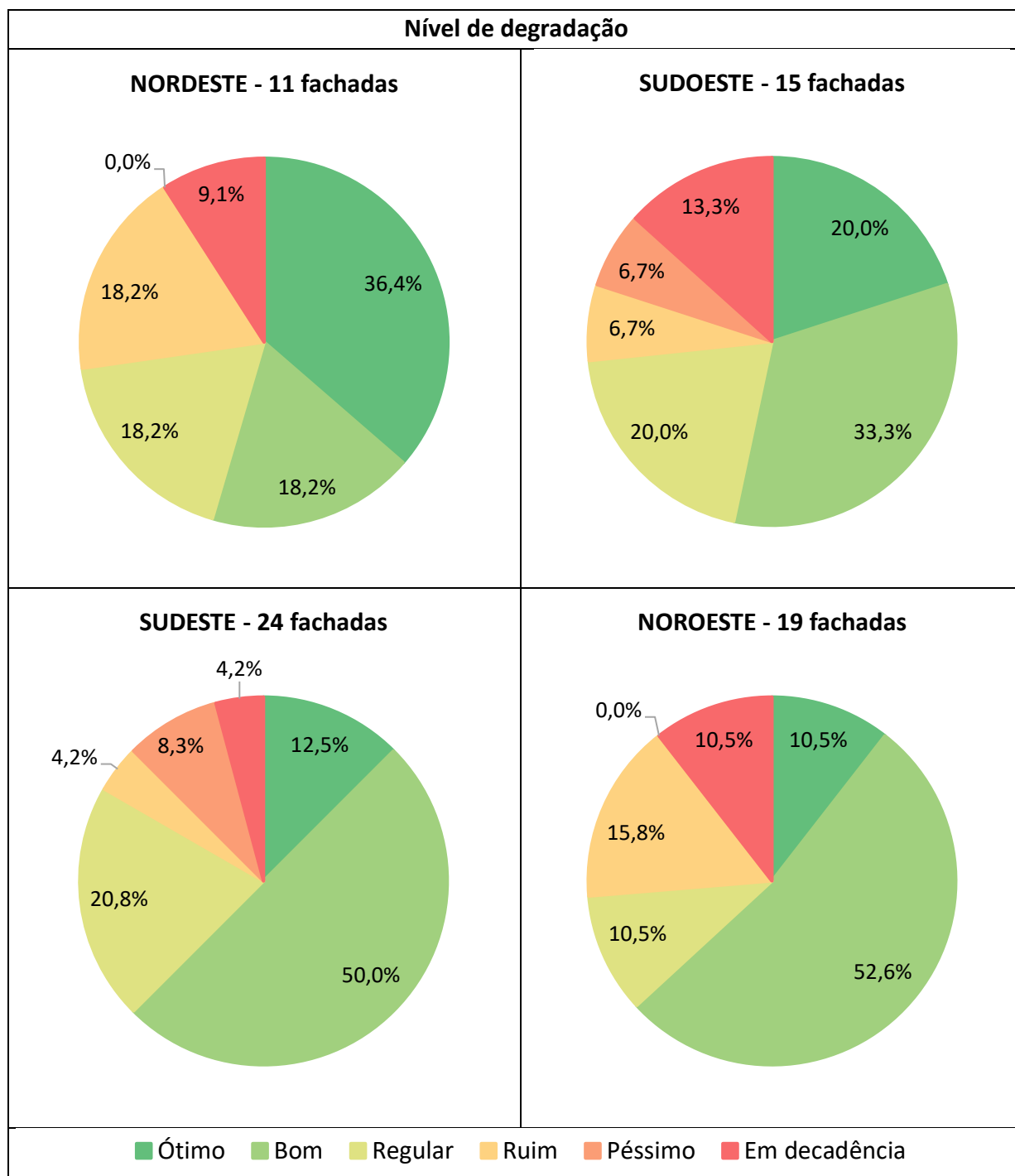


Figura 67 : Nível de degradação – Por orientação solar.

Apesar do pequeno número de fachadas enquadradas no nível de degradação em decadência, tendo como abrangência de danos igual ou superior a 50% - 6 fachadas (8,7%) das 69 fachadas conforme pode ser visto na Figura 65 - realizou-se uma análise frente ao uso, ao gabarito das ruas e a insolação - em vista dos possíveis sombreamentos. A Figura 67 apresenta o mapa da região estudada com as 6 fachadas demarcadas as quais estão enquadradas no nível em decadência.



Figura 68 : 6 fachadas – Nível de degradação: em decadência.

Dentre as 6 fachadas analisadas destaca-se as 2 fachadas com orientação solar sudoeste, as quais não possuem nenhum tipo de incidência solar fato que acarretou a alta incidência de danos, conforme pode ser visto nas Figuras 68 e 69. Além disso, nenhuma das outras fachadas apresentou sombreamento devido ao gabarito de pequenas dimensões ou edificações verticalizadas. Salienta-se que embora a fachada da quadra 3.5 Rua Major Cícero, 403 – esteja localizada na rua mais estreita do 1º loteamento (OLIVEIRA, 2012) - não foram observados sombreamentos da face de quadra em frente.





Figura 69 : Fachada Quadra 5.5 Rua Senador Mendonça, 114.

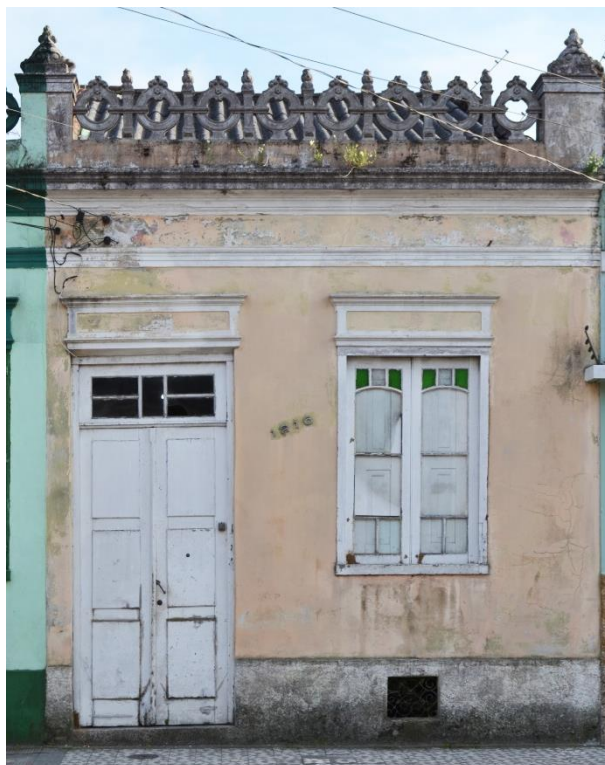


Figura 70 : Fachada Quadra 6.4 Rua General Argolo, 1216.

Além da incidência solar, é importante destacar a falta de manutenção e o abandono das edificações como fator preponderante para o surgimento das



manifestações patológicas. As Figuras 70, 71, 72 e 73 apresentam as 4 fachadas em situação de decadência sendo o alto índice de danos influenciado pela falta de manutenção e abandono dos imóveis.



Figura 71 : Fachada Quadra 3.5 Rua Major Cícero, 403.



Figura 72 : Fachada Quadra 6.7 Rua Andrade Neves, 2540.



Figura 73 : Fachada Quadra 6.9 Rua Padre Anchieta, 2660.



Figura 74 : Fachada Quadra 6.10 Rua Gonçalves Chaves, 1021.

## 6. Conclusões

Diante do que foi apresentado foi possível concluir que o uso de indicadores quantitativos e qualitativos é um instrumento eficaz na análise das manifestações patológicas em fachadas. No que diz respeito a edificações históricas de valor cultural a conservação da materialidade se torna primordial, e aprofundar e sistematizar os conhecimentos na área de patrimônio e manifestações patológicas é uma tarefa necessária para a conservação e preservação do patrimônio. Pelotas adequou-se para o estudo em vista do grande número de edificações históricas, embora as edificações tombadas e inventariadas possuam proteção por meios legais, seu reconhecimento da condição de herança e patrimônio cultural, não possui garantia de permanência da edificação ao longo do tempo.

O valor do patrimônio histórico atribuído por meio dos instrumentos legais exige, além de políticas públicas de preservação, profissionais interessados em estudar formas de evitar que este patrimônio se perca no tempo. Portanto, as lacunas de conhecimento na área desencadeiam intervenções e reparos equivocados, tendo assim, graves consequências técnicas e econômicas, além de comprometer as questões estéticas do patrimônio. Em grande parte, as fachadas dos edifícios históricos, devido à grande exposição aos agentes destrutivos são os primeiros elementos a mostrarem degradação. Destaca-se a falta de conservação preventiva e o abandono das edificações históricas de valor cultural como condição determinante para o surgimento das manifestações patológicas.

Acerca dos resultados obtidos na construção do mapa de danos, destaca-se as manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra como manifestação patológica mais recorrente entre os objetos de estudo. Desta maneira, a presença de umidade foi o principal causador dos danos, sendo possível visualizar nos mapas de danos a presença preponderante de manchas na base e nas platibandas das edificações.

Com relação a abrangência de danos das fachadas obteve-se o valor de 22,0% de abrangência média, não foi possível correlacionar o surgimento de danos com a orientação solar, uma vez que as 4 orientações solares apresentaram valores próximos. Além disso, os valores de danos foram influenciados pela porcentagem de fachadas analisadas em cada orientação solar. Em contrapartida, foi possível observar uma maior incidência de manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra nas fachadas orientadas para sudoeste.

No que tange as questões referentes a aplicação do MMD, os resultados da ocorrência dos danos das fachadas demonstraram que assim como o mapa de danos a manifestação patológica mais recorrentes são as manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra. Destaca-se que embora o método tenha sido adaptado – diminuição da malha - os danos os quais ocorrem em pequenas dimensões, porém dispersos por toda a fachada, tiveram seus valores aumentados de forma significativa.

O  $\overline{FDt}$  das fachadas analisadas foi de 20,7%. Tendo em vista que a aplicação do MMD se baseia na construção do mapa de danos, não foi possível correlacionar a posição solar com o surgimento de manifestações patológicas. Dentre as fachadas analisadas a região de topo apresentou as maiores incidências de danos.

No que corresponde a aplicação do Ip, os resultados da ocorrência dos danos das fachadas demonstraram que assim como o mapa de danos e no MMD a manifestação patológica mais recorrente são as manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra. Com relação a abrangência de danos das fachadas obteve-se o valor de 16,0% de abrangência média. Comparativamente, ao se desconsiderar dois tipos de manifestação patológica no Ip e agrupar os danos, o estado de degradação se tornou menor que o mapa de danos e que o MMD. Foi possível observar que na aplicação do Ip, os valores de degradação foram uniformizados, embora as fachadas apresentem valores de abrangência de danos com grande variabilidade.

Em relação a comparação dos métodos aplicados neste estudo, o mapa de danos foi a representação rigorosa e minuciosa de todas as manifestações patológicas das fachadas e seu valor corresponde ao resultado mais fidedigno. É importante destacar, que nos casos em que os danos mais recorrentes sejam sujidade e/ou vegetação, o MMD apresentou falhas na representação fiel dos danos, subestimando os valores. O MMD, ao se utilizar de malha para a contagem da abrangência de danos, superestimou alguns tipos de manifestação patológica. Por consequência, mesmo que o MMD apresente 92,4% de concordância com o mapa de danos, este resultado apresenta algumas falhas. Embora o Ip tenha apresentado 72,2% de concordância com o mapa de danos, a aplicação desta metodologia de análise não se deve considerar irrelevante, apenas deve-se utilizar nos casos em que os danos estejam restritos as categorias explicitadas pelo método.

Referente ao estado de conservação das fachadas, através do cálculo da média de danos entre os métodos – mapa de danos, MMD e Ip – teve-se uma representação mais fiel dos danos, uma vez que os valores se tornam equilibrados.

As fachadas foram separadas em níveis de degradação – ótimo, bom, regular, ruim, péssimo e em decadência – destaca-se que 42,0% das fachadas analisadas ficaram enquadradas no nível de degradação bom, tendo como abrangência de danos máximo 16%. Um pequeno número (8,7%) das fachadas apresentou elevados níveis de degradação (em decadência – abrangência de danos >50%), desta maneira, indicando um bom estado de conservação. Não foi possível observar diferença do nível de degradação frente a orientação solar, todas as orientações solares apresentaram predominância de fachadas classificadas entre ótimo, bom e regular. Desta forma, conclui-se que as fachadas das edificações históricas de valor cultural analisadas neste trabalho apresentaram um bom estado de conservação. Neste sentido, evidencia-se as ações como a isenção de IPTU para os imóveis integrantes do inventário de Pelotas, a publicação do manual do usuário e a ação da Secretaria Municipal da Cultura (SECULT) possam ser fatores que contribuam para essa situação.

### **6.1. Sugestões para trabalhos futuros**

Considerando a relevância acerca do levantamento do estado de degradação das edificações históricas é de extrema importância dar continuidade aos estudos na área. Abaixo seguem algumas sugestões de trabalhos futuros:

- a.** Aplicar os métodos para análise do estado da degradação nas fachadas de edificações dispostas em outras ZZPC e incluídas na lista do Inventário do Patrimônio Cultural de Pelotas;
- b.** Aplicar os métodos para análise do estado da degradação na parte interna das edificações;
- c.** Aplicar os métodos para análise do estado da degradação nas edificações isentas de IPTU para avaliação fidedigna da isenção.

## Referências bibliográficas

ACHIAMÉ, G.G.; HAUTEQUESTT FILHO, G.C. **Mapa de danos: diretrizes de representação gráfica em projetos de restauro**. 1.ed. Vitória: IHGES, 2017. 87 p.

AGUIAR, B.C.; MARTIRE, G.E. Pathology analysis and intervention at the pavilhão mourisco roof terraces - Rio de Janeiro, Brazil. In: DELGADO, J.M.P.Q. (Org.). **Case studies of building pathology in cultural heritage**. 1.ed. Singapura: Springer Singapore, 2016. p. 21-45.

AL ALAM, F.W. **Potencialidade da termografia na detecção de manifestações patológicas associadas à umidade acidental**. 2016. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

ALBERNAZ, M.P.; LIMA, C.M. **Dicionário ilustrado de arquitetura – volume I**. São Paulo: ProEditores, 1997. p. 247-248.

ALMEIDA, L.M.; BASTOS, M.S. A Experiência da cidade de Pelotas no processo de preservação patrimonial. **Revista Centro de Preservação Cultural**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 96-118, 2006.

ALVES, S.M.M. **www.patorreb.com**: Um contributo para a sistematização do conhecimento da patologia da construção. 2008. 167 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

ANDRADE, C.; MARTÍNEZ, I. Use of indices to assess the performance of existing and repaired concrete structures. **Construction and Building Materials**, Amsterdã, v. 23, n. 9, p. 3012-3019, 2009.

ANTUNES, G. R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília**: sistematização da incidência de casos. 2010. 178 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2010.

ARAGÃO, S. O estudo dos tipos-interfaces entre tipologia e morfologia urbana e contribuições para o entendimento da paisagem. **Geosul**, Florianópolis, v. 21, n. 42, p 29-43, jul./dez. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674** - Manutenção de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281** – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529** – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Terminologia. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200** - Execução de revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

AZEVEDO, S.L.; GUERRA, F.L. Considerações sobre patologias e restauração de edifícios. **Techne: Revista de Tecnologia da Construção**, São Paulo, v. 144, p. 42-45, 2009.

BARRETO, J.C. **Estudo da Degradação das Fachadas de Edificações Históricas da Cidade de Salvador- BA**. 2019. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

BARROS, J.P.B. **Levantamento das patologias presentes em fachadas de edifícios históricos na cidade de Pombal/PB: o caso da Escola Estadual de Ensino Fundamental João da Mata**. 2019. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2019.

BARTHEL, C.; LINS, M.; PESTANA, F. O papel do mapa de danos na conservação do patrimônio arquitetônico. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO Y VIII JORNADA DE TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN DEL PATRIMONIO, Buenos Aires, 2009. **Anais** [...] Buenos Aires, 2009.

BAUER, E.; CASTRO, E.K.; SILVA, M.N.B. Estimativa da degradação de fachadas com revestimento cerâmico: estudo de caso de edifícios de Brasília. **Cerâmica**, São Paulo, v. 61, p. 151-159, 2015.

BEASLEY, K.J. Building facade failure risk assessment. **Journal of Performance of Constructed Facilities**. v. 28, n. 5, p. 02514001-1, 2014.



BRASIL. **Decreto nº 25**, de 30 de novembro de 1937. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Diário Oficial, Brasília, Seção 1 - 6/12/1937, Página 24056.

BUENO, B.P.S. Sistema de produção da arquitetura na cidade colonial brasileira – Mestres de ofício, “riscos” e “traças”. **Anais do Museu Paulista**. São Paulo. N. Sér. v.20. n.1. p. 321-361. jan.- jun. 2012.

CADENA, D.C.B. **Análise estrutural da Igreja de Nossa Senhora da Conceição**. 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2016.

CARASECK, H. Argamassas. In: ISAIA, G.C. (Org.). **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. 1.ed. São Paulo: IBRACON, 2007. p. 863-904.

CARVALHO, I.C. **Patologias em fachadas**: análises de casos na Universidade Federal do Pará. 2014. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

CHAVES, A.M.V.A. **Patologia e reabilitação de revestimentos de fachadas**. 2009. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade de Minho, Guimarães, 2009.

CINCOTTO, M.A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações. In: **Tecnologia de edificações**. Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo: Pini, IPT, 1988. p. 549-554.

CORNELLI, D. Condition rating of RC structures: A case study. **Journal of Building Appraisal**, v. 3, p. 29-51, 2007.

CRESCENCIO, R.M.; BARROS, M.M.B. **Revestimento decorativo monocamada**: produção e manifestações patológicas. São Paulo: EPUSP/DECC, 2005. 37 p.

DA COSTA, A.E.; GONSALES, C.; COTRIM, M. **Casa Contemporânea Brasileira**. 1.ed. Austin: Nhamerica Press Llc, 2019. 232 p.

DAMAS, A. L.; VEIGA, M. R.; FARIA, P. Caracterização de argamassas antigas de Portugal: contributo para a sua correta conservação. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO “PATRIMÓNIO, SUAS MATÉRIAS E IMATÉRIAS”, Lisboa, 2016. **Anais** [...] Lisboa, 2016.

FIB. Strategies for testing and assessment of concrete structure. **CEB Bulletin**, n.243, 1998.

FRATTINI, G.A. **Cimento Penteado em Pelotas**. 2006. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Patrimônio Cultural e Conservação Artefatos – Curso de Pós-graduação em Artes), Instituto de Artes e Design, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

GASPAR, P. **Vida útil das construções**: Desenvolvimento de uma metodologia para a estimativa da durabilidade de elementos da construção. Aplicação a rebocos de edifícios correntes. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia) - Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

GASPAR, P.; BRITO, J. Quantifying environmental effects on cement-rendered facades: a comparison between different degradation indicators. **Building and Environment**, v. 43, n. 11, p. 1818-28, 2008.

GOLDBERG, R.P. **Direct adhered ceramic tile, stone and thin brick facades - Technical design manual**. 1.ed. Bethany: Laticrete International. 1998. 200 p.

GOMIDE, J.H.; SILVA, P.R.; BRAGA, S.M.N. **Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural**. 1.ed. Brasília: Ministério da Cultura, Instituto do Programa Monumenta, 2005. 76 p.

GONÇALVES, P.H., CARDOSO, C.F., CARVALHO, M. T. Termografia como ferramenta de investigação térmica em fachadas de edifícios históricos. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XIV., ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, X., Balneário Camboriú, 2017. **Anais** [...] Balneário Camboriú, 2017.

GUERRA, F.L. **Biodeterioração de conjuntos histórico do século XIX em Pelotas/RS: fungos filamentosos**. 2012. 170 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

GUIMARÃES, J.P.P. **Técnicas tradicionais de construção, anomalias e técnicas de intervenção em fachadas e coberturas de edifícios antigos**. 2009. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Ciências e Tecnologia. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2009.

HAUTEQUESTT FILHO, G.C.; ACHIAMÉ, G.G. Diretrizes para representação gráfica de mapa de danos. In: CONFERÊNCIA SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS, 6., Rio de Janeiro, 2018. **Anais [...]** Rio de Janeiro, 2018.

IOSHIMOTO, E. Incidências de manifestações patológicas em edificações habitacionais. In: **Tecnologia de edificações**. Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo: Pini, IPT, 1988. p. 545-548.

IPHAN, Cadernos de Pesquisa e Documentação do IPHAN. **Programa de Gestão Documental do IPHAN**. n. 5. Rio de Janeiro: Copedoc, 2008.

IPHAN, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Conjuntos urbanos tombados (cidades históricas)**, 2019. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/123> > Acesso em: 15 abr. 2019.

IPHAN, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Normatização de cidades históricas - orientações para a elaboração de diretrizes e normas de preservação para áreas urbanas tombadas**. 2010. Disponível em: [http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/normatizacao\\_areas\\_tombadas\\_cidades\\_historicas\\_2011.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/normatizacao_areas_tombadas_cidades_historicas_2011.pdf) > Acesso em: 15 abr. 2019.

IPHAN, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Pelotas (RS) recebe certificado de Patrimônio Cultural**, 2018. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/rs/noticias/detalhes/4675/pelotas-rs-recebe-certificado-de-patrimonio-cultural> > Acesso em: 17 jun. 2020.

KANAN, M.I.C. **Manual de conservação e intervenção em argamassas e revestimentos a base de cal**. Brasília: IPHAN/Programa Monumenta, 2008. 174 p.

KLŮŠEIKO, P.; KALAMEES, T. Overview of damage to medieval rural churches in Estonia. In: **Case studies of building pathology in cultural heritage**. 1.ed. Singapura: Springer Singapore, 2016. p. 47-68.

LAMAS, J.M.R.G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. 7.ed. Portugal: Calouste Gulbenkian, 2014. 590 p.

LERSCH, I.M. **Contribuição para a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre**. 2003. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

LEZZERINI, M.; RANERI, S.S; PAGNOTTA, S.; COLUMBU, S.; GALLELLO, G. Archaeometric study of mortars from the Pisa's Cathedral Square (Italy). **Measurement**, Amsterdã, v. 126, p. 322-331, out. 2018.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**. Boletim técnico n. 06. São Paulo: USP, 1986.

MAGALHÃES, A.C. **Patologia de rebocos antigos**. Cadernos de edifícios, 2, Lisboa: LNEC, 2002. 15 p.

MAGALHÃES, M.O. **História e tradições da cidade de Pelotas**. 6.ed. Porto Alegre: Ardotempo, 2011. 139 p.

MAGALHÃES, M.O. **Opulência e cultura na província de São Pedro do Rio Grande do Sul: um estudo sobre a história de Pelotas (1860-1890)**. 1.ed. Pelotas: EdUFPel/Coedição Livraria Mundial, 1993. 312 p.

MAHFUZ, E. C. Fachadas Contemporâneas: da Pele à Casca. **Revista Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 184, jul. 2009.

MEIRA, A.L.G. **O patrimônio histórico artístico nacional do Rio Grande do Sul XX: atribuição de valores e critérios de intervenção**. 2008. 483 f. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) - Programa de Pós-Graduação em Planejamento Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MELLO, G.N.A.; BREMER, C.F.; BOMFIM, C.M.B.; SANTOS, F.F. Arquitetura vernácula nas cidades históricas Levantamentos de danos em edificações tombadas: Estudo de caso da igreja Nossa Senhora do Rosário em Caeté. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 4, p.17269-17282, abr. 2020.

MENEZES, A. L. R. de; CABRAL, K. C.; MARTINELLI, A. E. Caracterização das argamassas de revestimento históricas existentes na Usina Ilha Bela, localizada no município de Ceará Mirim, RN. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 37-57, abr./jun. 2020.

MICHAELIS. **Dicionário da língua portuguesa**. São Paulo: Editora Melhoramentos Ltda, 2015.

MÜLLER, S.R. **Histórico do campus e as patologias das fachadas dos prédios voltados para a Avenida Roraima – UFSM**. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

NEUTZLING, S.R. **O Saber e o Fazer: Um Olhar Sobre o Patrimônio**: Cimento Penteado em Bagé. 1.ed. Porto Alegre: Imagina Conteúdo Criativo, 2019. 78 p.

OLIVEIRA, A. L. C.; SEIBT, M. B. **Programa de Revitalização Integrada de Jaguarão**. Pelotas: Editora Universitária UFPel, 2005.

OLIVEIRA, A. L. C. **O portal meridional do Brasil : Rio Grande, São José do Norte e Pelotas no período colonial (1737 a 1822)**. 2012. 349 f. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

OSTERKAM, G. **O Brasil arquitetura e a invenção do patrimônio**. 2015. 190 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PAIVA, J. V., CARVALHO, E. C., CAVALEIRO E SILVA, A. **Patologia da Construção**. Documento introdutório do tema 3, 1.º **Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação**, 1985, Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC, Lisboa.

PASQUALOTTO, N. **Mapeamento de manifestações patológicas em edificação histórica**: estudo no prédio do observatório astronômico da UFRGS. 2012. 139 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

PAVÃO, R.C. **Catálogo de técnicas de diagnóstico em edifícios antigos**. 2016. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2016.

PEDRO, E.G.; MAIA, L.E.F.C.; ROCHA, M.O.; CHAVES, M.V. **Patologia em Revestimento Cerâmico de Fachada**. 2002. 114 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em Engenharia de Avaliações e Perícias), Faculdade de

Engenharia e Arquitetura, Universidade FUMEC (Fundação Mineira de Educação e Cultura), Belo Horizonte, 2002.

PELOTAS. **Lei nº 2.565**, de 1980. Institui o II Plano Diretor de Pelotas.

PELOTAS. **Lei nº 5.146**, de 25 de julho de 2005. Reduz alíquotas do IPTU e dá outras providências. Pelotas, 2005.  
[http://www.pelotas.rs.gov.br/interesse\\_legislacao/leis/2005/lei\\_5146.pdf](http://www.pelotas.rs.gov.br/interesse_legislacao/leis/2005/lei_5146.pdf) > Acesso em: 15 abr. 2019.

PELOTAS. **Lei nº 5.223**, de 26 de abril de 2006. Dispõe Sobre a Reestruturação do Conselho Municipal de Cultura (CONCULT), e dá outras providências. Pelotas, 2006.  
<https://leismunicipais.com.br/a/rs/p/pelotas/lei-ordinaria/2006/522/5223/lei-ordinaria-n-5223-2006-dispoe-sobre-a-reestruturacao-do-conselho-municipal-de-cultura-concult-e-da-outras-providencias> > Acesso em: 15 abr. 2019.

PELOTAS. **Lei nº 5.502**, de 11 de setembro de 2008. Institui o III Plano Diretor Municipal e estabelece as diretrizes e proposições de ordenamento e desenvolvimento territorial no Município de Pelotas, e dá outras providências. Pelotas, 2008. [http://www.pelotas.com.br/storage/gestao-da-cidade/lei\\_5502.pdf](http://www.pelotas.com.br/storage/gestao-da-cidade/lei_5502.pdf) > Acesso em: 15 abr. 2019.

PELOTAS. **Lei nº. 2.708**, de 10 e maio de 1982. Dispõe sobre a proteção do patrimônio histórico e cultural do município de pelotas e da outras providências. Pelotas, 1982. <https://camara-municipal-de-pelotas.jusbrasil.com.br/legislacao/497517/lei-2708-82> > Acesso em: 15 abr. 2019.

PELOTAS. **Lei nº. 4.093**, 25 de julho de 1996. Dispõe sobre a Regulamentação do Artigo 207 da Lei Orgânica Municipal, e dá outras providências. Pelotas, 1996. <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/18138464> > Acesso em: 15 abr. 2019.

PELOTAS. **Lei nº. 4.490**, 27 de fevereiro de 2003. Dispõe sobre os bens integrantes do inventário do patrimônio cultural de Pelotas. Pelotas, 2003.  
<https://leismunicipais.com.br/a/rs/p/pelotas/decreto/2003/449/4490/decreto-n-4490-2003-dispoe-sobre-os-bens-integrantes-do-inventario-do-patrimonio-cultural-de-pelotas> > Acesso em: 15 abr. 2019.

PELOTAS. **Lei nº. 4.568**, 07 de julho de 2000. Declara área da cidade como Zonas de Preservação do Patrimônio Cultural de Pelotas - ZPPCS - lista seus bens integrantes e dá outras providências. Pelotas, 2000.  
<https://leismunicipais.com.br/a/rs/p/pelotas/lei-ordinaria/2000/456/4568/lei-ordinaria-n-4568-2000-declara-area-da-cidade-como-zonas-de-preservacao-do-patrimonio->

cultural-de-pelotas-zppcs-lista-seus-bens-integrantes-e-da-outras-providencias-2000-07-07 > Acesso em: 15 abr. 2019.

PELOTAS. **Lei nº. 4.878**, 29 de setembro de 2002. Introduz alterações no código tributário municipal, Lei Nº 2758/82, relativas ao IPTU. Pelotas, 2002.  
<https://leismunicipais.com.br/a/rs/p/pelotas/lei-ordinaria/2002/487/4878/lei-ordinaria-n-4878-2002-introduz-alteracoes-no-codigo-tributario-municipal-lei-n-2758-82-relativas-ao-iptu> > Acesso em: 15 abr. 2019.

PELOTAS. **Manual do usuário de imóveis inventariados**. Prefeitura Municipal de Pelotas, Secretaria de Cultura. Pelotas: Nova Prova, 2008. 104 p.

PEREIRA, L.M. **Avaliação das patologias e da biodeterioração na biblioteca central da UFSM**. 2012. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa em Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

PERES, R.M. **Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico – um estudo de caso**. 2001. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa em Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

PERES, R. M.; BONIN, L. C.. Danos em stucchi de fachadas de prédios históricos - Uma abordagem preliminar. In: MASCARENHAS, A.. (Org.). **Ornatos - Restauração e conservação**. Rio de Janeiro: In-Fólio - Produção Editorial, Gráfica e Programação Visual, 2008, p. 1-108.

PINHEIRO, P.I.S.; BAUER, E.; SOUZA, J.S. Aplicação do método de mensuração da degradação com a finalidade de quantificação da vida útil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, XII., São Paulo, 2017. **Anais** [...] São Paulo, 2017.

RIBEIRO, F.M.T. **Políticas públicas referentes ao patrimônio cultural edificado na cidade de Pelotas, RS: o caso da isenção do IPTU**. 2013. 163 f. Dissertação (Mestrado em Memória Social e Patrimônio Cultural) - Programa de Pós-Graduação em Memória Social e Patrimônio Cultural, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

ROCHA, E.A.; MACEDO, J.V.S.; CORREIA, P.; MONTEIRO, E.C.B. Adaptação de mapa de danos para edifícios históricos com problemas patológicos: estudo de caso da Igreja do Carmo em Olinda PE. **Revista Asociación Latinoamericana de**



**Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción**, v. 8, n. 1, p. 51-63, 2018.

RODRIGHIERO, J. C. **Descaracterização no Ecletismo da Cidade de Pelotas/RS: Proposta de Método de Análise**. 2019. 389 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

RODRIGHIERO, J. C; OLIVEIRA, A.L.C. A Valoração do significado cultural: o exemplo de Pelotas – RS. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO – ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL ATUAL CRISES, IMPASSES E DESAFIOS, 4., 2018, Salvador. **Anais [...]** Salvador: ENANPARQ, 2018. p. 5300-5317.

RODRIGUES, A.O. **Metodologia para identificação de manifestações patológicas baseada em estudo de caso na cidade de Pelotas/RS, aplicada ao desenvolvimento de banco de dados**. 2016. 119 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

RODRIGUES, M. F. S. **Estado de conservação de edifícios de habitação a custos controlados índice de avaliação e metodologia para a sua obtenção**. 2008. 485 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2008.

RODRIGUES, P.N. **Caracterização das argamassas históricas da ruína de São Miguel Arcanjo/RS**. 2013. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa em Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

ROSA, J. P. R. **Caracterização de Argamassas Históricas do Convento de Cristo – Tomar**. 2016. 216 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.

SANT'ANNA, M. A Cidade-patrimônio no Brasil: lições do passado e desafios contemporâneos. **Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional**, v. 35, p. 139-155, 2017.

SANTOS FILHO, M. L., **Patologia de Edificações – Modelos de Condições de Avaliação**. Curitiba: PPGCC-UFPR, 2005. Aula 2. Notas de Aula, Aula 2, Pós graduação em Construção Civil.

SANTOS, A.A.M.; GONÇALVES, M.R.F.; BOJANOSKI, S.F. Políticas públicas de preservação: instituições, personalidades e salvaguarda do patrimônio documental da arquitetura no Brasil. In: MICHELON, F.F.; MACHADO JUNIOR, C.S.; GONZÁLEZ, A.M.S. (Org.). **Políticas públicas e patrimônio cultural: ensaios, trajetórias e contextos**. 1.ed. Pelotas: EdUFPel, 2012. p. 15-32.

SANTOS, C. A. Mapa de danos para edifícios históricos com manifestações patológicas: estudo de caso da Catedral Nossa Senhora das Mercês em Porto Nacional (TO). **Engineering Sciences**, v.7, n.1, p.1-10, 2019.

SANTOS, D.G.; DE SOUZA, J.S.; MACÊDO, M, S, P, H; BAUER, E. Aplicação do Método de Mensuração da Degradação (MMD) na Distribuição de Ocorrência de Danos de um Edifício em Brasília. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES, 1., 2018, Campo Grande. **Anais [...]** Campo Grande, 2018.

SCHLEE, A.R. Pela Memória de Pelotas. Como sempre! In: COLÓQUIO SOBRE HISTÓRIA E HISTORIOGRAFIA DA ARQUITETURA BRASILEIRA, I., 2008, Brasília. **Anais [...]** Brasília, 2008.

SECULT, Secretaria de Estado da Cultura – SECULT - Estado de Alagoas. **O que é o Tombamento**. 2020. Disponível em: <http://www.cultura.al.gov.br/politicas-e-acoes/patrimonio-cultural/o-que-e-o-tombamento>> Acesso em: 19 ago. 2020.

SILVA, M.N.B. **Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada – aplicação ao caso de Brasília/DF**. 2014. 217 f. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SILVA, V.M.B. **Manifestações patológicas em fachadas de empreendimentos do programa de arrendamento residencial na cidade de Pelotas/RS: Residenciais Solar das Palmeiras e Paraíso**. 2016. 148 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

SOUSA, R. D. B. **Previsão da vida útil dos revestimentos cerâmicos aderentes em fachadas**. 2008. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

SOUZA, J.S. **Evolução da Degradação de Fachadas - Efeito dos Agentes de Degradação e dos Elementos Constituintes**. 2016. 114 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SOUZA, J.S.; NASCIMENTO, M.L.N.; ZANONI, V.A.G; BAUER, E. Estudo da intensidade e distribuição de danos em regiões de fachada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES, 2016, Belém do Pará. **Anais** [...] Belém do Pará: CBPAT, 2016.

TAGUCHI, M.K. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações**. 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

TAVARES, A.; COSTA, A.; VARUM, H. **Manual de reabilitação e manutenção de edifícios: guia de intervenção**. Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro. Inovadomus. 2011.

TELLES, C.D.M. **Inspeção de fachadas históricas**: Levantamento de materiais e danos de argamassas. 2010. 321 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

TERRA, R.C. **Levantamento de manifestações patológicas de fachadas das edificações da cidade de Pelotas**. 2001. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

TINOCO, J.E.L. **Mapa de danos recomendações básicas**. serie 2, volume 43. Olinda: centro de estudos avançados da conservação integrada - textos para discussão - gestão de restauro, 2009. 23 p.

TIRELLO, R.A.; CORREA, R. Sistema Normativo para mapas de danos de edificios históricos aplicados à Lidgerwood Manufacturing Company de Campinas. In: COLÓQUIO LATINOAMERICANO SOBRE RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO INDUSTRIAL, VI., 2012, São Paulo. **Anais** [...] São Paulo, 2012.

TONDELO, P. G.; BARTH, F. Análise das manifestações patológicas em fachadas por meio de inspeção com VANT. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, São Paulo, v. 10, p. e019009, fev. 2019.

VEIGA, M. R. Argamassas de cal para conservação e reabilitação de edifícios: conhecimento consolidado e necessidades de investigação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 85-96, out./dez. 2018.

VIEIRA, A.A. **Influência dos detalhes arquitetônicos no estado de conservação das fachadas de edificações do patrimônio cultural do centro histórico de Porto Alegre**: estudo de caso. 2005. 163 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia) - Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ZANONI, V.A.G.. **Influência dos agentes climáticos no comportamento higrotérmico de fachadas em Brasília**. 2015. 313 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.