

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



Dissertação

Aplicação de métodos de análise do estado de degradação em Fachadas de Edificações com Interesse Histórico em Santo Ângelo/RS

**Fernanda Pasqualotti**

**Pelotas, 2022**

**Fernanda Pasqualotti**

**Aplicação de métodos de análise do estado de degradação em Fachadas de Edificações com Interesse Histórico em Santo Ângelo/RS**

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

Orientadora: Profa. Dra. Ariela da Silva Torres

Coorientadora: Profa. Dra. Mauren Aurich

Pelotas, 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

P284 Pasqualotti, Fernanda

Aplicação de métodos de análise do estado de degradação em fachadas de edificações com interesse histórico em Santo Ângelo/RS / Fernanda Pasqualotti ; Ariela da Silva Torres, orientadora ; Mauren Aurich, coorientadora. — Pelotas, 2022.

189 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. Patrimônio histórico. 2. Mapa de danos. 3. Degradação - método de análise. 4. Street View. I. Torres, Ariela da Silva, orient. II. Aurich, Mauren, coorient. III. Título.

CDD : 720

Fernanda Pasqualotti

Aplicação de métodos de análise do estado de degradação em Fachadas de Edificações com Interesse Histórico em Santo Ângelo/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: 29 de junho de 2022.

Banca examinadora:

.....  
Profa. Dra. Ariela da Silva Torres (orientadora)  
Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....  
Profa. Dra. Mauren Aurich (coorientadora)  
Doutora em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo

.....  
Profa. Dra. Aline Montagna da Silveira  
Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo

.....  
Profa. Dra. Natália dos Santos Petry  
Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....  
Profa. Dra. Ângela Azevedo  
Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## **Agradecimentos**

Agradeço à orientadora desse trabalho, Profa. Dra. Ariela Torres, pela oportunidade e confiança despendida em mim, por todo o conhecimento transmitido e pela dedicação no desenvolvimento deste trabalho. À coorientadora, Profa. Dra. Mauren Aurich, pelo acolhimento, dedicação e ensinamentos transmitidos. Tenho imensa admiração por ambas, pois são um exemplo de competência e profissionalismo.

Ao meu namorado e melhor amigo, Ranier, por sempre se fazer tão presente, ser meu parceiro de vida e incentivador diário.

Aos meus pais, por sempre incentivarem e fornecerem os suportes necessários ao longo de toda a minha trajetória.

Ao meu irmão, Ricardo, por sempre vibrar pelas minhas conquistas.

## RESUMO

PASQUALOTTI, Fernanda. **Aplicação de métodos de análise do estado de degradação em Fachadas de Edificações com Interesse Histórico em Santo Ângelo/RS**. 2022. 189 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, 2022.

A Região dos Sete Povos das Missões é conhecida por seus costumes e tradições. A cidade de Santo Ângelo/RS, mais populosa da região, carrega em suas edificações e ruas traços da arquitetura missioneira, materializando a história e a identidade cultural coletiva da população, e, conseqüentemente, despertando um amplo interesse da sociedade. Apesar da grande importância cultural e social despertada pelas edificações históricas, existem muitas que carecem de cuidados, demonstrando a falta de preocupação e de conhecimento dos proprietários e usuários com a preservação do patrimônio edificado. Diante do exposto, torna-se evidente a importância da preservação desse patrimônio como forma de manutenção da cultura e história dos povos. Para tanto se faz necessário o acompanhamento do estado de degradação das fachadas históricas, visto este ser o caminho adequado para a manutenção do patrimônio construído. O objetivo deste estudo foi de avaliar o estado de degradação das fachadas das 65 edificações inventariadas pelo Município de Santo Ângelo/RS, através da aplicação do Mapa de Danos (MD) e do Método de Mensuração da Degradação (MMD) sobre fotos obtidas *in loco*. Devido a pandemia provocada pela covid-19 e, tendo como consequência o distanciamento social, buscou identificar a viabilidade do uso de ferramentas *online* no diagnóstico do estado de conservação de fachadas. Por fim, buscou estabelecer a relação entre a degradação com a orientação solar da fachada e a influência das ações de manutenção do desenvolvimento da degradação destas. Da amostra total de edificações inventariadas pelo município, após processo de triagem, apenas 15 possuíam características que permitiam a aplicação dos métodos nas fotos obtidas *in loco*. O *Street View* surgiu como uma ferramenta auxiliadora no desenvolvimento do estudo, a qual se mostrou bastante promissora, uma vez que permite identificar as ações de manutenções sofridas nas fachadas através da ferramenta “máquina do tempo”. Ambos métodos aplicados (Mapa de Danos e Método de Mensuração da Degradação) apresentaram resultados semelhantes. As manifestações patológicas de maior incidência foram as manchas de umidade/mofo/bolor (53,9% para MD e 47,5% para MMD), seguidas do descolamento de pintura (27,0% para MD e 29,5% para MMD). E, a região do topo foi a que apresentou o maior percentual de danos (54,7%). Ainda, foi observado que as ações de manutenção influenciam severamente na degradação das edificações, uma vez que o Fator de Danos total (FDt) das fachadas foi sofrendo acréscimo conforme aumentava o tempo desde a manutenção sofrida. O FDt para fachadas que sofreram manutenções em três anos, dez anos e sem manutenção foram de 5,34%, 8,34% e 35,88%, respectivamente, corroborando com este resultado, as edificações de esquinas que possuem fachadas com diferentes orientações solares apresentaram resultados semelhantes de abrangência de danos e FDt para a mesma edificação. Concluiu-se que a utilização dos métodos de levantamento são de suma importância para preservação do ambiente construído.

**Palavras-chave:** Patrimônio histórico, Mapa de Danos, Método de Mensuração da Degradação, *Street View*.

## ABSTRACT

PASQUALOTTI, Fernanda. **Application of methods of analysis of the states of degradation of facades buildings with historical interest in Santo Ângelo/RS.** 2022. 189 f. Thesis (Master's in Architecture and Urbanism) – Post-graduate Program in Architecture and Urbanism. Faculty of Architecture and Urbanism. Federal University of Pelotas. Pelotas, 2022.

The Region of the Sete Povos das Missões is known for its customs and traditions, as a result of the great ethnic and cultural diversity of the people who settled there. The city of Santo Ângelo/RS holds in its buildings and streets traces of missionary architecture, representing the materialization of history and collective cultural identity and, consequently, stimulating great interest for historians and the public authorities. Despite the great cultural and social interest produced by historic municipal buildings, there are buildings that did not have maintenance, demonstrating the absence of concern and knowledge of owners and users with the preservation of built heritage. Hence, the importance of preserving this heritage as a way of maintaining the culture and history becomes evident. Therefore, it is necessary to monitor the state of degradation of the historic facades since this is the appropriate way to maintain the built heritage. The present work aims to evaluate the state of degradation of the facades of the 65 buildings inventoried by the Municipality of Santo Ângelo, through the application of the Damage Map and the Degradation Measurement Method on photos of the frontages obtained *in loco*. It also sought to identify the feasibility of using online tools in the diagnosis of the state of conservation of the facades, through the application of both methodologies in images obtained through Google Street View. Finally, it pursued to establish the relationship between degradation with the solar orientation of the facade, and the influence of maintenance actions on the development of facade degradation. Considering the total sample of buildings inventoried by the municipality, after the selection process, only 15 offered characteristics that allowed the application of the methods. It was not possible to apply the methodologies on the images obtained through Street View due to its low resolution, but the tool proved to be promising to analyze the evolution of the degradation suffered by the buildings, as well as to identify the occurrence of maintenance actions on the facades, since that “time machine” option allows inspecting images of buildings in different years. Regarding the photos obtained *in loco*, two methods were applied (Map of Damage and Method of Measurement of Degradation) and both presented similar results. The pathological manifestations with the highest incidence were moisture/mold/mold stains (53,9% to MD and 47,5% to MMD), followed by paint detachment (27,0% to MD and 29,5% to MMD). And the top region was the one with the highest percentage of damage (54,7%). Also, it was observed that even small maintenance actions severely influence the degradation of buildings, since the total Damage Factor (FDt) of the facades was swelling as the time increased since the last maintenance suffered by the building. The FDt for facades that underwent maintenance in three years, ten years and without maintenance were 5,34%, 8,34% and 35,88%, respectively. Finally, it was concluded that the use of survey methods is of paramount importance for the preservation of the built heritage.

**Palavras-chave:** Historic Heritage, Damage Map, Degradation Measurement Method, Street View.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Região dos Município das Missões/RS. ....	15
Figura 2. Iconografia da redução de São Miguel Arcanjo - 1756.....	21
Figura 3. Cronologia do povoamento da Região das Missões. ....	22
Figura 4. Detalhe mostrando o interior do muro em adobe, na Missão de Jesús de Taravangüe. ....	23
Figura 5. Piso cerâmico na Missão de la Santíssima Trindad (a) Telhas originais na Missão de Jesús de Taravangüe (b). ....	24
Figura 6. Verga de madeira em San Ignacio Miní (a), Coluna do cunhal de uma das "casa de índios" em Santíssima Trindad. ....	25
Figura 7. Pedra de arenito esculpida, utilizada na Igreja de São Miguel (a), pedra de itacuru utilizada nas paredes do colégio, oficinas entre outros (b). ....	26
Figura 8. Fragmento de reboco utilizando tabatinga e cal feita de caracóis. ....	26
Figura 9. Traçado da Redução de Santo Angel, por Cabrer em 1784 (a) (Fonte:Adonias, 1993). Sobreposição de plantas com o traçado atual de Santo Ângelo e da antiga Redução (b). ....	27
Figura 10. Modelo de Mapa de Danos. ....	34
Figura 11. Mapa dos diferentes tipos de materiais (a) mapa de danos com escala de intensidade (b).....	37
Figura 12. Exemplo da classificação das regiões em um edifício hipotético. ....	41
Figura 13. Fluxograma da pesquisa. ....	53
Figura 14. Mapa com a localização das edificações. ....	55
Figura 15. Medição das fachadas dois pontos, edificação RS12-00015. ....	57
Figura 16. Edificação RS12-00019.....	58
Figura 17. Edificação RS12-00038.....	58
Figura 18. Edificação RS12-00033.....	59
Figura 19. Edificação RS12-00008.....	59
Figura 20. Edificação RS12-00017.....	60
Figura 21. Fluxograma definição da amostra. ....	60
Figura 22. Edificação RS12-00027.....	61
Figura 23. Fachada RS12-00003 com obstáculos.....	62
Figura 24. Fotografias isoladas da edificação RS12-00003. ....	63
Figura 25. Montagem da Fachada RS12-00003.....	63
Figura 26. Edificação RS12-00016 – sem ajuste(a) com ajuste de perspectiva (b). 64	

Figura 27. Edificação RS12-00040 - com montagem – remanescente fiação aérea de iluminação. ....	64
Figura 28. Edificação RS12-00001– com montagem – remanescente vegetação. ...	65
Figura 29. Edificação RS12-00039 – com montagem – remanescente condensador de ar. ....	65
Figura 30. Legenda manifestações patológicas. ....	69
Figura 31. Mapa de Danos edificação RS12-00003. ....	70
Figura 32. Aplicação da malha MMD edificação RS12-00003. ....	70
Figura 33. Divisão da fachada em regiões - edificação RS12-00016. ....	72
Figura 34. Danos nas regiões - edificação RS12-00016. ....	73
Figura 35. Edificação RS12-00003 imagem Street View 2011. ....	76
Figura 36. Edificação RS12-00003 imagem Street View 2019. ....	76
Figura 37. Edificação RS12-00084, imagem Street View 2011. ....	77
Figura 38. Edificação RS12-00082, imagem Street View 2011. ....	77
Figura 39. Captura de tela Street View edificação RS12-00016, ano 2019. ....	78
Figura 40. Ampliação feita na tela do aplicativo (a) ampliação na imagem capturada (b). ....	78
Figura 41. Intervenções de reparos de 2011 a 2022. ....	79
Figura 42. Mapa de Danos Fachada RS12-00001- fachada 2. ....	82
Figura 43. Abrangência de danos por manifestação patológica da amostra de 15 fachadas. ....	83
Figura 44. Abrangência de danos por orientação. ....	84
Figura 45. Fator de danos por manifestações patológicas - amostra total - MMD. ....	86
Figura 46. Comparativo de estudos de FD por manifestação patológica. ....	87
Figura 47. Fator de danos da manifestação patológica x orientação solar - MMD. ...	88
Figura 48. Comparativo de estudos entre FDt por orientação solar. ....	89
Figura 49. MMD da edificação RS12-00039. ....	90
Figura 50. MMD da edificação RS12-00040. ....	91
Figura 51. MMD da edificação RS12-00015. ....	92
Figura 52. Fator de danos x manutenções sofridas - MMD. ....	93
Figura 53. MMD da edificação RS12-00027 - fachada 2. ....	94
Figura 54. MMD da edificação RS12-00027 - fachada 3. ....	95
Figura 55. Dados do MMD das fachadas 2 e 3 da edificação RS12-00027. ....	96
Figura 56. FDrc – amostra das 15 fachadas. ....	97

Figura 57. Análise comparativa entre autores do FDrc. ....	98
Figura 58. FDrc por orientação solar. ....	99
Figura 59. MMD regiões da edificação RS12-00039. ....	100
Figura 60. Edificação RS12-00001, fachada 1, orientação solar leste - Mapa de Danos. ....	101
Figura 61. Edificação RS12-00001, fachada 2, orientação solar norte - Mapa de danos. ....	102
Figura 62. FD por manifestação patológica, fachada norte e leste da edificação RS12-00001. ....	102
Figura 63. FDRc da fachada norte e leste da edificação RS12-00001. ....	103
Figura 64. Edificação RS12-00003, fachada 1, orientação solar oeste - Mapa de Danos. ....	104
Figura 65. Edificação RS12-00003, fachada 2, orientação solar norte - Mapa de Danos. ....	104
Figura 66. FD por manifestação patológica, fachada norte e oeste da edificação RS12-00003. ....	105
Figura 67. FDRc da fachada norte e oeste da edificação RS12-00003. ....	106
Figura 68. Edificação RS12-00026, fachada 2, orientação solar oeste - Mapa de Danos. ....	107
Figura 69. Edificação RS12-00026, fachada 2, orientação solar norte - Mapa de Danos. ....	107
Figura 70. FD por manifestação patológica, fachada norte e oeste da edificação RS12-00026. ....	108
Figura 71. FDRc da fachada norte e oeste da edificação RS12-00026. ....	109

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de edificações inventariadas Santo Ângelo/RS. ....	29
Tabela 2. Critérios adotados dos níveis de condição de cada patologia. ....	44
Tabela 3. Classe de severidade. ....	47
Tabela 4. Grau de danos. ....	48
Tabela 5. Urgência de intervenção. ....	48
Tabela 6. Classes de deterioração. ....	49
Tabela 7. Modelo da tabela de levantamento das edificações. ....	56
Tabela 8. Amostra com fachadas selecionadas. ....	66
Tabela 9. Edificações que sofreram manutenção entre 2011 e 2019. ....	80
Tabela 10. Edificações que sofreram manutenção entre 2019 e 2022. ....	80
Tabela 11. Fachadas sem manutenções entre os anos de 2011 e 2022. ....	81
Tabela 12. Abrangência de danos e FDt das fachadas com orientação solar norte. .....	110
Tabela 13. Abrangência de danos X FDt. ....	111

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
1.1.	Objetivos.....	18
1.2.	Delimitações da pesquisa.....	18
1.3.	Estrutura do trabalho.....	19
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1.	Povoamento e edificações das Região das Missões.....	20
2.2.	Santo Ângelo e o Patrimônio Edificado.....	27
2.3.	Degradação em Fachadas de Edificações Históricas.....	30
2.4.	Street View como Ferramenta para Análise de Danos.....	31
2.5.	Métodos Qualitativos de Levantamento de Danos.....	33
2.5.1.	Mapa de danos.....	33
2.5.2.	Método de Inspeção com VANT.....	37
2.5.3.	Método GUT.....	38
2.6.	Métodos Quantitativos.....	40
2.6.1.	Método de Mensuração de Degradação (MMD).....	40
2.6.2.	Índice de Performance do Elemento (IP) e do Conjunto (IPg).....	46
2.6.3.	Levantamento de danos com múltiplas metodologias.....	50
3.	METODOLOGIA.....	53
3.1.	1ª Etapa – Definição da Amostra.....	54
3.1.1.	Caracterização da amostra.....	54
3.1.2.	Levantamento preliminar das fachadas.....	54
3.1.3.	Levantamento <i>in loco</i> .....	57
3.1.4.	Levantamento Final.....	61
3.2.	2ª Etapa – Aplicação dos métodos de levantamento de danos.....	69
3.3.	3ª Etapa – Análise de Resultados e Conclusões.....	74
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	75

4.1. Levantamento <i>Street View</i> .....	75
4.2. Mapa de Danos .....	82
4.3. Método de Mensuração da Degradação (MMD).....	85
4.4. Edificações de esquinas .....	101
4.5. Análise comparativa Mapa de Danos X Método de Mensuração da Degradação (MMD).....	110
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112
5.1. Conclusões.....	112
5.2 Sugestões para trabalhos futuros.....	115
Referências Bibliográficas .....	116
Apêndices.....	115
Apêndice A – Levantamento Preliminar Edificações Inventariadas.....	116
Apêndice B - Representações gráfico-fotográfica do Mapa de Danos e Método de Mensuração da Degradação.....	119

## 1. INTRODUÇÃO

A Região da Missões está situada no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, a qual está diretamente relacionada à construção das Reduções Jesuítica-Guaranis dos séculos XVI e XVII, onde surgiu o então chamado Sete Povos da Missões (SCHERER, 2019). As Reduções Jesuíticas-Guaranis iniciaram no século XVI, quando os espanhóis ocuparam as terras dos indígenas e, através do sistema da *encomienda*, impuseram trabalhos forçados, destruindo seu modo de vida e condenando os Guaranis à morte, momento em que Jesuítas do Paraguai, assim como outros religiosos e bispos católicos na América do Sul propuseram-se a fundar cidades só de indígenas, visando a prevalência da vida dos guaranis, quando então foram fundados diversos povoados no Rio Grande do Sul (ALVES, 2007).

Segundo Scherer (2019), a ocupação da Região das Missões pode ser descrita em três momentos distintos: o primeiro deles como o das etnias indígenas Guarani, Charrua e Kaingang, o segundo pela presença dos portugueses e espanhóis e a terceira foi marcada pela entrada dos colonizadores europeus, alemães, italianos, russos, poloneses e outros. A cidade de Santo Ângelo foi a última redução a ser construída pelo ciclo missionário, em 1706, período no qual havia um predomínio da arquitetura missionária, com a utilização de estruturas de madeiras. Atualmente a Região das Missões é composta por um total de 26 municípios (Figura 1).

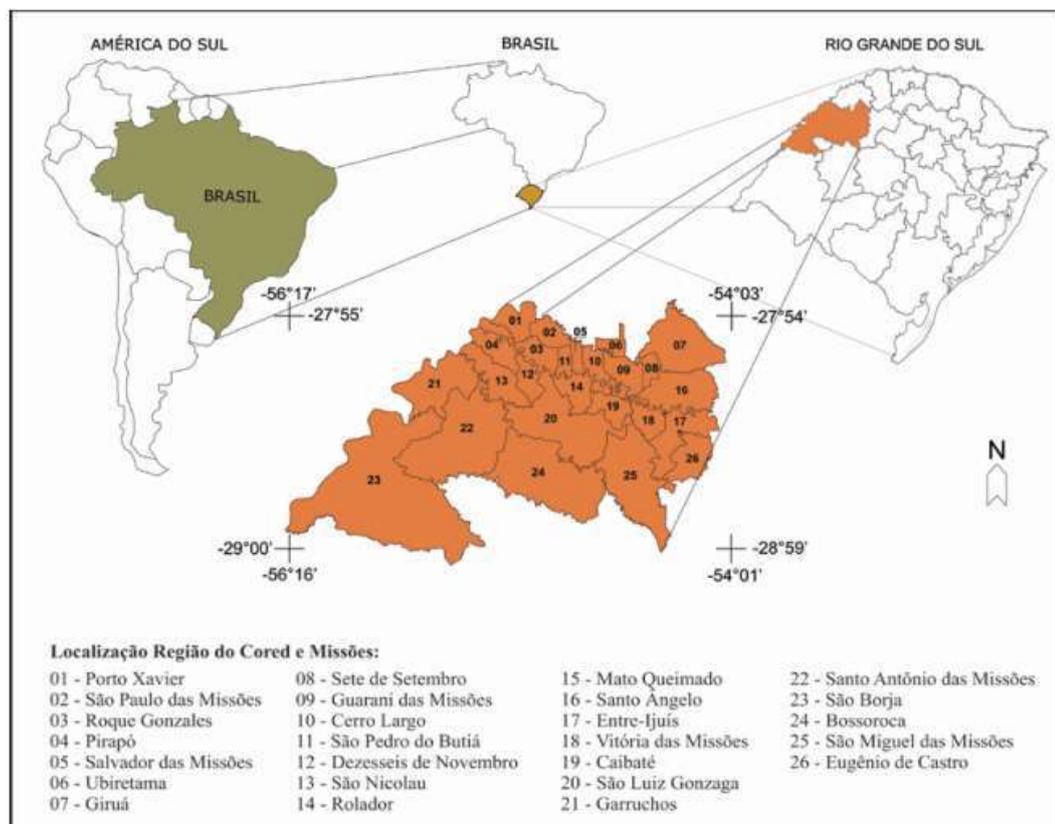


Figura 1. Localização da Região dos Município das Missões/RS.  
Fonte: Stello, 2013.

A cidade de Santo Ângelo é a mais populosa da região das Missões, contando com 78.908 habitantes (IBGE, 2014), sendo também conhecida como a Capital das Missões. Sua fundação data de 12 de agosto de 1706, pelo Jesuíta Diogo de Haze, padre belga de nascimento, tendo como nome de origem Sant'Angel Custódio e Santo Angelo Custódio (SANTO ÂNGELO, 2014). O município teve sua emancipação decretada pela Lei nº 835 de 22 de março de 1873 (RIO GRANDE DO SUL, 1873), quando foi elevado para a categoria de Vila.

Entre os municípios pertencentes à região das Missões, Santo Ângelo caracteriza-se por ser o município que possui o maior número de edificações com algum tipo de proteção patrimonial. Conforme Reis *et. al* (2016) o processo de patrimonialização do município foi bastante conturbado, tendo início no ano de 2012, incentivado por ações de um grupo civil, as quais iniciaram por ocasião da possível demolição de um sobrado da década de 1920, considerado pelo Conselho Municipal Arqueológico, Histórico e Cultural de Santo Ângelo (COMPAHC) como patrimônio da cidade, estando, à época em processo de tombamento. Este movimento culminou no

tombamento provisório a nível municipal, como medida preventiva, de cerca de 500 edificações.

No ano de 2013, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado (IPHAE) publicou nota de esclarecimento de que o patrimônio do município deveria ser preservado e protegido por leis municipais, em concordância com a Constituição e com apoio dos órgãos estaduais (REIS, *et. al*, 2016). Desde então, foram aprovadas, pelo poder legislativo municipal, leis e emendas que visam a proteção do Patrimônio Cultural do Município, assim como compensações fiscais aos proprietários das edificações inventariadas. Conforme informações da Prefeitura de Santo Ângelo, atualmente o Município conta com um total de 65 edificações inventariadas, com diferentes Graus de Preservação.

O patrimônio histórico representa parte da história de Santo Ângelo e carrega importância social, cultural e econômica, representando a materialização da história e da identidade cultural coletiva. Sua manutenção contribui para compreender a história da cidade e o modo de vida de seus habitantes. Todavia, a maior problemática atualmente é justamente a falta de preservação desse patrimônio, pois a deterioração destes simboliza o esquecimento de parte da cultura.

A preocupação com a preservação do patrimônio construído existe de longa data, tendo sido a Carta de Atenas, em 1931, o primeiro documento a desenvolver sobre a importância de um sistema de manutenção regular e permanente para a preservação dos edifícios, a qual menciona que a restauração deve ser uma operação de caráter excepcional, devendo ser realizada apenas em casos indispensáveis, devido à deterioração ou destruição do bem (BARBOSA *et. al*, 2017). Outros documentos, como a Carta de Veneza (1964), a Carta do Restauo (1972) e a Declaração de Amsterdã (1975) também corroboram com tais afirmações (BARBOSA *et. al*, 2017).

A conservação preventiva de uma edificação pode ser considerada uma filosofia proativa, que tem como objetivo garantir a longevidade do patrimônio construído. Destaca-se que a adoção da manutenção preventiva em edificações históricas, através de inspeções regulares e de pequenas ações de manutenção podem ajudar a prevenir grandes danos e desonerar consideravelmente os gastos com recursos. Tais afirmações são corroboradas através de uma iniciativa pioneira no serviço de inspeção para monumentos históricos protegidos, implementado na

Holanda na década de 1970, o *Monumentenwacht*, o qual comprova sua eficiência tornando-se a maior organização holandesa no campo da manutenção do patrimônio cultural, tendo como princípio de que a inspeção regular de um monumento deve ser o primeiro passo para sua preservação (CARVALHO, 2015). Outra potencialidade de um adequado programa de manutenção está relacionada à degradação dos materiais, que, embora a prevenção ou redução da velocidade de alteração destes seja difícil, é habitualmente mais complexo ou até mesmo impossível recuperá-las quando perdidas por completo (ICOMOS, 2006).

Para que seja possível utilizar a metodologia da manutenção preventiva, deve ser realizado um acompanhamento da deterioração dos componentes construtivos do imóvel, o qual pode ser feito através da catalogação das manifestações patológicas apresentadas pelas edificações. O levantamento das manifestações patológicas tem o propósito de identificar as anomalias e suas prováveis causas, com o intuito de fornecer subsídios suficientes para intervenções e manutenções (TONDELO *et. al*, 2019). Atualmente existem diversas metodologias de levantamento de danos em edificações, sendo algumas dependentes apenas da experiência do profissional, enquanto outras necessitam de equipamentos tecnológicos e metodologias mais complexas. Os métodos de levantamento de manifestações patológicas em edificações podem ser divididos em duas vertentes distintas, o quantitativo e o qualitativo. A metodologia qualitativa é caracterizada pela sua natureza subjetiva, sendo seus resultados provenientes da percepção do avaliador, enquanto a quantitativa é caracterizada pela utilização de dados numéricos, fator que reduz a subjetividade proveniente do avaliador. A principal vantagem da utilização de métodos quantitativos está na possibilidade de reprodução em outras localidades e por outros estudiosos, sem que ocorram interferências de âmbito pessoal no método de avaliar.

Considerando os fatos expostos, principalmente levando-se em conta a importância da preservação do patrimônio edificado como forma de manutenção da cultura e história dos povos, torna-se necessária a investigação do estado de conservação das fachadas destas edificações históricas para os municípios. A importância do tema pode ser avaliada pela grande quantidade de estudos recentes que buscam avaliar o estado de degradação destas fachadas, como os desenvolvidos por Bauer *et. al* (2020), Barreto (2019), Braga *et. al* (2019), Costa *et. al* (2020), Franković *et. al* (2015), Piazzarollo (2019).

Este trabalho tem como proposição o acompanhamento da evolução do estado de degradação das fachadas inventariadas do município de Santo Ângelo, visto este acompanhamento ser o caminho adequado para manutenção do patrimônio construído. Pretende-se também comparar os resultados obtidos neste estudo com os de outros autores que aplicaram as metodologias em edificações históricas, buscando identificar alguma relação com o surgimento das manifestações patológicas. Além disso, vislumbra-se a possibilidade da coleta das imagens das fachadas das edificações por ferramentas digitais, como o *Google Street View*, além da tradicional captura *in loco*.

### 1.1. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o estado de degradação das fachadas das edificações inventariadas que integram o patrimônio cultural da cidade de Santo Ângelo/RS.

Em função do objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver Mapas de Danos sobre imagens obtidas *in loco* das fachadas das edificações inventariadas no município de Santo Ângelo;
- Aplicar o Método de Mensuração da degradação sobre as imagens obtidas *in loco* das fachadas;
- Avaliar a viabilidade de aplicação do Método de Mensuração da Degradação e Mapa de Danos em imagens obtidas *online* através do *Google Street View*;
- Estabelecer a relação entre a degradação da fachada e orientação solar;
- Determinar a influência as ações de manutenção com a degradação das fachadas;

### 1.2. Delimitações da pesquisa

A pesquisa delimita-se a cidade de Santo Ângelo/RS, onde foram avaliadas as edificações inventariadas integrantes do patrimônio cultural do município. O estudo foi desenvolvido durante a pandemia provocada pela covid-19, o que gerou grandes restrições para o seu desenvolvimento de forma presencial, decorrentes principalmente da necessidade do distanciamento social, tal condição fez com que

fossem buscadas alternativas do andamento da pesquisa de forma remota, optando-se pelo uso da ferramenta *online* do *Google Street View*.

### **1.3. Estrutura do trabalho**

A presente dissertação será estruturada da seguinte forma:

Capítulo 1 – Introdução: contextualiza os principais temas e aspectos desenvolvidos no trabalho, apresenta a hipótese, objetivos, delimitações e estrutura do trabalho.

Capítulo 2 – Revisão bibliográfica: busca referências para os temas que serão desenvolvidos na dissertação, como as características de desenvolvimento da região, materiais das edificações, a patrimonialização de Santo Ângelo e as metodologias existentes de levantamentos de danos em fachadas.

Capítulo 3 – Metodologia: descreve todas as etapas que serão utilizadas para o desenvolvimento do trabalho, os métodos adotados e suas adaptações.

Capítulo 4 – Resultados: descreve e analisa os resultados alcançados.

Capítulo 5 – Conclusões: apresenta as conclusões obtidas durante a elaboração do estudo.

Referências bibliográficas - listagem com as referências utilizadas durante toda a elaboração do estudo.

Apêndice A – Levantamento Preliminar Edificações Inventariadas.

Apêndice B – Representações gráfico-fotográfica do Mapa de Danos e Método de Mensuração da Degradação.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo abordará os temas referentes à origem das edificações históricas localizadas na Região das Missões, no Rio Grande do Sul, assim como suas características e materiais construtivos. Também serão analisadas as metodologias existentes sobre levantamentos de danos em fachadas de edificações de interesse histórico.

### **2.1. Povoamento e edificações das Região das Missões**

Conforme Scherer (2019), a Região das Missões passou ao longo do seu processo de povoamento, por sucessões de miscigenação étnica-cultural, a qual traz características distintas à região. O desenvolvimento da paisagem urbana das regiões e municípios está diretamente relacionado com o tipo de colonização que ocorre, relacionando o seu desenvolvimento com as culturas de cada etnia que por ela passam. Conforme Stello (2013), a paisagem urbana da Região das Missões é conhecida por suas características únicas e peculiares, decorrente dos remanescentes da arquitetura missioneira.

Com o intuito de conquistar as terras até então ocupadas pelos nativos indígenas e, diante da resistência imposta por eles, foi iniciado por jesuítas ligados à Coroa espanhola um projeto de evangelização, conhecido como Missão. O projeto era baseado na criação de reduções, que são aldeamentos povoados por nativos de várias etnias, em especial a Guarani, o qual objetivava, com os povoados, a criação de barreiras vivas na tentativa de conter o avanço da colonização portuguesa na região (BRITO *et. al*, 2019).

Os séculos XVI e XVII foram caracterizados pelo avanço das reduções jesuíticas, com a fundação das primeiras cidades na Região das Missões por jesuítas do Paraguai, assim como religiosos e bispos católicos na América do Sul. Os padres jesuítas fundaram com os índios trinta reduções, hoje, além do Brasil, esse território abrange o Uruguai, Paraguai e a Argentina (BRITO *et. al*, 2019). Dentre os denominados trinta povos, sete se instalaram em território brasileiro e foram posteriormente denominados de Sete Povos das Missões, estando entre eles os povoados missioneiros de São Francisco de Borja (1682), São Nicolau (1687), São Luiz Gonzaga (1687), São Miguel Arcanjo (1687), São Lourenço Mártir (1690), São João Batista (1697) e Santo Ângelo Custódio (1706) (SCHERER, 2019).

A redução ficava localizada geralmente sobre uma colina, além de atender as orientações do sistema reducional jesuítico da Companhia de Jesus (ordem religiosa estruturada na Europa, no século XVI) e das regras estabelecidas nas “Leis das Índias”, onde o sítio era dividido em duas partes, a primeira destinada aos padres e a outra aos índios (BRITO *et. al*, 2019). Ainda, segundo o autor, o traçado das reduções era ordenado conforme pode ser observado na Figura 2: no centro do povoado localizava-se uma grande praça, com uma ampla igreja como pano de fundo, local de encontro das reduções. Ao lado da igreja estava localizada a residência dos padres com colégios, oficinas e depósitos ao redor e, no lado oposto, localizava-se o cemitério, destinado aos índios, uma vez que os padres eram sepultados dentro das igrejas. Na área do sítio destinada aos índios existiam pavilhões de habitações coletivas, os quais formavam quarteirões e a parte posterior era destinada a quinta, com pomar, horta e jardim.

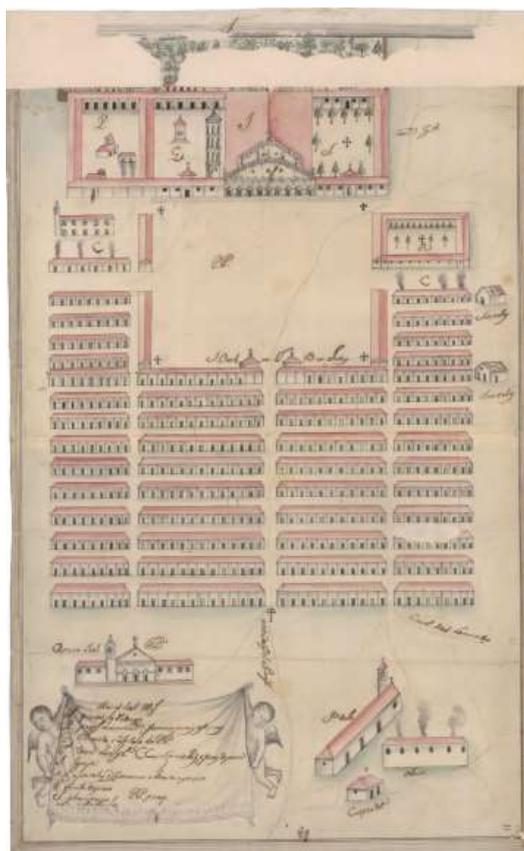


Figura 2. Iconografia da redução de São Miguel Arcanjo - 1756.  
Fonte: Biblioteca Nacional.

Com as conseqüentes disputas pelos limites territoriais entre as colônias portuguesa e espanhola, pelos tratados de El Pardo em 1761 e conseqüente anulação do Tratado de Madri, os jesuítas foram expulsos da América e os povoados

missioneiros receberam novas administrações civil e religiosas, entrando em decadência com o abandono das reduções pelos indígenas, no êxodo de 1828 e pela dispersão para trabalhar nas estâncias e novos povoados que se fundavam (STELLO, 2013). Mesmo com a decadência do sistema reducional, permaneceram espalhadas pela região inúmeras pessoas. Conforme destaca o autor, no início do século XIX, com a conquista da região pelos Portugueses, houve um incentivo para a reocupação da região, o qual teve início com a vinda de portugueses, africanos, afrodescendentes escravizados, posteriormente por alemães, poloneses e italianos. A Figura 3 expõe de forma cronológica como se desenvolveu o povoamento das diferentes etnias que habitaram a Região dos Sete Povos das Missões.

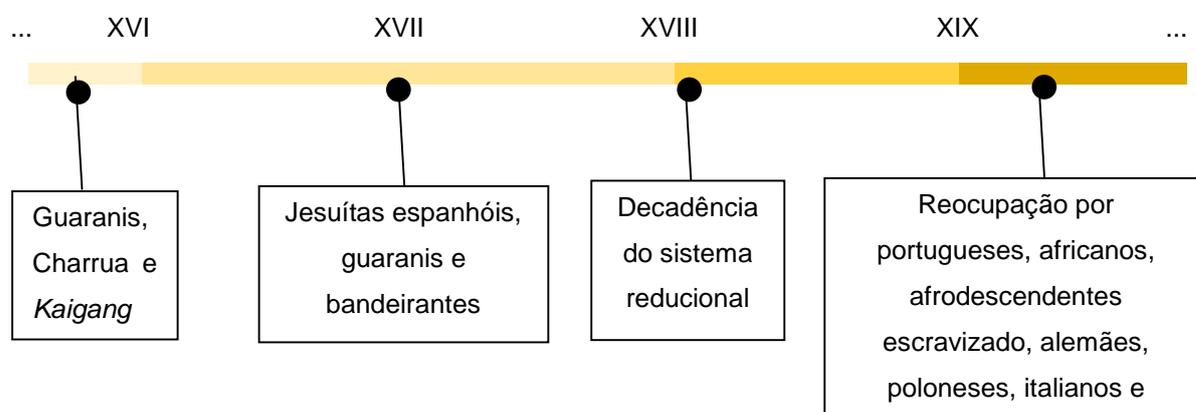


Figura 3. Cronologia do povoamento da Região das Missões.  
Fonte: Autora

Através da cronologia, do povoamento da região, é possível entender de forma mais clara e objetiva como se sucederam as tecnologias construtivas empregadas nas edificações dos Sete Povos das Missões, tendo em vista que as técnicas e materiais construtivos estão estritamente relacionadas as diferentes etnias que se instalaram nessa região. Stello (2005) destaca em seu estudo a percepção de três períodos distintos no processo construtivo das edificações, classificados principalmente devido ao tipo de material empregado, sendo elas:

- **Primeira fase:** Iniciou com o período da formação das reduções, com as obras dos jesuítas nos aldeamentos guaranis, havia predomínio da técnica construtiva tradicional dos indígenas; as construções tinham caráter provisório e precárias. Eram em paredes de taipa ou adobe, cobertas com estruturas de madeira e palha;

- **Segunda fase:** Há um predomínio da arquitetura missioneira, com a utilização de estruturas em madeira. Como principal característica é destacada a maior estabilidade e amplitude das construções, as quais passaram a utilizar estruturas autônomas de madeira, com paredes de vedações em alvenaria de pedra ou adobe e cobertura em telhas cerâmicas;
- **Terceira fase:** Caracteriza-se pela semelhança com a arquitetura européia, são então utilizadas técnicas avançadas e a qualificação de arquitetos advindos da Europa. O período também se destaca pela substituição das estruturas de madeiras por paredes de alvenaria de pedra autoportantes, as quais chegaram a espessuras de até 2,00 metros.

O adobe foi uma das técnicas construtivas utilizadas no primeiro período das construções missioneiras (Figura 4), já sendo empregado tradicionalmente nas construções dos Guaranis. Stello (2005) destaca também a utilização nas construções das casas dos indígenas e em paredes das estruturas em pedras, como nas igrejas, colégios e oficinas. No período das missões, o adobe era denominado *nãuí* sendo constituído pela mistura de argila, lama e areia, podendo-se adicionar a mistura cascalho fino e fibras vegetais e/ou animais, tais como palha e crina de cavalo (CHAROLA *et. al*, 2009).



Figura 4. Detalhe mostrando o interior do muro em adobe, na Missão de Jesús de Taravangüe.  
Fonte: Charola *et. al*, 2009.

As cerâmicas foram utilizadas principalmente nos pisos, nos modelos lisos e decorados, e nas coberturas de edificações (Figura 5). Com o mesmo lodo

acinzentado utilizado nas edificações de adobe, mesclado ao barro vermelho, eram fabricadas telhas para as coberturas das construções e fabricados os tijolos e pisos que eram utilizados principalmente nas construções de igrejas e colégios (STELLO, 2005).



Figura 5. Piso cerâmico na Missão de la Santíssima Trindad (a) Telhas originais na Missão de Jesús de Taravangüe (b).

Fonte: Charola *et. al*, 2009.

A madeira, material característico da segunda fase construtiva das missões, foi muito utilizada para fins estruturais. Executavam-se as colunas que suportavam as coberturas das edificações, assim como as vigas e vergas das janelas. Também era utilizada para o fechamento de vãos, como portas e janelas, conforme pode ser visto na Figura 6 (CHAROLA *et. al*, 2009). A madeira foi um material utilizado durante todo o período missioneiro, sendo destacadas as utilizações de madeiras com grande resistência, como a grápia (*Apuleia Leiocarpa*), o pau-ferro (*Astronium balansae*), o alecrim (*Holocalyx Balansae*) e o ipê roxo (*Tabebuia Impetiginosa*) (STELLO, 2005).



Figura 6. Verga de madeira em San Ignacio Miní (a), Coluna do cunhal de uma das "casa de índios" em Santíssima Trindad.

Fonte: Charola *et. al*, 2009.

A pedra também foi um material bastante utilizado nas construções das edificações missioneiras, característico da terceira fase, geralmente utilizada para trabalhos de cantaria, vergas e soleiras e em alguns casos como paredes portantes e pisos (STELLO, 2005). Nas missões, o arenito rosa (Figura 7a) foi o material pétreo mais utilizado, apresentando em sua composição grãos de areia (quartzo) cimentados por um material que pode ser silício, argiloso e ferruginoso (óxidos de ferro), a presença desses óxidos que dá a coloração característica no elemento (CHAROLA *et. al*, 2009).

Outra pedra bastante utilizada foi a itacuru (Figura 7b), também denominada de *ferro dos pântanos*, por ser originária de áreas pantanosas ou de pedra cupim. O material pétreo é constituído por oólitos de óxido de ferro (hematita-goethita) e grãos de quartzo (CHAROLA *et. al*, 2009). Nas edificações o material era empregado principalmente nas fundações e paredes de vedações nas estruturas autônomas de madeira (STELLO, 2005).

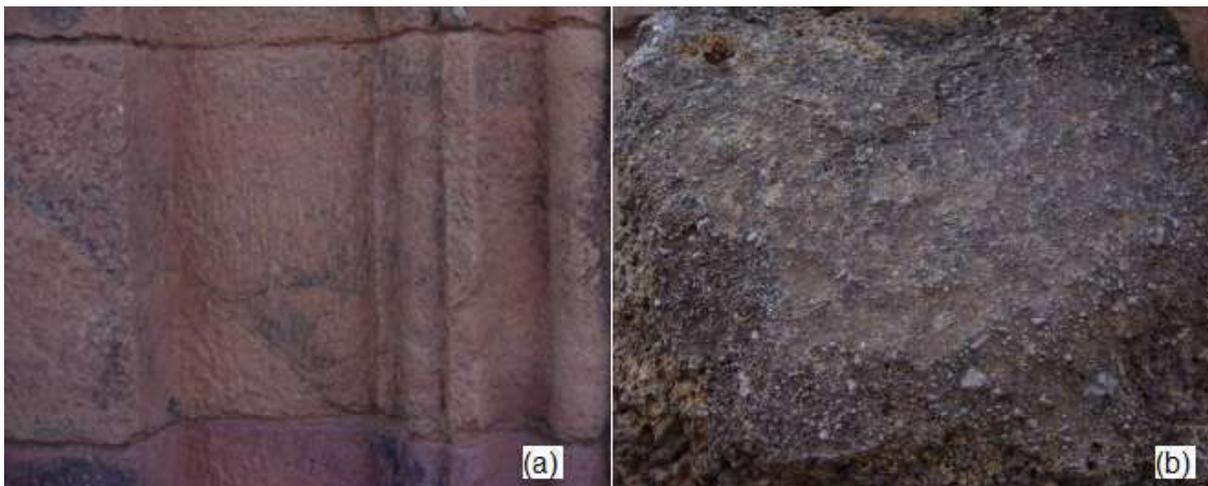


Figura 7. Pedra de arenito esculpida, utilizada na Igreja de São Miguel (a), pedra de itacuru utilizada nas paredes do colégio, oficinas entre outros (b).  
Fonte: Stello, 2005.

No revestimento das paredes era característico a utilização de dois materiais, a tabatinga e o cal aéreo. A tabatinga (Figura 8), utilizada como reboco nas paredes das edificações, caracteriza-se como uma espécie de barro argiloso, untuoso, com matéria orgânica, os rebocos feitos com esse material possuíam aparência branqueada (STELLO, 2005). Em algumas edificações também encontram-se restos de reboco de cal aérea (CHAROLA *et. al*, 2009).



Figura 8. Fragmento de reboco utilizando tabatinga e cal feita de caracóis.  
Fonte: Stello, 2005.

## 2.2. Santo Ângelo e o Patrimônio Edificado

Na Figura 9a, é possível visualizar o traçado da antiga Redução de Santo Angelo Custódio. E, a Figura 9b apresenta o traçado antigo sobreposto ao cenário atual da cidade. Também é possível observar através da localização das edificações inventariadas pelo município, as quais são detentoras da trajetória e história da cidade, que grande parte dessas se encontram adjacentes à praça central, pressupondo-se que o povoamento da cidade foi crescendo a partir de um ponto inicial, ou seja, a partir da Igreja, assim como ocorria com os povoados missioneiros.

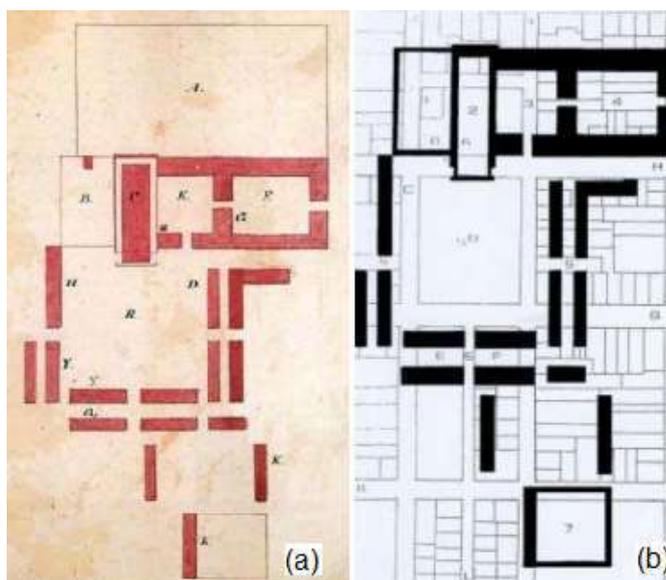


Figura 9. Traçado da Redução de Santo Angel, por Cabrer em 1784 (a) (Fonte:Adonias, 1993). Sobreposição de plantas com o traçado atual de Santo Ângelo e da antiga Redução (b). Fonte: Scaramella, 1990.

Por volta do ano de 1859 ocorreu a efetiva reocupação da antiga Redução, período no qual foi edificada a primeira casa nas proximidades da antiga igreja, reutilizando as estruturas da Missão de Santo Angelo Custódio. O processo de repovoamento foi caracterizado pela utilização das pedras das ruínas da antiga redução, as quais serviam como matéria prima para a construção das novas edificações que surgiam no entorno da Igreja do período reducional, a qual foi fadada ao desaparecimento durante este processo (VITOR, *et. al*, 2019).

A Lei nº 4.047 de 16 de maio de 2016 que dispõe sobre o Código de Obras do Município de Santo Ângelo constitui o Patrimônio Cultural do Município como o conjunto de bens imateriais e materiais, móveis ou imóveis, cuja proteção, preservação, conservação e defesa fossem de interesse público. A Lei ainda estabelece o perímetro formado pelas ruas Marechal Floriano, Sete de Setembro,

Quinze de Novembro e Av. Rio Grande do Sul, conforme delimitação exposta na Figura 10, como Sítio Arqueológico do Município, sendo que os imóveis localizados nesse perímetro estarão sujeitos às prospecções arqueológicas quando da solicitação de obra/reforma/demolição do mesmo.

Os imóveis são classificados em Graus de Preservação, estabelecidos pela Lei nº 3.998 de 09 de setembro de 2015, os quais são classificados como Grau 1, Grau 2 ou Grau 3, sendo utilizados como instrumentos pela Gestão Municipal para estabelecer a metodologia de conservação de cada imóvel, levando em consideração as características remanescentes da edificação, conforme segue:

**I - Grau de Preservação 1 - GP1:** os imóveis componentes do Patrimônio Cultural que ensejam a preservação de suas características arquitetônicas, artísticas e decorativas internas e externas. Em sua maioria são imóveis de excepcional importância histórica e/ou arquitetônica, ou que mantêm a maioria das características originais, sofrendo poucas alterações ao longo do tempo, sendo, entretanto, passíveis de restauro. Os bens enquadrados neste nível não poderão, em hipótese alguma, ser destruídos, descaracterizados ou inutilizados, podendo vir a ser tombado. São muitas vezes relevantes por sua conotação histórica;

**II - Grau de Preservação 2 - GP2:** os imóveis componentes do Patrimônio Cultural que ensejam a preservação de suas características arquitetônicas, artísticas e decorativas externas, ou seja, a preservação integral de sua(s) fachada(s) pública(s) e volumetria. Esses imóveis poderão sofrer intervenções internas, desde que mantidas e respeitadas suas características externas;

**III - Grau de Preservação 3 - GP3:** os imóveis importantes para a leitura do conjunto urbano, que ainda apresentam, na maioria dos casos, alguns elementos de cunho arquitetônico significativo na fachada, mas que foram fortemente descaracterizados. Mesmo assim, sua fachada compõe, com as demais edificações do entorno, um conjunto harmônico, que deverá ser preservado. Poderá sofrer intervenções internas e externas, acrescentando ou não novos elementos, desde que não seja descaracterizada sua ambiência já configurada com os imóveis de nível "1" e "2". Excetuando-se alguns casos

em que, em decorrência de sua ambiência urbana, com predomínio de atividades comerciais, será permitido algum tipo de intervenção na fachada, desde que orientada e de acordo com critérios de departamento responsável pela preservação dos imóveis inventariados.

Conforme informações disponibilizadas pela Secretária da Cultura, facilitadas pelo site da Prefeitura Municipal de Santo Ângelo, atualmente o Município conta com um total de 65 edificações inventariadas, com diferentes Graus de Preservação, distribuídas conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Número de edificações inventariadas Santo Ângelo/RS.

<b>Grau de Proteção</b>	<b>Quantidade de Edificações</b>
GP1	13
GP2	23
GP3	26
TOMBADAS	3
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>

Fonte: Autora.

Ainda, através da Lei nº 3.998 de 09 de setembro de 2015, são estabelecidos alguns parâmetros de isenções fiscais aos proprietários dos imóveis inventários, objetivando estimular o proprietário à manter o imóvel em um nível adequado de conservação. Entre os incentivos propostos pela legislação está o desconto no Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU), conforme o estado de conservação do imóvel, sendo eles:

- I - Estado de Conservação Precário: 30% (vinte por cento) de desconto;
- II - Estado de Conservação Médio: 50% (quarenta por cento) de desconto;
- III - Estado de Conservação Bom: 80% (oitenta por cento) de desconto;
- IV - Estado de Conservação Excelente: 100% (cem por cento) de desconto.

A legislação também estabelece a isenção total do IPTU para imóveis definitivamente tombados pelo município, por um período de 5 anos, podendo o prazo ser prorrogado desde que o proprietário mantenha o imóvel adequadamente preservado. Também é estabelecido pela Lei nº 3.998 um esquema de compensação pela redução da faculdade de construir, devido ao bem imóvel tombado, o qual estabelece que o proprietário do imóvel poderá transferir para outro imóvel a faculdade de construir área equivalente à diferença entre a área máxima de construção permitida

e a área efetivamente construída no imóvel tombado, onde poderá ser feita a transferência tanto do índice de aproveitamento como da taxa de ocupação, também sendo permitida a venda da compensação prevista à terceiros.

### **2.3. Degradação em Fachadas de Edificações Históricas**

Nas edificações as fachadas possibilitam a leitura da época e da linguagem arquitetônica de uma edificação. Quando o assunto são edificações históricas as fachadas, as fachadas podem ser veículos que remetem à identidade e à memória de uma sociedade. Devido à tais fatores, as fachadas são um dos elementos mais importantes quando o assunto é preservação do ambiente construído, recebendo destaque em legislações que visam a proteção das ambiências urbanas dos sítios de valor cultura.

Percebe-se a importância das fachadas nos bens imóveis por ser o elemento que recebe maior atenção e restrições para alterações, quando tratam-se de edificações históricas. A Constituição Federal de 1988 estabelece como de responsabilidade do Poder Público a proteção do patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação. O tombamento é a ação de maior proteção para o bem, impossibilitando qualquer tipo de alteração sem a prévia autorização do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (atualmente IPHAN), sendo regido pelo Decreto Lei N° 25 de 30 de novembro de 1937 (BRASIL, 1937), mesmo que intervenções simples, como uma pintura. No caso de bens inventariados, ficam os estados e municípios responsáveis por legislar sobre a proteção e preservação dos patrimônios. Cabe destacar a importância das fachadas no âmbito dos inventários, mesmo em situações em que a legislação é mais branda quanto as alterações permitidas nas edificações, a fachada permanece sendo o elemento com maior grau de proteção.

A fachada, como elemento mais externo da edificação, está sujeita a ação de diversos fatores agressivos que contribuem para sua degradação, o qual pode ser provocada por um agente ou uma combinação deles, podendo ser de natureza climática, relacionados ao ambiente, biológicos e inerentes ao uso. Apesar de ser um processo natural e inevitável, a degradação torna-se mais preocupante em edificações históricas, devido ao envelhecimento dos materiais, o qual supõe a alteração das

propriedades fundamentais destes, devido aos fatores climáticos e ao uso (APPLETON, 2003).

Outra questão levantada por Dendia (2008) refere a degradação das edificações históricas pelas ações ambientais, as quais estão cada vez mais distintas e agressivas em comparação à época em que foram construídas. Segundo o autor, as ações de intervenção concentram-se geralmente nas fachadas das edificações, devido ao seu estado de degradação avançado, quando comparado ao restante dos elementos construtivos, condição intensificada pela ação de agentes ambientais e inclusive com a orientação solar. A preocupação com a integridade das edificações históricas é crescente, diversos estudos estão sendo desenvolvidos em diferentes partes do mundo de modo a entender o comportamento da degradação e suas causas em edificações históricas, tendo em vista a importância destas na preservação da identidade cultural das cidades e das suas populações.

No Brasil diferentes autores focam no estado de degradação das fachadas de edificações históricas. O estudo de Queruz (2007) foi elaborado sobre o estado de degradação das fachadas das edificações da Vila Belga, na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Os estudos desenvolvidos por Souza *et. al* (2016), em Antônio Prado, no Rio Grande do Sul e de Dendia (2008) em edificações religiosas na cidade de Florianópolis em Santa Catarina também abordam degradação em fachadas de edificações de interesse patrimonial.

Cavalagli *et. al* (2019) desenvolveu um estudo no monumento do Palácio de Consoli em Gubbio, na Itália objetivando relacionar as condições climáticas com as degradações sofridas nas fachadas do Palácio, além de simular o comportamento dos danos através de previsões de mudanças climáticas. Outros estudos como os desenvolvidos por Corvo *et. al* (2010) para edifícios históricos localizados nas cidades de Havana, em Cuba e de San Francisco de Campeche, no México, o estudo realizado por Hulimka *et. al* (2019) nas fachadas de uma torre histórica na cidade de Gliwice, na Polônia também retratam os problemas relacionados à degradação de edifícios históricos.

#### **2.4. Street View como Ferramenta para Análise de Danos**

O *Street View*, ferramenta disponível no *Google Maps* corresponde a uma representação virtual dos ambientes urbanos, sendo composto por milhões de

imagens panorâmicas, as quais são coletadas pelo *Google* ou por colaboradores, possibilitando aos usuários a experiência de explorar virtualmente diversos lugares de todo o mundo (Google, 2021). As imagens são coletadas por um veículo em movimento, o qual faz a captura de diversas imagens, através de uma câmera 360° acoplada ao mesmo. As imagens são disponibilizadas na ferramenta meses após a sua coleta, devido ao seu processamento. Em algumas localidades, onde a coleta de imagens vem sendo feita ao longo dos anos, é possível ver as mudanças que ocorreram ao longo do tempo com a função Máquina do Tempo, também disponível na ferramenta.

Durante a pandemia provocada pela Covid-19, devido às restrições geradas no desenvolvimento de pesquisas de forma presencial, o *Street View* mostrou-se ainda mais eficaz, especialmente devido a riqueza de detalhes e informações que são disponibilizadas através das imagens, tornando-se uma ferramenta para coleta de dados urbanos. Antes disso, a ferramenta já vinha sendo utilizada por outros estudos e empresas.

Estudos utilizando a ferramenta *Street View*, vem se mostrando bastante eficaz em diversas áreas de conhecimento. Tem-se como exemplo uma empresa finlandesa de *software*, que desenvolve soluções para manutenção de infraestrutura, que encontrou na ferramenta uma maneira de coletar e analisar dados de ruas de forma mais rápida, eficiente e econômica. A empresa começou a fazer upload de imagens 360° de rodovias federais na Finlândia usando a própria conta *Google*, migrando o gerenciamento da manutenção rodoviária para o ambiente *on-line*, possibilitando a criação e classificação de alertas de sinalizações e marcações rodoviárias, assim como buracos ou trechos que necessitam de manutenção. Desta forma a empresa consegue facilitar a comunicação com autoridades e empreiteiros, que podem monitorar e planejar os trabalhos de reparo necessários sem a necessidade de deslocamentos físicos (Street View, 2021).

Law *et. al* (2019) associa o uso da ferramenta do *Google* com imagens de satélites para estimar o preço de imóveis em Londres e arredores. O estudo desenvolvido por Bromm *et. al* (2020) utiliza, dentre outras ferramentas, o *Street View* para avaliar a associação entre o ambiente construído e a saúde individual.

O estudo realizado por Zhu *et. al* (2020) identificou a potencialidade do *Street View* para obtenção, através das imagens panorâmicas das ruas, de imagens das

fachadas das edificações para a modelagem 3D em ambientes urbanos. Porém, como estas imagens possuem grandes distorções em decorrência da lente da câmera e altura das edificações, para que pudessem ser utilizadas na modelagem 3D para construção detalhada da fachada, o autor aplicou uma metodologia para a correção destas distorções, justapondo uma malha sobre as imagens para corrigir os quadros delas.

## **2.5. Métodos Qualitativos de Levantamento de Danos**

Os métodos qualitativos são caracterizados pela sua natureza subjetiva, sendo resultado da percepção do avaliador, ou seja, de difícil mensuração, enquanto o método quantitativo é representado através de dados numéricos, diminuindo a subjetividade proveniente do avaliador.

### **2.5.1. Mapa de danos**

O mapa de danos é uma metodologia de levantamento de dados onde são ilustradas e discriminadas de forma minuciosa e rigorosa, através de representação gráfico-fotográfica, todas as manifestações de deterioração da edificação em uma determinada data ou tempo (TINOCO, 2009). O registro gráfico costuma ser representado em plantas e elevações, é realizado por meio de símbolos que representam as diversas categorias e níveis de degradação identificados na edificação, sendo ilustrados com sobreposição de elementos gráficos, como hachuras, cores, símbolos e números, sintetizando as informações sobre as características do material, dos agentes e causas da degradação (TIRELLO *et. al*, 2012). A Figura 10 traz a representação de um modelo de Mapa de Danos.



Figura 10. Modelo de Mapa de Danos.  
Fonte: Tinoco, 2009.

Para Barthel *et. al* (2009), o Mapa de Danos eficaz é aquele que, através do método de investigação ideal para cada tipo distinto de construção/dano, traz um diagnóstico completo e confiável, onde é possível determinar qual ação corretiva deverá ser adotada para cada tipo de patologia identificada. Com a excelência no Mapeamento de Danos e o conseqüente tratamento adequado das manifestações patológicas é possível intervir de forma precisa e adequada no monumento arquitetônico, fazendo com que se tenha maior durabilidade e significância na linha do tempo.

Para Tinoco (2009) a elaboração do mapa de danos é necessário a produção de uma base de dados, a qual é feita por meio de registros e anotações gráficas e fotográfica sobre os danos existentes na edificação, esses registros são feitos através das Fichas de Identificação de Danos (FID's), que são documentos normalizados. As FID's são apresentadas sob a forma de formulários, sendo documentos primários para a base de dados que compõem os sistemas de inspeção e manutenção predial, não sendo restritas à subsidiar os estudos e análises de produções de Mapas de Danos.

As FIDs são os registros principais para a produção de um Mapa de Danos de uma edificação de valor cultural. No formato básico, uma FID deve conter 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, p.14).

Carvalho (2018) destaca pontos importantes na representação do mapa de danos, entre eles o carimbo informativo, que deve conter no mínimo informações referentes à localização da edificação, escala do desenho, orientação da fachada, data do levantamento e uma legenda detalhada. Também é destacado a importância de representar intervenções que foram realizadas anteriormente, de forma a verificar a sua eficiência. Outro fator classificado como necessário para um adequado entendimento do mapa de danos é referente à denominação das manifestações patológicas, as quais devem ser mais completas, especificando sua categoria, como manchas, fissuras, colonização biológica, entre outros. Também devem ser utilizados recursos textuais e fotográficos quando a manifestação patológica é pouco visível.

O mapa de danos, apesar de ser uma metodologia bastante difundida, apresenta algumas limitações, além de possuir um alto grau de subjetividade, por não apresentar nenhum tipo de normatização para as representações gráficas e de terminologias. Tirello *et. al* (2012), Rangel (2019) e Carvalho *et. al* (2017) criticam em seus estudos, a inexistência de normas técnicas para a utilização da metodologia, o que faz com que cada autor utilize parâmetros pessoais para as terminologias e representações gráficas das manifestações patológicas identificadas, tornando o seu uso bastante subjetivo. Rangel (2019) também aponta que a utilização da ferramenta CAD acaba por limitar a representação da informação apenas às duas dimensões (2D), sendo uma metodologia pouco tecnológica frente às ferramentas existentes no mercado, que possibilitam ir além do 3D. Carvalho *et. al* (2017) destaca que existe, muitas vezes, uma maior preocupação em relação ao registro visual do estado de conservação das fachadas quando comparado às informações técnicas sobre o que cada anomalia representa para dada região na fachada, além de representar uma condição momentânea do estado de conservação da edificação, sendo sempre vinculado ao instante em que é produzido.

Devido a heterogeneidade proveniente de cada autor dos mapas de danos, Carvalho (2018) classificou quatro tipologias distintas de mapas de danos: Na primeira delas as manifestações patológicas são representadas por meio de símbolos pontuais, hachuras, linhas e manchas com texturas dentro de um desenho gráfico da fachada da edificação. Na segunda tipologia as manifestações patológicas são registradas por meio de fotografias gerais e/ou pontuais da fachada. Na terceira tipologia são informadas por meio de textos descritivos em fichas técnicas de inspeção predial. Na quarta tipologia as manifestações patológicas são registradas por meio de duas ou mais tipologias de representação.

A metodologia também é utilizada como forma de diagnóstico do estado de conservação, sendo empregada, inclusive, como ponto de partida para a elaboração de projetos de recuperação de edificações históricas. Tirello *et. al* (2012) desenvolveu uma metodologia para a representação dos danos e alterações que acometem edificações históricas de tijolos a vista. O método foi aplicado às fachadas da Fundação de *Lidgerwood Manufacturing Company* de Campinas, de 1884, edifício tombado à nível municipal. O estudo desenvolvido pela autora, considerou que os resultados da pesquisa demonstram a viabilidade na utilização de parâmetros científicos para a representação nos Mapas de Danos utilizados para a concepção de projetos de conservação e restauro.

Barthel *et. al* (2009) comparou com quatro diferentes edificações, onde foram utilizados a metodologia de Mapa de Danos. O autor observa que existem diferenças na forma de representação dos mapas, onde, por exemplo, alguns estudos indicam as manifestações patológicas a partir da representação do elemento construtivo, enquanto outros utilizam das FID's. Também é destacado que a diferença existente entre os Mapas de Danos diz respeito ao objetivo final de cada estudo, que podem ser distintos. Ainda, outros trabalhos também utilizam os mapas de danos para o levantamento dos diferentes tipos de manifestações patológicas em fachadas e no interior de edificações, como os desenvolvidos por Costa *et. al* (2005), Gaspar *et. al* (2008), Silva *et. al* (2017), Delfino *et. al* (2017) e Costa e Torres (2020).

Franković *et. al* (2015) em seu estudo adotaram uma configuração pouco tradicional para a identificação das degradações sofridas no monumento histórico em Belgrade na Sérvia, construído em blocos de calcário. Os autores utilizaram duas concepções de mapas, uma delas relacionava os diferentes tipos de calcário

identificados nos blocos do monumento (Figura 11a), enquanto a outra relacionava a intensidade, a categoria, a distribuição e as formas do dano, classificando-os em sete intensidades de danos, sendo eles: danos muito leves, ligeiros, moderados, graves, muito graves, tijolos ou vãos abertos, (Figura 11b).

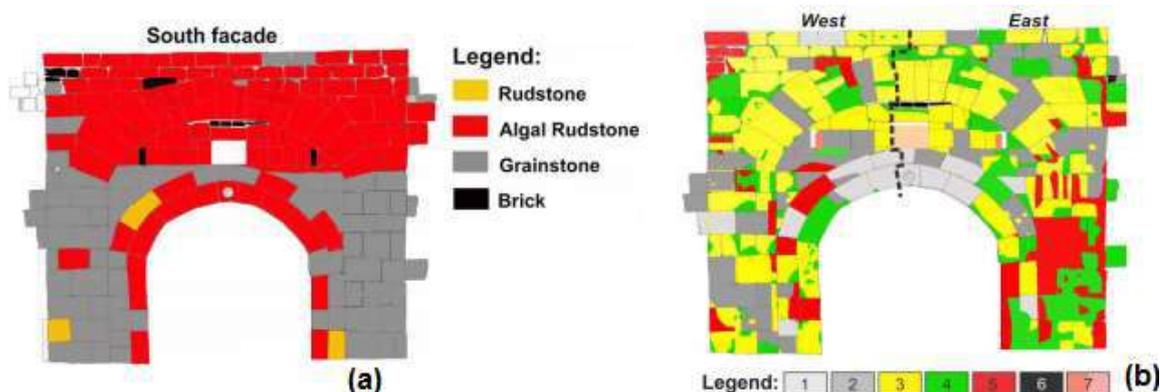


Figura 11. Mapa dos diferentes tipos de materiais (a) mapa de danos com escala de intensidade (b).  
Fonte: Franković *et. al* (2015)

### 2.5.2. Método de Inspeção com VANT

A técnica de inspeção visual é caracterizada pela sua simplicidade de execução e instantaneidade dos resultados, além de ser a mais difundida dentre as técnicas existentes para inspeções de edifícios (TONDELO *et. al*, 2019). Devido ao seu potencial, foram inseridos equipamentos e tecnologias de modo a facilitar a inspeção pelo profissional, como é o recente caso da Inspeção com Veículo Aéreo Não Tribulado (VANT), popularmente conhecidos como drones.

Um dos principais empecilhos na inspeção de fachadas de edifícios está relacionado à sua altura, que em muitos casos necessitam de uma logística, por vezes, lenta e onerosa através de métodos tradicionais, como por exemplo a locação, montagem e desmontagem de andaimes. Outro ponto descrito como crítico por Lima *et. al* (2020) está relacionado ao risco de vida que os trabalhadores desempenham ao inspecionar as fachadas, além da existência de áreas de difícil acesso, o que pode resultar em inspeções com falhas nos resultados finais. Ruiz *et. al* (2021) traz como desvantagem da utilização do VANT em inspeções a impossibilidade de realizar testes de percussão.

Com o emprego da tecnologia VANT é possível obter filmagens completas e captura de fotografias com alta resolução (*High Definition*), possibilitando também o registro de problemas não observados a olho nu do pavimento térreo (BALASTEROS

*et. al*, 2021). Através dessa metodologia é possível obter diversas fotografias da fachada de um edifício, as quais serão processadas posteriormente por um software, visando a geração de uma nuvem de pontos, a partir da associação automática dos conjuntos de pixels homólogos, obtendo-se coordenadas tridimensionais do objeto fotografado (GROETELAAR *et. al*, 2012). Diversos estudos estão sendo conduzidos com a utilização do Método de Inspeção Predial com VANT, apesar de não existir uma Norma Técnica que oriente os procedimentos necessários para a efetiva inspeção, os estudos desenvolvidos pelos autores demonstram alguns procedimentos comuns. Entre os procedimentos destacados pelos autores como necessários para a inspeção estão o Formulário de Planejamento, o Planejamento de Voo e o Checklist missão com VANT, conforme utilizado por Lima *et. al* (2020) e Ballesteros *et. al* (2021).

A aplicação da metodologia VANT em fachadas é considerada satisfatória para a detecção de danos, devido a qualidade das informações obtidas através das fotos e modelos tridimensionais, conforme destacam em seus estudos Serrat *et. al* (2019), Tondelo *et. al* (2019), Lima *et. al* (2020), Ballesteros *et. al* (2021). De acordo com Kerle *et. al* (2019), através das nuvens de pontos derivadas das imagens capturadas com o VANT é possível desenvolver uma análise detalhada da edificação, sendo uma excelente ferramenta para o mapeamento de danos.

O uso de VANT também é uma ferramenta promissora como forma de manutenção e preservação do patrimônio edificado. Koutsoudis *et. al* (2014) avalia a precisão dos dados produzidos por modelos tridimensionais com o uso da tecnologia VANT como um mecanismo de inspeção e documentação através de réplicas 3D do patrimônio cultural edificados, trazendo resultados satisfatórios para tal uso. Jo *et. al* (2019) destaca o uso do VANT para a produção de modelos tridimensionais como um instrumento importante para a manutenção, monitoramento e documentação do patrimônio cultural, considerado um elemento relevante em termos de conservação preventiva das edificações, devido aos modelos gerados, que são quase idênticos a geometria física da edificação e, por ser uma tecnologia relativamente barata.

### **2.5.3. Método GUT**

A metodologia GUT, sigla referente à Gravidade Urgência e Tendência, foi desenvolvida por Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe, na década de 80, com o objetivo de auxiliar na resolução de problemas complexos das indústrias americanas e japonesas (NAPOLEÃO, 2019). Caracteriza-se com uma ferramenta bastante

versátil, sendo, atualmente, aplicada em diversas áreas do conhecimento, como método de priorização das tomadas de decisões através de três elementos principais: a gravidade, urgência e tendência.

Na construção civil a metodologia teve que ser adaptada para que pudesse ser utilizada como um parâmetro qualitativo para a classificação de manifestações patológicas (CARBALLAL,2019). Cada manifestação patológica deve ser avaliada individualmente, onde, para cada qual deverá ser atribuída uma pontuação para os quesitos gravidade, urgência e tendência, tendo como finalidade gerar a ordem de prioridade para a execução de intervenções (ANDRADE, 2019).

O quesito gravidade está associado ao impacto do problema sobre os elementos e os efeitos que surgirão a longo prazo caso o problema não seja solucionado; o quesito urgência está relacionado ao tempo disponível ou necessário para solucionar determinado problema; e o quesito tendência refere-se ao potencial de desenvolvimento do problema, relacionando a tendência ao crescimento, redução ou desaparecimento do problema (GOMES, 2006). Cabe destacar que não existe um consenso para a elaboração da matriz GUT, alguns autores atribuem a pontuação dos quesitos de 1 a 5 a exemplo de Gomes (2006), enquanto outros utilizam-se da numeração de 1 a 10, a exemplo de Carballal (2019) e Andrade (2019). Entretanto, a metodologia se mantém a mesma, quanto maior o produto das pontuações atribuídas pelo avaliador (GxUxT), maior será a necessidade de intervenção na manifestação patológica identificada.

A metodologia GUT vem sendo aplicada por diversos autores para auxiliar na identificação de manifestações patológicas em diferentes técnicas construtivas, materiais e tipos de edificação. Alguns estudos são relatados a seguir, como os desenvolvidos por Braga *et. al* (2019) e Araújo (2018) foram aplicados em edificações de interesse histórico. Já o estudo desenvolvido por Martins *et. al* (2017) foi aplicado para estruturas em concreto armado.

Braga *et. al* (2019) aplicou a metodologia GUT na análise de manifestações patológicas em edificações históricas do centro histórico de Sobral, no Ceará. Para a aplicação eficaz da metodologia os autores iniciaram o estudo com inspeções *in situ*, registro fotográfico e elaboração de mapas de danos, para posteriormente utilizar a matriz GUT. Com a aplicação da metodologia os autores concluíram que o método aplicado pode ser utilizado como uma importante ferramenta de gestão da

manutenção de edificações históricas através da priorização de resolução dos problemas mais graves e também, além de contribuir diretamente para a preservação e segurança do patrimônio histórico.

O estudo desenvolvido por Araújo (2018) visa auxiliar profissionais da área do Restauro, com aplicação da matriz GUT, a identificar os danos mais relevantes em edificações religiosas do período colonial no Rio Grande do Norte. Martins *et. al* (2017) aplicou a metodologia GUT para indicar quais as correções que devem ser priorizadas em elementos estruturais que apresentam corrosão de armadura, como consequência também existe a possibilidade de retroalimentação com informações acerca das principais causas e origens dos problemas, possibilitando melhoramentos para a prevenção da ocorrência de tais falhas.

## **2.6. Métodos Quantitativos**

A principal importância da utilização e desenvolvimento de métodos quantitativos para a identificação dos danos em edificações é a possibilidade de replicação do método, sem que sobre ele ocorram interferências do avaliador. Alguns métodos, apesar de serem considerados como metodologia quantitativa, utilizam parâmetros qualitativos para a obtenção dos dados necessários, como o exemplo do Índice de Performance do Elemento (IP) e do Conjunto (IPg), não sendo possível, portanto, dispensar toda a subjetividade da metodologia.

### **2.6.1. Método de Mensuração de Degradação (MMD)**

O Método de Mensuração de Degradação (MMD) foi desenvolvido por pesquisadores do Laboratório de Ensaio e Materiais da Universidade de Brasília – LEM/UnB (Antunes, 2010; Silva, 2014; Souza, 2016; Pinheiro, 2017; Piazzarollo, 2019). A metodologia foi baseada em informações que vêm sendo coletadas a mais de 25 anos pelo LEM/UnB, correspondendo em uma ferramenta sistemática que, por meio de vistorias, quantifica os defeitos das fachadas em áreas, resultando em indicadores de degradação (SOUZA, *et. al*, 2019). Ainda, segundo Bauer *et. al* (2020), tais índices também permitem o desenvolvimento de modelos que podem prever a vida útil da edificação.

O MMD é caracterizado pelo uso de outros métodos em conjunto, como por exemplo o mapa de danos. Bauer *et. al* (2020) destaca as três etapas necessárias à

aplicação do MMD: a investigação de campo, o mapeamento de danos e a quantificação da degradação. Segundo o autor, a primeira etapa consiste nas inspeções *in situ* e no registro rigoroso das anomalias. O mapeamento de danos contempla a divisão e classificação das amostras, o tratamento das imagens e o registro quantificável de anomalias. Por último a quantificação da degradação, que consiste no cálculo dos índices de degradação.

A partir dos dados obtidos pela inspeção visual é possível fazer o mapeamento dos danos de cada uma das fachadas da edificação, então é sobreposto em cada imagem uma malha, com dimensões de 0,50 x 0,50 m, totalizando o valor unitário de área de 0,25 m<sup>2</sup> (PINHEIRO *et. al*, 2017). As imagens então são divididas em regiões, conforme Figura 12, sendo elas: sacadas, topo, aberturas, transição de pavimentos, cantos e extremidades e paredes contínuas, essas divisões são determinantes no cálculo dos índices de degradação.

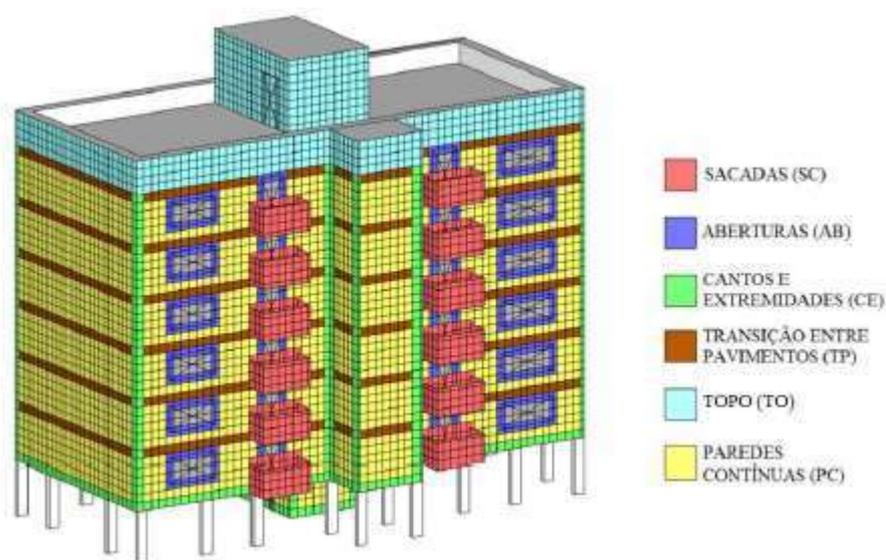


Figura 12. Exemplo da classificação das regiões em um edifício hipotético.  
Fonte: Pinheiro, 2016.

Após o mapeamento, inserção da malha e identificação das anomalias existentes nas fachadas, é possível realizar a análise do comportamento e evolução da degradação, correlacionando os valores quantificados com o grau de gravidade das amostras, o que pode ser feito através do índice de Fator de Danos (FD) (SANTOS, 2018). O FD é definido como a razão da área danificada de uma determinada patologia pela área total da amostra, conforme Equação 1:

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

Onde:

FD: Fator de Dano da fachada;

$A_{d(n)}$ : 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>);

(n): Identificação do tipo de anomalia.

O FD também pode ser calculado em relação as regiões identificadas na Figura 13, sendo denominado de Fator de Danos das Regiões ( $FD_R$ ), calculado pela divisão da área degradada de cada região isoladamente pela área total da região em análise. Segundo Santos (2018), a fórmula de tal maneira determinaria a frequência de incidência dos danos, uma vez que é influenciada pelo tamanho da região da amostra. Tendo em vista que algumas regiões da fachada possuem áreas muito pequenas, em comparação a outras e, considerando que a degradação é medida em função da área degradada, as regiões com maiores áreas apresentariam um índice de degradação superior, quando comparada às regiões com menores áreas. Em função disso, utiliza-se a fórmula desenvolvida por Silva (2014), Coeficiente de Correção das Regiões ( $CC_R$ ), para corrigir a proporcionalidade das regiões das fachadas, conforme Equação 2:

$$CC_R = \frac{A_{R(m)}}{A_{R(x)}} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

$CC_R$ : Coeficiente de Correção das regiões;

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

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

Multiplica-se então a Equação do Coeficiente de Correção das regiões pela equação do FD para obter o Fator de Danos das regiões corrigido ( $FD_{RC}$ ), conforme Equação 3.

$$FD_{RC} = \frac{\sum A_{d(n)}}{A_t} \times CC_R \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

$A_{d(n)}$ : 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>);

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

Para a análise da evolução progressiva da degradação poderá ser empregado o Fator Geral de Danos (FGD), indicador que pondera os diferentes defeitos existentes na edificação, considerando o nível de degradação e a importância relativa de cada um deles (SOUZA, PIAZAROLLO E BAUER, 2019). O FGD consiste em um modelo de cálculo de degradação que permite avaliar por meio de dois pesos (o nível de condição dos danos e a importância relativa entre as patologias) referentes aos diferentes tipos de anomalias identificadas na etapa de inspeção das fachadas (SANTOS, 2018). O FGD é uma ferramenta de cálculo para o percentual de degradação e estimativa da vida útil das fachadas, podendo ser representado através de curvas de degradação.

A *Equação 4* consiste no modelo de cálculo do FGD adaptada por Santos (2018) para a utilização em revestimentos de fachadas argamassadas e acabamento em pintura a partir do modelo proposto por Souza (2016) e Silva (2014), que aplicaram a ferramenta em fachadas compostas por revestimentos cerâmicos.

$$FGD = \frac{\sum A_{d(n)} \times k_n \times k_{cn}}{\sum k_{m\acute{a}x} \times A_t} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

$A_{d(n)}$ : Área danificada por uma patologia n (m<sup>2</sup>);

$K_n$ : Constante de ponderação das patologias, em função do nível de condição, onde  $K_n \in \{1,2,3,4\}$ ;

$K_{cn}$ : Constante de ponderação da importância relativa das patologias detectadas;

$\sum k_{m\acute{a}x}$ : Somatório das constantes de ponderação equivalente ao nível da pior condição;

$A_t$ : Área total da amostra da fachada (m<sup>2</sup>).

A Tabela 2 traz os níveis de condição  $k_n$  de cada tipo distinto de patologia, tendo como critério de valor o FD. Santos (2018) representa as patologias através de

letras, sendo as representadas com “A” referente às manifestações no revestimento argamassado, representado por: descolamento (De.A), fissura (Fi.A), Pulverulência (Pu.A), Eflorescência (Ef.A) e manchas (Ma.A). As manifestações patológicas na pintura são caracterizadas pela terminologia “P”, sendo elas: descolamento (De.P), fissuras (Fi.P) e bolhas (Bo.P). A constante  $k_{cn}$  também é tabelada, sendo distinta para cada tipo de manifestação patológica, em decorrência dos indicadores da importância relativa da causa de uma patologia ( $I_c$ ) e do indicador da importância relativa da queda de desempenho de uma patologia, ambos dados por fórmulas matemáticas ( $I_d$ ).

Tabela 2. Critérios adotados dos níveis de condição de cada patologia.

Patologias	Critério de valor	Nível de Condição $k_n$	% área degradada
De.A	$FD \leq 50\%$	1	$X \leq 1,04\%$
	$50\% < FD \leq 80\%$	2	$1,04\% < X \leq 2,24\%$
	$80\% < FD \leq 90\%$	3	$2,24\% < X \leq 2,89\%$
	$90\% < FD$	4	$2,89\% < X$
Fi.A	$FD \leq 50\%$	1	$X \leq 33,33\%$
	$50\% < FD \leq 80\%$	2	$33,33\% < X \leq 51,40\%$
	$80\% < FD \leq 90\%$	3	$51,40\% < X \leq 66,58\%$
	$90\% < FD$	4	$66,58\% < X$
Pu.A	$FD \leq 50\%$	1	$X \leq 0,88\%$
	$50\% < FD \leq 80\%$	2	$0,88\% < X \leq 2,79\%$
	$80\% < FD \leq 90\%$	3	$2,79\% < X \leq 3,82\%$
	$90\% < FD$	4	$3,82\% < X$
Ef.A	$FD \leq 50\%$	1	$X \leq 0,47\%$
	$50\% < FD \leq 80\%$	2	$0,47\% < X \leq 28,73\%$
	$80\% < FD$	3	$28,73\% < X$
De.P	$FD \leq 50\%$	1	$X \leq 2,31\%$
	$50\% < FD \leq 80\%$	2	$2,31\% < X \leq 7,67\%$
	$80\% < FD$	3	$7,67\% < X$
Fi.P	$FD \leq 50\%$	1	$X \leq 1,23\%$
	$50\% < FD \leq 80\%$	2	$1,23\% < X \leq 11,61\%$
	$80\% < FD$	3	$11,61\% < X$
Bo.P	$FD \leq 50\%$	1	$X \leq 1,92\%$
	$50\% < FD \leq 80\%$	2	$1,92\% < X \leq 5,22\%$
	$80\% < FD$	3	$5,22\% < X$

Fonte: Santos, 2018.

Apesar de ser uma metodologia que vem sendo desenvolvida à longa data, o MMD ainda está em desenvolvimento e aperfeiçoamento frente as diferentes tipologias e materiais das edificações, existindo diversos estudos recentes com a aplicação da metodologia. Bauer *et. al* (2020) desenvolveu o estudo utilizando o método em duas edificações com idades distintas, com 17 e 43 anos, através do índice FGD o autor pode identificar os padrões do processo de degradação das fachadas em função do tempo e da orientação cardeal.

Uma das principais vantagens do MMD é a avaliação quantitativa da degradação sofrida pela edificação. Gaspar e Brito (2011) desenvolveram um estudo objetivando avaliar a subjetividade de diferentes avaliadores (projetistas, pesquisadores e proprietários), com base em entrevistas, frente às degradações sofridas nas edificações, comparativamente com a aplicação do FGD. Como resultado os autores concluíram que os avaliadores tendem a perceber os danos nas fachadas de maneira distinta, enquanto o modelo matemático pode expressar quantitativamente as opiniões qualitativas dos respondentes.

Costa e Torres (2020) aplicou a metodologia MMD no subsolo de uma edificação com mais de 117 anos, da Antiga Cervejaria Ritter, na cidade de Pelotas/RS. Através do estudo os autores determinaram o Fator de Dano Total (FDt), calculado através do somatório do FD de cada tipo de dano, das fachadas internas da edificação, assim como destacaram a importância do uso de ensaios não destrutivos combinado com a aplicação de métodos quantitativos para a avaliação do estado de degradação das edificações.

Ferreira *et. al* (2021), entre outros métodos, adotou o FGD para estudar o desempenho de diferentes revestimentos de fachadas ao longo do tempo conforme as condições de exposição ambiental a que estão sujeitas, visando auxiliar na tomada de decisão para a manutenção das edificações em Portugal. Fulano adotou o mesmo parâmetro na análise de 174 fachadas de concreto, gerando curvas de degradação, que expressam graficamente a perda de desempenho das fachadas ao longo do tempo, o que possibilita estimar a vida útil para o revestimento. Os resultados obtidos pelos autores foram aceitáveis e consistentes, traduzindo de forma adequada a degradação real observada (SERRALHEIRO *et. al*, 2017).

Os estudos desenvolvidos por Antunes (2010), Piazzarollo (2019), Souza *et. al* (2020) foram aplicados para avaliar o grau de degradação das fachadas em

edificações com revestimento cerâmico. Outros estudos também aplicaram a metodologia MMD em fachadas de edificações com revestimento argamassado e acabamento em pintura, como as desenvolvidas por Santos *et. al* (2018) e Costa (2020).

### 2.6.2. Índice de Performance do Elemento (IP) e do Conjunto (IPg)

A metodologia foi proposta e desenvolvida por Taguchi (2010), segundo o qual existia uma carência de métodos de avaliação de manifestações patológicas de vedações verticais em alvenaria e seus revestimentos. O método proposto é proveniente das orientações fornecidas pela *Fédération Internationale Du Béton* (FIB) em 1998, o qual foi desenvolvido para a aplicação em estruturas de obras públicas, como pontes e viadutos.

Taguchi (2010) destaca sua preocupação em definir um método de avaliação que fosse padrão, capaz de chegar à resultados próximos e coerentes mesmo que avaliados por profissionais distintos. Para esse objetivo o autor utiliza o Índice de Performance do Elemento (IP), (*Equação 5*), o qual serve como um indicativo gerencial da condição geral da edificação.

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

Onde:

IP – índice de performance do elemento

D – índice dos danos

B<sub>i</sub> – valor básico associado ao tipo de dano i

K<sub>1i</sub> – fator da importância do elemento de vedação

K<sub>2i</sub> – fator indicativo da intensidade do dano i

K<sub>3i</sub> – fator indicativo da extensão do dano i

K<sub>4i</sub> – fator indicativo da urgência de intervenção para o dano i

Taguchi (2010) descreve a funcionalidade de cada um dos parâmetros aplicados na (*Equação 5*): o parâmetro B<sub>i</sub> é obtido através da Tabela 3, ele expressa o valor da importância relativa do tipo de dano em relação aos demais inspecionados com relação à segurança e/ou durabilidade do elemento inspecionado, classificando

a severidade do dano. Já, o parâmetro  $K_{1i}$  importa a relevância do elemento dentro do contexto da edificação ou em uma de suas partes, na pesquisa Taguchi (2010) considerou como alvenarias convencionais e atribuiu ao fator a importância unitária, destacando que se fosse utilizada alvenaria estrutural o fator deveria ser majorado.

A classe de severidade adotada por Taguchi (Tabela 3) foi elaborada tendo como referência a empregada no estudo de Gaspar e Brito (2005), onde o autor descreve métodos quantitativos para avaliar o grau de degradação em fachadas argamassadas no sul de Portugal. Gaspar e Brito (2005) fez sua análise considerando estudos feitos por outros autores, que analisavam diferentes estágios de degradação além de considerar a ISO 15686 (International Organization for Standardization, 2001) que trata sobre o planejamento da vida útil das edificações.

Tabela 3. Classe de severidade.

Item	Tipo de Dano	Bi	Classe de severidade			
			1	2	3	4
			5-10%	11-30%	31-50%	>50%
1	Umidade	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, eflorescência
3	Destacamentos	2	Leve, aparente	Leve, desagregação da cor, textura	Aresta e cantos danificados	Separação de paredes/muros ou revestimento cerâmico, pedra
4	Fissuras	2	Eventual fissura capilares <0,1 mm	Fissuras visíveis com lente, 0,1-0,3 mm	Trincas visíveis a olho nu, 0,3-10 mm	Fissuras extensas, fragmentação da superfície.

Fonte: Taguchi, 2010.

O grau de deterioração de cada elemento ou conjunto (IPg) é determinado através de quadros pré-estabelecidos considerando-se a importância relativa do elemento, intensidade dos danos e sua extensão, possibilitando uma análise técnica das necessidades de manutenção (TAGUCHI, 2010)

O parâmetro  $K_{2i}$  é determinado através de critério de avaliação visual qualitativa, variando entre quatro escalas de valores, conforme Tabela 4. O fator  $K_{3i}$  varia em quatro escalas de valores, considerando a frequência dos danos no ambiente em: 0,5 – 1,0 – 1,5 – 2,0, sendo para danos confinados no ambiente, aparentes em vários elementos da mesma edificação (<25%), aparentes em vários elementos da edificação (25-75%) e aparentes na maioria dos elementos (>75%), respectivamente.

Tabela 4. 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 dos elementos	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 do elemento (25-75%)	1,5
4	Muito alto ou crítico	Danos muito grandes, aparentes na maior parte dos elementos (>50%)	2,0

Fonte: Taguchi, 2010.

O parâmetro  $K_{4i}$  indica a urgência da intervenção, podendo variar de 1 a 5, seguindo os critérios da Tabela 5.

Tabela 5. Urgência de intervenção.

Critério	$K_{4i}$
Intervenção não necessária, pois os danos não afetam a 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 e servicibilidade	3 a 5
Interdição temporária ou limitação de tráfego	5

Fonte: Taguchi, 2010.

O índice de performance global ou do conjunto (IPg) é expresso pela Equação 6 Na expressão a seguir foi adotada a divisão da soma dos danos efetivos pela soma referência, para evitar-se que o índice de performance global (IPg) fosse demasiadamente afetado pelo número de tipos de danos e pelo número de elementos.

$$IPg = 100 \times ( \Sigma Def / \Sigma Dref ) \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

$$Def = \Sigma K_{1m} \times M_{m,ef}$$

$$Dref = \Sigma K_{1m} \times M_{m,ref}$$

$$M_{m,ef} = \Sigma B_i \times K_{2i} \times K_{3i} \times K_{4i}$$

$$M_{m,ref} = \Sigma B_i \times K_{2i} \times K_{3i} \times K_{4i} \times 1$$

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 Tabela 6 estão as classes de deterioração para cada elemento ou conjunto de elementos, grau de deterioração, consequências e prazo para as intervenções, conforme o Valor do índice de Performance (IPg) obtido na Equação 6.

Tabela 6. Classes de deterioração.

Classe	Descrição da deterioração, intervenções necessárias, exemplos de deterioração	Ip – Índice de performance
I	Sem danos, somente deficiências construtivas. Ex: irregularidades geométricas, estéticas, descoloração.	0 à 5
II	Baixo grau de deterioração, 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 à 10
III	Médio grau de deterioração, 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 à 15
IV	Alto grau de deterioração, 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 à 25
V	Grave grau de deterioração, 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 à 35
VI	Crítico grau de deterioração, 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.

Coronelli (2007) adaptou o método para aplicar em uma edificação industrial que sofreu danos por corrosão, possuindo reforços estruturais, objetivando avaliar o fator de deterioração de carga para as verificações das vigas e pilares. O autor destaca que o método é baseado em observações e medições visuais, contando com a experiência e avaliações subjetivas do avaliador, dependendo, portanto, de um conhecimento sólido dos fenômenos de deterioração. Com os resultados foi possível observar que o método fornece uma análise da deterioração e de suas causas, com uma medida da força residual, tornando-o uma ferramenta útil para a avaliação preliminar de estruturas deterioradas.

Andrade *et. al* (2009) adaptou a metodologia proposta pela FIB para aplicação em elementos de concreto armado, levando em consideração parâmetros como os indicadores de corrosão e níveis de dano e urgência na intervenção. Os autores também destacam que o método pode ser utilizado em três fases distintas da vida da estrutura, sendo eles o pós-construção, na fase de reparo e na fase pós reparo.

Costa *et. al* (2020) desenvolveu seu estudo aplicando o Índice de Performance do Elemento em fachadas de edificações inventariadas na cidade de Pelotas, no qual os autores destacam como principal aspecto do método a qualificação dos danos e sua consequente contribuição para o processo de deterioração do elemento em análise, sendo de grande valia para a determinação do estado de conservação geral do elemento.

### **2.6.3. Levantamento de danos com múltiplas metodologias**

Em alguns casos existe a necessidade de aplicação de mais de um método para identificar o estado de conservação das edificações de modo a complementar a avaliação, ou ainda como forma de confirmação do resultado obtido por um dos métodos. A seguir estão relatos de autores que optaram pela adoção de mais de uma metodologia em seus estudos para identificar o estado de conservação de edificações históricas.

Barreto (2019) analisou dez edificações históricas na cidade de Salvador, construídas durante os séculos XVII até o início do século XX, na Bahia. As edificações selecionadas possuíam o sistema construtivo em adobe, com revestimento argamassado e pinturas, além de possuir um limite de até três pavimentos. Para a inspeção predial e para auxiliar no mapeamento e classificação

das manifestações patológicas, a autora utilizou equipamentos como trena digital, câmera fotográfica digital e o veículo aéreo não tripulado (VANT) para edificações com mais de um pavimento. Para a quantificação dos danos a autora utilizou o sobreposição de uma malha de abertura 0,5 m x 0,5 m na planta da fachada, associando cada tipo de ocorrência de dano à área de região da fachada onde foi identificada a manifestação patológica. As regiões de aberturas apresentaram as maiores incidências de manifestações patológicas (42,04%), seguindo pela região do solo (29,74%), região do topo (13,86%), região dos cantos e extremidades (8,65%), as regiões de transição entre pavimentos (1,15%) e região das sacadas (4,55%) apresentaram valores mais baixos. Com o uso do fator de correção, o FDrc apresentou novas informações, evidenciando que os danos na região dos solos são os mais incidentes (42,05%), seguido pelos cantos e extremidades (19,30%), topo (12,48%), entre as aberturas (11,87%), sacadas (10,77%) e transição entre pavimentos (3,52%). Quanto a análise por orientação solar foi observado que as fachadas com orientação norte (62%) obtiveram maior quantidade de danos, seguidas das fachadas com orientação sul (45%), fachadas orientadas a oeste (41%) e fachadas orientadas a leste (32%). Referente ao IDh, foi observado que 50% das edificações foram classificadas em bom estado de conservação, enquanto 20% em estado ruim de conservação e 30% como estado péssimo de conservação. O autor destaca que o IDh não apresenta todas as variáveis que influenciam no processo de degradação, necessitando, portanto, de novos estudos para a inserção de novos parâmetros.

O trabalho desenvolvido por Costa (2020) avaliou o estado de degradação das fachadas de 69 edificações históricas integrantes do Inventário do Patrimônio Cultural da cidade de Pelotas, no Rio Grande do Sul. Para o desenvolvimento do trabalho a autora utilizou a metodologia MMD e Ip com adaptações utilizando os *softwares AutoCAD student® e do software Microsoft Office Excel®*. Com a aplicação do método MMD comparativamente com o uso de mapa de danos e do Ip, a autora observou que as manifestações patológicas mais recorrentes são as manchas de mofo, fungo, bolor e crosta negra. O FDt das fachadas foi de 20,7%, não sendo possível relacionar a posição solar com o aparecimento das manifestações patológicas. Foi observado uma maior incidência de manifestações patológicas no topo das edificações. As manifestações patológicas de manchas de mofo/fungos/bolor e crosta negra são as mais recorrentes (67,5%), seguido do descolamento de pintura (15,3%). Para a

abrangência média dos danos nas fachadas foi obtido o valor de 16%. Na comparação entre os métodos aplicados em seu estudo, onde o mapa de danos foi considerado como a representação rigorosa e minuciosa de todas as manifestações patológicas das fachadas, considerando o resultado mais fidedigno. Com relação ao uso do MMD com recorrência de sujidade e/ou vegetação, o método apresentou falhas, subestimando os valores, tendo apresentado 92,4% de concordância com o mapa de danos. O Ip apresentou 72,2% de concordância com o mapa de danos. E frente ao estado de conservação das fachadas, a média de danos entre os métodos (Mapa de danos, MMD e Ip) demonstrou resultado mais fiel e equilibrado frente aos danos existentes.

### 3. METODOLOGIA

Este capítulo aborda a metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho, a qual foi dividida em três etapas distintas, conforme Figura 13.

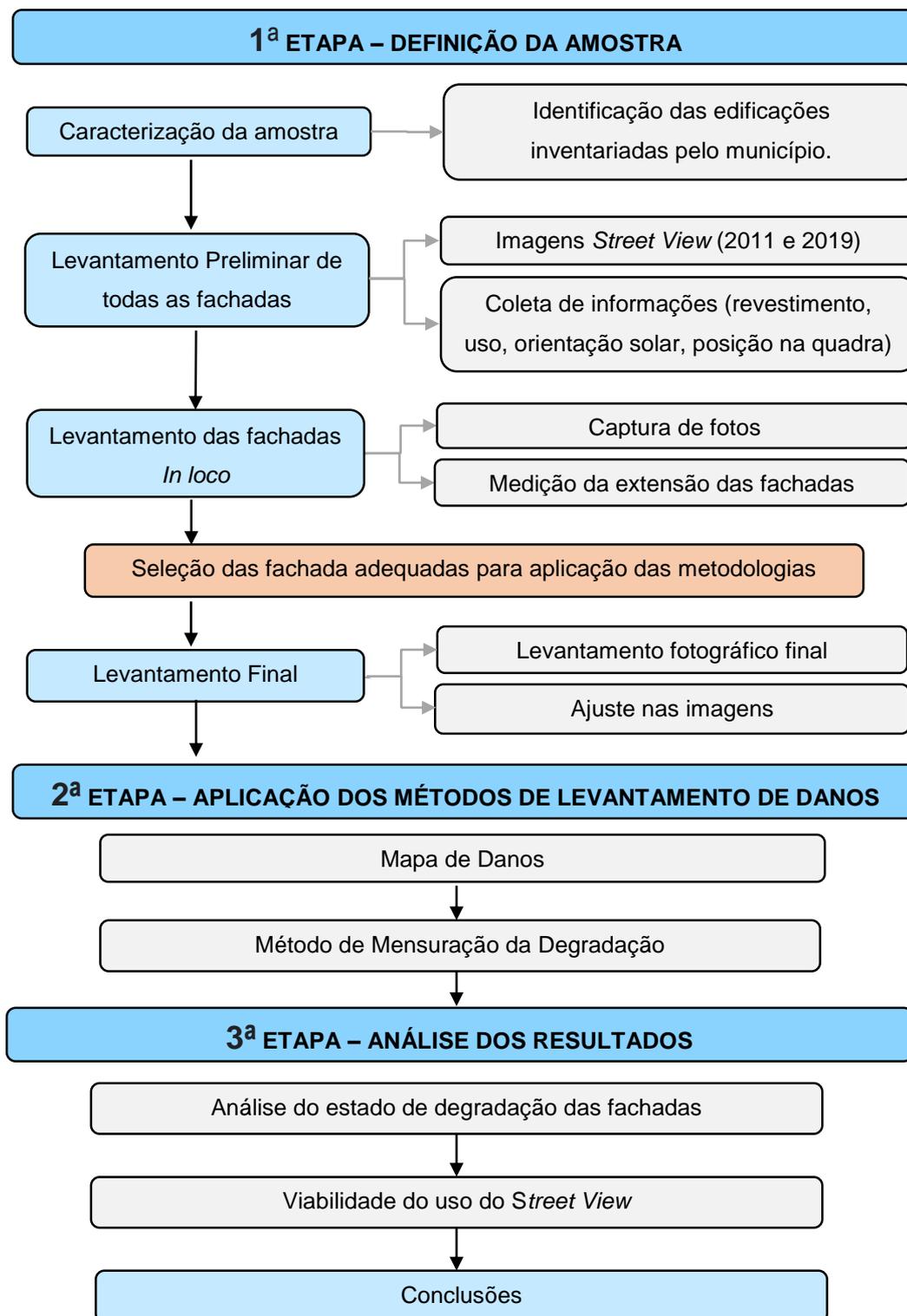


Figura 13. Fluxograma da pesquisa.

### 3.1.1ª Etapa – Definição da Amostra

Para a definição da amostra foram necessárias quatro etapas: a caracterização da amostra, o levantamento preliminar, o levantamento *in loco* e o levantamento final com o ajuste das imagens.

#### 3.1.1. Caracterização da amostra

A amostra inicial é composta por um total de **65 edificações**, as quais são inventariadas pelo Município de Santo Ângelo e protegidas pela Lei Municipal nº 3.998 de setembro de 2015 (SANTO ÂNGELO, 2015). Na etapa de caracterização da amostra foram coletadas informações básicas disponibilizadas pelo município, como o Grau de Preservação, os endereços, nomes e códigos dos imóveis

A Lei Municipal nº 3.998 (SANTO ANGELO, 2015) apresenta os diferentes Graus de Preservação que são impostos às edificações, onde são estabelecidas quais alterações poderão ou não ser realizadas nelas. Além das edificações tombadas, os Graus de Preservação (GP) são classificados em três:

- GP1: possui 13 edificações, as quais são caracterizadas por manter a maioria de suas características originais, os bens enquadrados neste nível não poderão ser destruídos, descaracterizados ou inutilizados;
- GP2: possui em sua classificação 23 edificações, sendo os imóveis que devem manter inalteradas suas características arquitetônicas, artísticas e decorativas externas, podendo sofrer intervenções internas;
- GP3: conta com 26 edificações, são classificados assim aqueles imóveis fortemente descaracterizados, mas que apresentam elementos de cunho arquitetônico significativo na fachada, podendo sofrer intervenções externas e interna;
- Tombados: 3 edificações.

#### 3.1.2. Levantamento preliminar das fachadas

Como o trabalho foi desenvolvido durante a pandemia provocada pela Covid-19 e, em decorrência das diversas restrições impostas pelo momento, em especial relacionadas ao distanciamento social e a locomoção urbana, se buscou uma alternativa *online* para o desenvolvimento do estudo devido à dificuldade de visita aos locais. Para isso, entre as alternativas disponíveis, foi identificada uma alta

potencialidade no *Google Street View*, uma vez que, ele permite visualizar imagens das ruas da cidade de forma detalhada, permitindo observar de forma satisfatória as fachadas das edificações. Ainda, o uso da ferramenta do *Google* possibilitou identificar o histórico de intervenções sofridas nas fachadas, uma vez que, com a ferramenta “máquina do tempo” disponível no *Street View* é possível visualizar a fachada da edificação em anos distintos.

Nesta fase de definição da amostra, foi realizado o levantamento preliminar de maneira virtual, onde foram coletadas as informações iniciais sobre as edificações, além de possibilitar o ordenamento de uma rota para a posterior coleta *in loco* (Figura 14). Com a ferramenta foram observadas as características dos imóveis, como número de pavimentos, tipo de revestimento das fachadas, uso do imóvel e orientação solar, além de suas localizações.

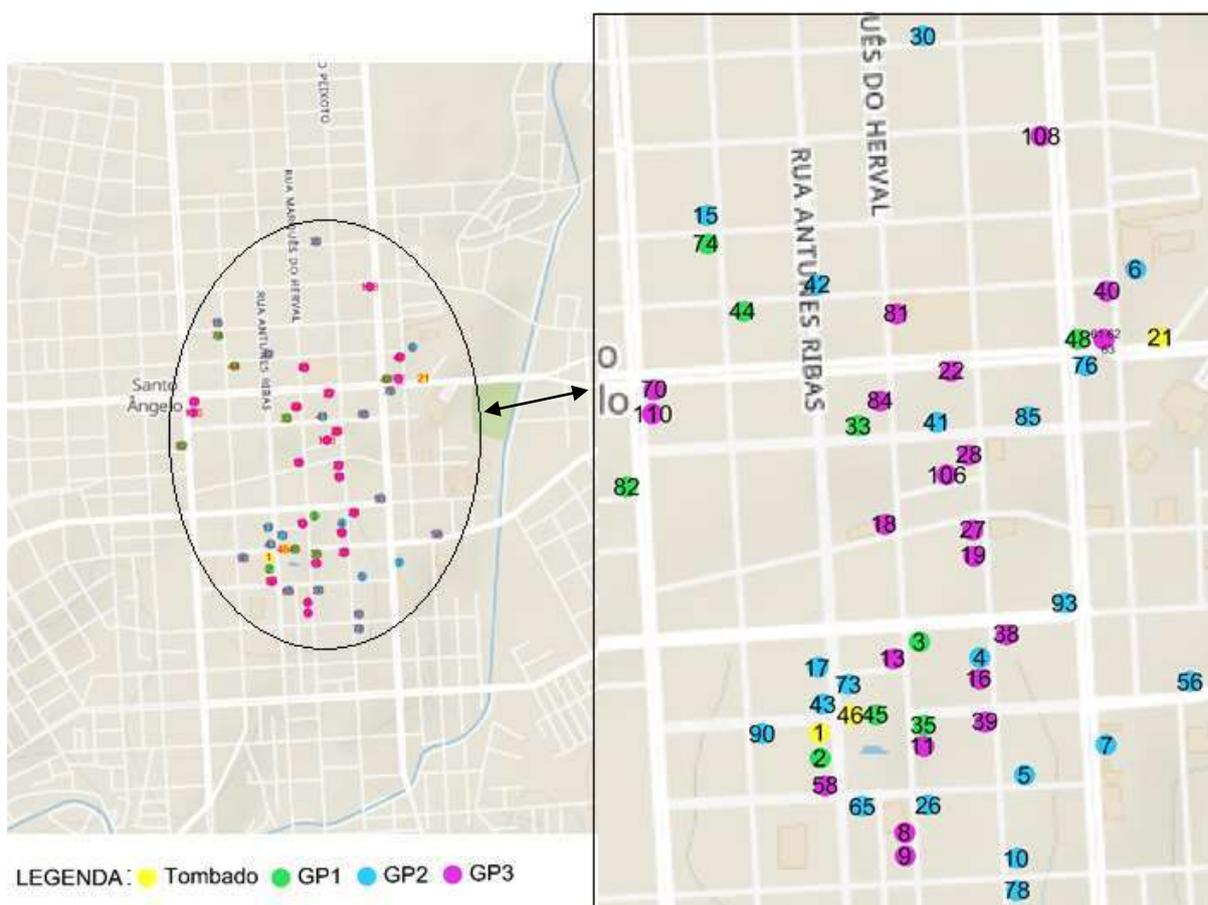


Figura 14. Mapa com a localização das edificações.

Para este levantamento foi utilizada o modelo exposto na Tabela 7, onde foi identificada a edificação pelo código do imóvel estabelecido pela Prefeitura Municipal

de Santo Ângelo, o Grau de Proteção da edificação, o uso, número de pavimentos, revestimento, orientação solar e a imagem da fachada obtidas através do *Street View*.

Tabela 7. Modelo da tabela de levantamento das edificações.

Cód. Imóvel	GP	Uso	Número pavimentos	Revestimento	Local	Orientação Solar	Imagem
RS12-00001	Tombado	Museu	1	Argamassado	Esquina	Norte/Leste	
RS12-00002	GP1	Comercio	1	Argamassado	Centro	Leste	

- Para a identificação das edificações foi adotado o código do imóvel e o Grau de Proteção (GP) conforme estabelecidos pela prefeitura conforme Lei Municipal nº 3.998 (SANTO ÂNGELO, 2015) e Apêndice A;
- Quanto aos usos, os imóveis foram classificados em: residencial, comercial, misto, serviço, institucional, religioso e sem uso (que possuem também usos bem específicos, como museu e estação férrea);
- Quanto ao número de pavimentos, foram classificados em térreo, dois ou três pavimentos;
- Quanto ao revestimento, foram classificados em argamassado+pintura e cantaria;
- Quanto ao local, as edificações foram classificadas em relação à sua posição na quadra, podendo ser de esquina ou meio de quadra.
- Na coluna referente a imagem foram registradas capturas de telas do *Street View* nos dois anos disponíveis na ferramenta para a cidade de Santo Ângelo (2011 e 2019), condição que permitiria avaliar a evolução das degradações sofridas pelas fachadas.

Devido às limitações do Google *Street View*, que possibilita a visualização de imagens apenas nos locais onde o veículo percorreu, não foi possível localizar todas as edificações através da plataforma, pois algumas encontram-se em áreas de difícil acesso, como em estradas fora do perímetro urbano, ou, isoladas em áreas cercadas, como exemplos algumas escolas e a estação férrea. Dentre as 65 edificações inventariadas pelo Município, não foi possível fazer a identificação prévia de 8, devido aos impedimentos mencionados, portanto, a amostra, nesta etapa passou para **57 edificações**.

### 3.1.3. Levantamento *in loco*

No levantamento *in loco* foi realizado o registro fotográfico das 57 edificações, de modo a identificar a condição atual da fachada e do seu entorno e, se existiam obstáculos físicos de grandes dimensões, como árvores, postes, placas de sinalização, banners ou semelhantes que impediriam a captura de toda a fachada em apenas uma fotografia.

Nesta etapa também foi realizada a medição da extensão das fachadas entre os pontos A e B, conforme apresentado na Figura 15. Essa medição permite fazer o escalonamento da imagem no *AutoCad for Students* antes da aplicação dos métodos de levantamento de danos, tendo desta forma a escala real da edificação.



Figura 15. Medição das fachadas dois pontos, edificação RS12-00015.

Na visita *in loco* foi observado que, entre as 57 edificações identificadas na análise preliminar, duas delas haviam sido demolidas, mesmo sendo inventariadas. Por outro lado, durante o levantamento *in loco* foi possível fotografar a estação férrea que não havia sido localizada na etapa do levantamento *online* pelo *Street View*, finalizando a amostra com **56 edificações**. Destas edificações remanescentes, 26 estão localizadas em esquinas de quadras, portanto nestas existe a possibilidade de estudo das duas fachadas com testada para o logradouro público. Considerando tal condição, existem **82 fachadas** com possível potencial de aplicação das metodologias.

A partir da avaliação da existência de interferências físicas em frente as fachadas, verificou-se a necessidade da exclusão de 31 fachadas que possuíam

letreros ou *banner* que impossibilitavam a visualização de determinada área. Um exemplo das fachadas excluídas pode ser observado na Figura 16, onde a presença dos *banners* impede a visualização de uma extensa área da fachada.



Figura 16. Edificação RS12-00019.

Assim como os *banners*, os toldos existentes impedem o levantamento da fachada na íntegra, devido a isto, entre as edificações remanescentes, foram excluídas da amostra 6 fachadas. A Figura 17 apresenta um exemplo desta situação.

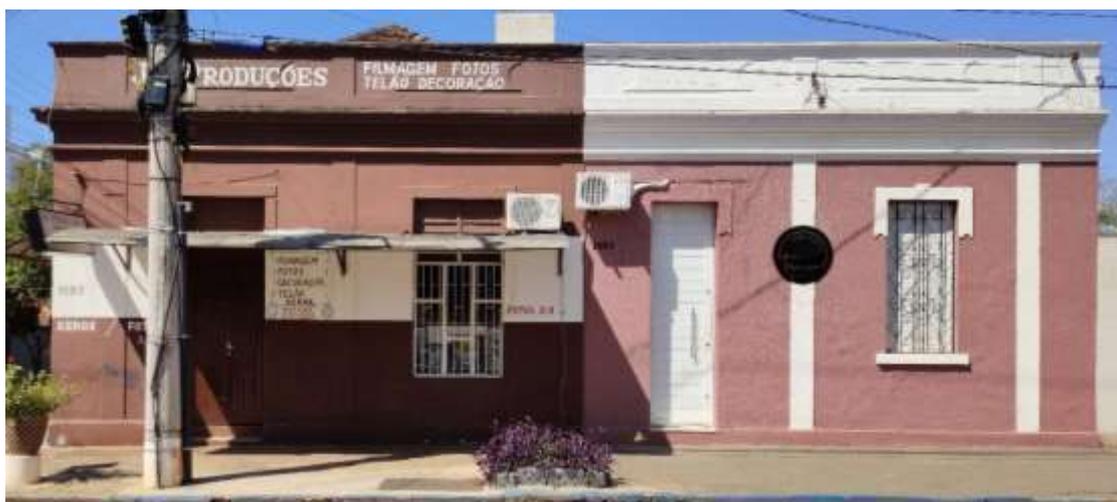


Figura 17. Edificação RS12-00038.

Devido às limitações de larguras das ruas, as fotos obtidas das fachadas que possuem grandes dimensões acabam sofrendo distorções significativas, condição

que prejudica os resultados de avaliação por área. Devido a isso foram eliminadas 12 unidades da amostra. Como exemplo desta situação pode-se observar a Figura 18.



Figura 18. Edificação RS12-00033.

A existência de árvores com grande densidade de folhas interfere nas fotografias, principalmente quando estão próximas às fachadas. Dez edificações foram eliminadas da amostra devido a esse fator, a exemplo da condição existente na Figura 19.



Figura 19. Edificação RS12-00008.

Por fim, foram também eliminadas da amostra todas as edificações que apresentavam muros, cercas ou tapumes, que impediam a captura da imagem completa da fachada (Figura 20). Foram eliminadas da amostragem oito edificações devido a esse quesito.



Figura 20. Edificação RS12-00017.

Após triagem das edificações com os critérios supracitados a amostragem final contou com 12 edificações, sendo três delas localizadas em esquinas, totalizando e 15 fachadas inventariadas. A Figura 21 traz o fluxograma com as etapas de definição da amostra, destacando os recortes adotadas no levantamento preliminar.

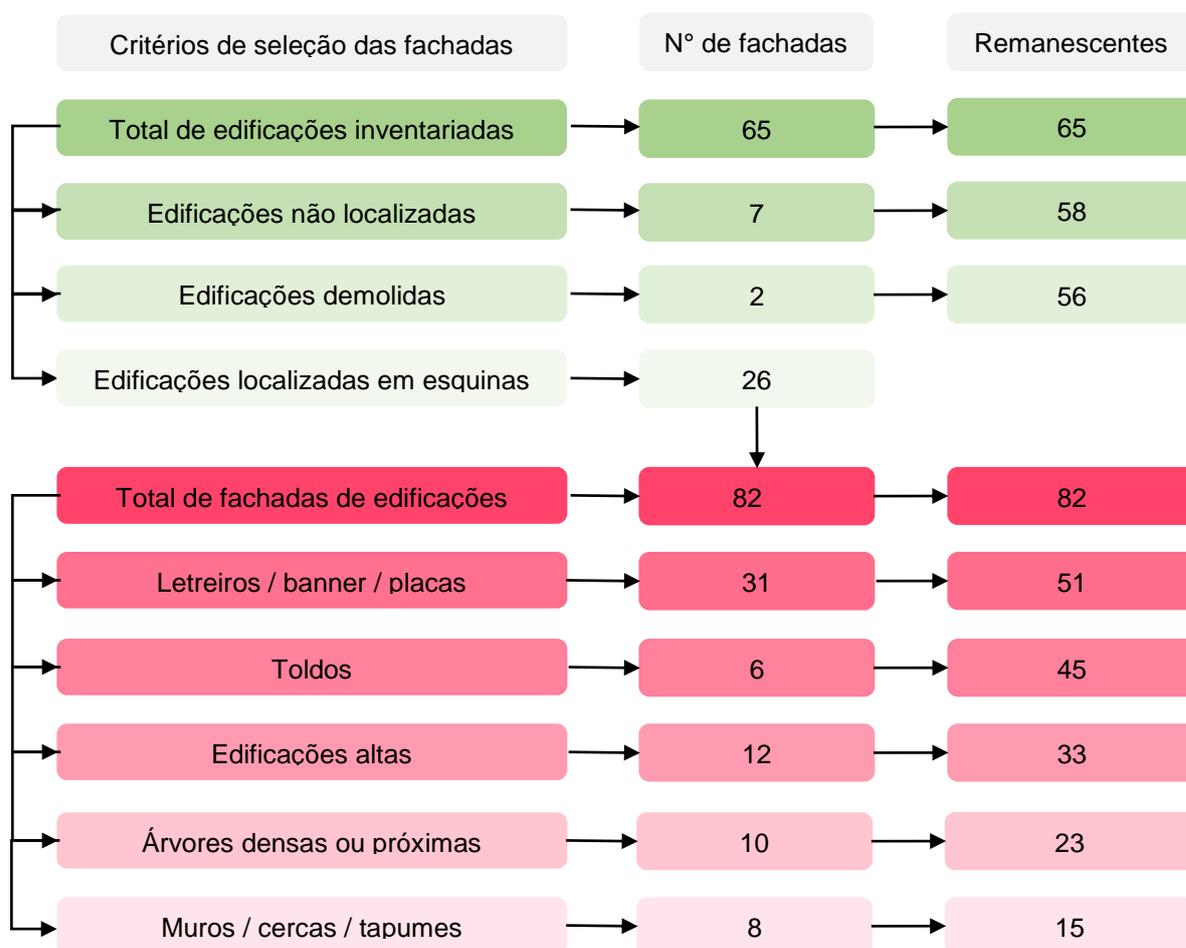


Figura 21. Fluxograma definição da amostra.

### 3.1.4. Levantamento Final

A última parte desta fase correspondeu ao levantamento em campo das 15 fachadas remanescentes com potencial para a aplicação das metodologias. O levantamento foi realizado em um dia ensolarado, no domingo, 09 de janeiro de 2022 no turno da manhã (8:30h-12:00h), devido a menor movimentação de veículos e pedestres.

As fotografias foram feitas através de um aparelho celular, configurada a opção de câmera ultra HD 48MP, além de manter as linhas de referências na tela do aparelho. Foram adotados alguns cuidados durante a captura das imagens, como manter o aparelho na altura dos olhos e sempre perpendicular ao plano do solo. Também foram observados alguns cuidados relacionados às condições climáticas e temporais que, conforme relata Rodrigues (2016), influenciam para uma melhor visualização das manifestações patológicas. Por exemplo, a manifestação patológica de fissura é mais visível quando evitado a projeção direta dos raios sobre a fachada, e, as manchas de umidade que são mais visíveis quando o sol está perpendicular à terra, ou seja, às 12:00 horas.

Priorizou-se, sempre que possível, a obtenção de uma única fotografia com toda a extensão da fachada, a exemplo da fachada da Figura 22.



Figura 22. Edificação RS12-00027.

Nos casos em que existem diversos obstáculos em frente a fachada (Figura 23), onde há interferência do poste, placa de sinalização e/ou vegetação, houve a necessidade de fotografar as partes da edificação de forma isolada, para posteriormente realizar uma montagem com as fotografias e, assim, obter uma imagem sem interferências. As fotos foram feitas de forma sequencial, seguindo uma linha reta paralela à fachada, preservando a distância da edificação entre cada fotografia e a posição da câmera em relação ao solo. Para facilitar o processo de colagem das imagens, durante a captura das fotos foram fixados pontos de referência, sendo necessário que este esteja sempre visível na fotografia no quadro anterior e no quadro posterior, desta forma se evitam erros e ocultação de elementos durante a colagem das imagens, conforme esquema demonstrado na Figura 24, onde estão demonstrados os pontos de referências fixados na montagem. Com o auxílio de um *software* para edição de imagens e, após o ajuste de perspectiva, as imagens isoladas da edificação foram sobrepostas, de modo que todos os elementos (pontos de referência) ficassem visíveis. Na Figura 25 é apresentado o resultado da fachada após a montagem das fotos, sem interferências, estando pronto para a aplicação do Mapa de Danos.



Figura 23. Fachada RS12-00003 com obstáculos.



Figura 24. Fotografias isoladas da edificação RS12-00003.

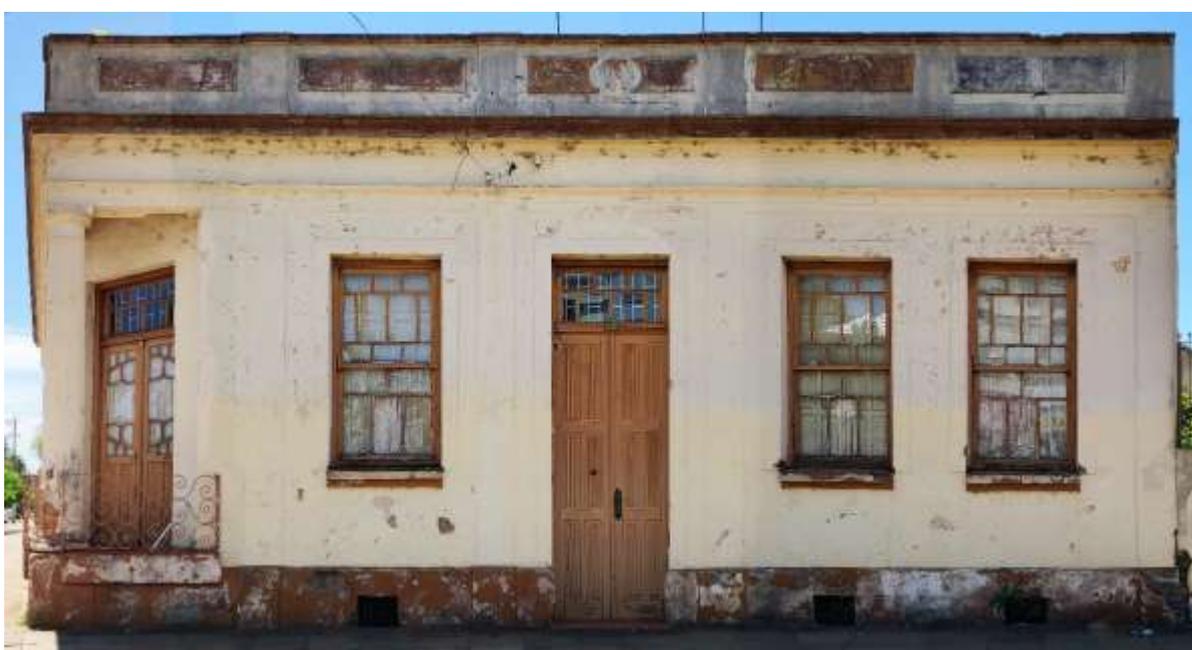


Figura 25. Montagem da Fachada RS12-00003.

Todas as fotografias passaram por um ajuste de perspectiva em um *Software* de edição de imagens, conforme Figura 26, onde a mesma fachada está sem o ajuste(a) e com o ajuste (b) de perspectiva. As edificações que necessitaram de montagens de imagens também passaram pelo tratamento de imagem, sendo realizado o ajuste de perspectiva em cada uma das imagens isoladamente, antes da colagem das fotos.



Figura 26. Edificação RS12-00016 – sem ajuste(a) com ajuste de perspectiva (b).

Mesmo utilizando os procedimentos acessíveis para a montagem de imagens, devido à grande poluição visual existente nas cidades, ainda existem barreiras físicas que não foram possíveis de serem eliminadas, como exemplo a fiação aérea dos postes de iluminação pública (Figura 27) ou, em alguns casos, parte da vegetação (Figura 28). Mesmo não sendo considerada condição ideal para a aplicação da metodologia essas pequenas interferências foram aceitas na amostra.



Figura 27. Edificação RS12-00040 - com montagem – remanescente fiação aérea de iluminação.



Figura 28. Edificação RS12-00001– com montagem – remanescente vegetação.

Outra condição aceita na amostra final é a existência de condensadores de ar condicionado nas fachadas, por ser um elemento presente em grande parte das edificações atuais, e, possuir uma pequena área, portanto com baixa interferência nos resultados. Como exemplo da condição, pode-se observar a edificação da Figura 29.



Figura 29. Edificação RS12-00039 – com montagem – remanescente condensador de ar.

A Tabela 8 apresenta todas as fachadas que compõe a amostra selecionada para a aplicação do Mapa de Danos, dividindo as edificações em dois grupos. O primeiro ilustra as fachadas que tiveram que passar pelo processo de montagem de imagens para que estivessem aptas para a aplicação da metodologia. O segundo grupo refere-se aquelas edificações que não necessitaram de montagens para a aplicação da metodologia, pois não possuíam obstáculos em frente às fachadas. Ainda, é necessário identificar que a edificação RS12-00070 (Rádio Santo Ângelo) traz o emprego do concreto armado em sua estrutura, diferindo das demais edificações em alvenaria autoportante.

Tabela 8. Amostra com fachadas selecionadas.

EDIFICAÇÃO	FOTO
RS12-00001 – Fachada 1 Museu Principal <b>Com Montagem</b>	
RS12-00001 – Fachada 2 Museu Principal <b>Com Montagem</b>	
RS12-00003 – Fachada 1 Antiga Casa Rei Sabo <b>Com Montagem</b>	
RS12-00003 – Fachada 2 Antiga Casa Rei Sabo <b>Com Montagem</b>	

Tabela 8. Amostra com fachadas selecionadas (continuação).

<p>RS12-00015 Associação dos funcionários da CEEE <b>Com Montagem</b></p>	
<p>RS12-00021 Prédio da Estação Férrea <b>Com Montagem</b></p>	
<p>RS12-00026 - Fachada 1 Sobrado 1920 <b>Com Montagem</b></p>	
<p>RS12-00027 – Fachada 3 Conjunto Comercial Casa Franke <b>Com Montagem</b></p>	
<p>RS12-00039 Casa de Chá Frau Hintz <b>Com Montagem</b></p>	

Tabela 8. Amostra com fachadas selecionadas (continuação).

<p>RS12-00040 Antigo Sobrado Hotel Moderno <b>Com Montagem</b></p>	
<p>RS12-00041 Clube 28 de Maio <b>Com Montagem</b></p>	
<p>RS12-00070 Rádio Santo Ângelo <b>Com Montagem</b></p>	
<p>RS12-00027 – Fachada 2 Conjunto Comercial Casa Franke <b>Sem Montagem</b></p>	
<p>RS12-00026 – Fachada 2 Sobrado 1920 <b>Sem Montagem</b></p>	

Tabela 8. Amostra com fachadas selecionadas (continuação).

<p>RS12-00016 Cel Service – Nokia <b>Sem Montagem</b></p>	
---	--

### 3.2. 2ª Etapa – Aplicação dos métodos de levantamento de danos

Na segunda etapa foram aplicados os métodos para a avaliação do estado de degradação das fachadas: Mapas de Danos e Método de Mensuração da Degradação (MMD).

Para a elaboração dos Mapas de Danos, foram utilizadas as imagens capturadas *in loco*, após o tratamento das imagens através de montagens e ajustes de perspectiva, quando necessário. Nesta fase, através do *Software de edição de imagens*, foram identificadas todas as manifestações patológicas existentes através de representação gráfico-fotográficas. Devido a inexistência de normatização dos mapas de danos, estabeleceu-se a graficação, conforme Figura 30, onde foram identificadas as seguintes manifestações patológicas: descolamento de pintura, descolamento de reboco, empolamento, fissuras/trincas/rachaduras, manchas de umidade/mofo/bolor e vegetações. A Figura 31 traz como exemplo o Mapa de Danos realizado da edificação RS12-00003.

	Descolamento de pintura
	Descolamento de reboco
	Empolamento
	Fissuras, trincas e rachaduras
	Manchas umidade/mofo/bolor
	Vegetação

Figura 30. Legenda manifestações patológicas.



Figura 31. Mapa de Danos edificação RS12-00003.

Após a aplicação do Mapa de Danos, foi aplicada a metodologia MMD, esta permite calcular as áreas danificadas das fachadas, através do Fator de Danos (FD), Fator de Danos das Regiões (FDr) e o Fator de Danos das Regiões Corrigido (FDrc). Para a aplicação do método, inicialmente foi sobreposta, à imagem da fachada, uma malha com dimensões de 0,05 x 0,05 m, adotando como ponto de origem a extremidade inferior (Figura 32). A dimensão da malha escolhida foi a mesma adotada no trabalho desenvolvido por Costa (2020).



Figura 32. Aplicação da malha MMD edificação RS12-00003.

Cada área de malha afetada por alguma manifestação patológica recebe uma hachura de acordo com o dano existente. Para a quantificação das áreas danificadas é realizada a contagem simples de unidades de malha por determinada anomalia e multiplicada pela sua área (0,0025m<sup>2</sup>).

O cálculo do Fator de Danos (FD) (Equação 7), é definido como a razão da área danificada de um determinado dano pela área total da fachada, desta forma, quanto maiores os valores do FD, maior será o grau de deterioração.

$$FD = \frac{\sum A_{d(n)}}{A_t} \quad (\text{Equação 7})$$

Onde:

FD: Fator de Dano da fachada;

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

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

(n): Identificação do tipo de anomalia.

Para o cálculo do Fator de Danos Total (FDt) da fachada é necessário fazer o somatório do FD de todas as manifestações patológicas. O cálculo do Fator de Danos das Regiões é feito pela divisão da área degradada por uma determinada manifestação patológica “n” de cada região isoladamente pela área total da região em análise. Sendo assim, é determinada a frequência de incidência dos danos, tendo em vista que ela é influenciada pelo tamanho da região da amostra.

Além da aplicação da malha, é necessário dividir as fachadas das edificações em regiões. Conforme Pinheiro *et. al* (2017), as fachadas são divididas em regiões pré-estabelecidas, sendo elas: sacadas, topo, aberturas, transição de pavimentos, cantos e extremidades e paredes contínuas, conforme exemplo da Figura 33.



Figura 33. Divisão da fachada em regiões - edificação RS12-00016.

Após dividir a fachada em regiões, é necessário identificar as anomalias existentes em cada uma delas, conforme apresentado na Figura 34.

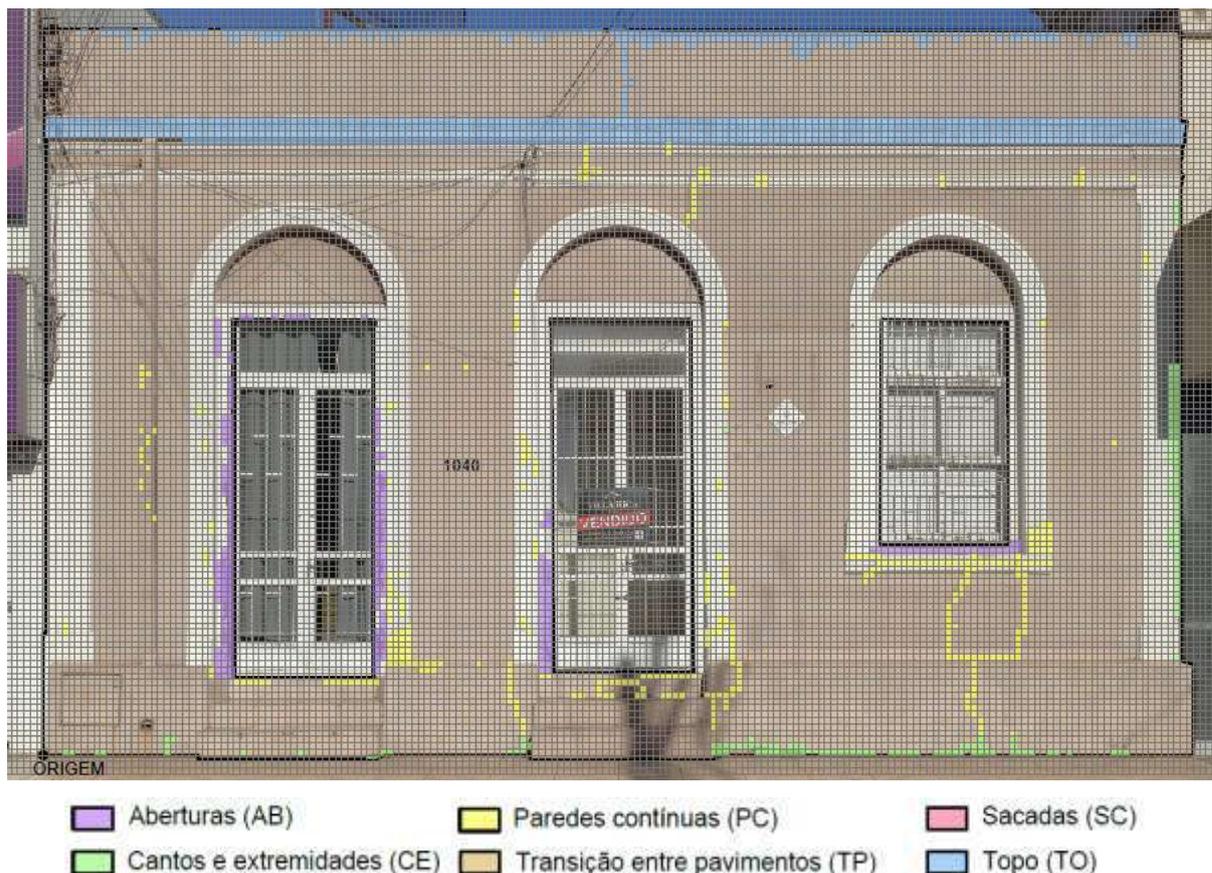


Figura 34. Danos nas regiões - edificação RS12-00016.

O FDr leva em consideração a área com presença de anomalias em cada região, considera-se todas as manifestações contidas nesse espaço. Seu resultado apresenta distorção da realidade ao ser influenciado diretamente pelo tamanho da área da região analisada, por isso, deve ser ajustado e proporcionalizado. Algumas regiões abrangem áreas muito maiores do que as outras, o que distorce o resultado 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, utiliza-se o Coeficiente de Correção das regiões (CCr) (Equação 8). Com o resultado do CCr incidindo sob FDr, temos a representação mais aproximada da real recorrência dos danos presentes nas regiões por meio do Fator de Danos das regiões corrigido (FDrc) (Equação 9).

$$CCr = \frac{A_{r(m)}}{A_{r(x)}} \quad (\text{Equação 8})$$

Sendo:

$CCr$ : Coeficiente de Correção das regiões;

$Ar(m)$ : Área da região de menor área;

$Ar(x)$ : Área da região em análise.

$$FDrc = \left( \frac{\sum Ar(n)}{A_t} \right) x CCr \quad (\text{Equação 9})$$

Sendo:

$Drc$ : Fator de Danos das regiões corrigido;

$Ar(n)$ : Área danificada de uma manifestação patologia (n), calculada na fase de mapeamento (m<sup>2</sup>);

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

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

### 3.3. 3ª Etapa – Análise de Resultados e Conclusões

Nesta etapa foram analisados os resultados de degradação obtidos com a aplicação dos métodos de avaliação nas fachadas das edificações inventariadas do município de Santo Ângelo. Foi analisada, também, a viabilidade da aplicação do Mapa de Danos e Método de Mensuração da Degradação nas imagens obtidas virtualmente, através do *Street View*.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os resultados referentes a etapa do levantamento preliminar, com a utilização da ferramenta do *Google Street View* para identificação da evolução dos danos existentes nas fachadas das edificações e do levantamento final, onde foi realizado a captura *in loco* das imagens. Na sequência serão apresentados os resultados e discussões relacionadas a aplicação do Mapa de Danos e Método da Mensuração da Degradação.

### 4.1. Levantamento *Street View*

Através da ferramenta do *Street View* foi possível identificar e coletar imagens das fachadas das edificações nos dois anos disponíveis na ferramenta, 2011 e 2019. Entre as limitações existentes na ferramenta está a dificuldade de acesso à todas as fachadas, levando em consideração que as imagens são coletadas por um veículo e, nos locais onde o veículo não percorre, não existem dados.

Como as imagens são coletadas em anos distintos, as condições climáticas e temporais interferem na obtenção de fotos das fachadas, devido a existência de sombras ou ainda de obstáculos físicos ou móveis que encobrem parte da fachada, como vegetação, pessoas ou veículos. Fazendo uma comparação entre a Figura 35 e a Figura 36 é possível observar essas condições. Verifica-se que, a coleta da imagem no ano de 2011 foi realizada em um dia nublado, sem a interferência solar em contraste a obtida no ano de 2019, com a interferência de sombras. Ainda, nas imagens também é possível observar outros detalhes que impedem a visualização total da fachada, como a existência de árvores, pedestre, poste de iluminação pública e placa de sinalização viária.



Figura 35. Edificação RS12-00003 imagem Street View 2011.

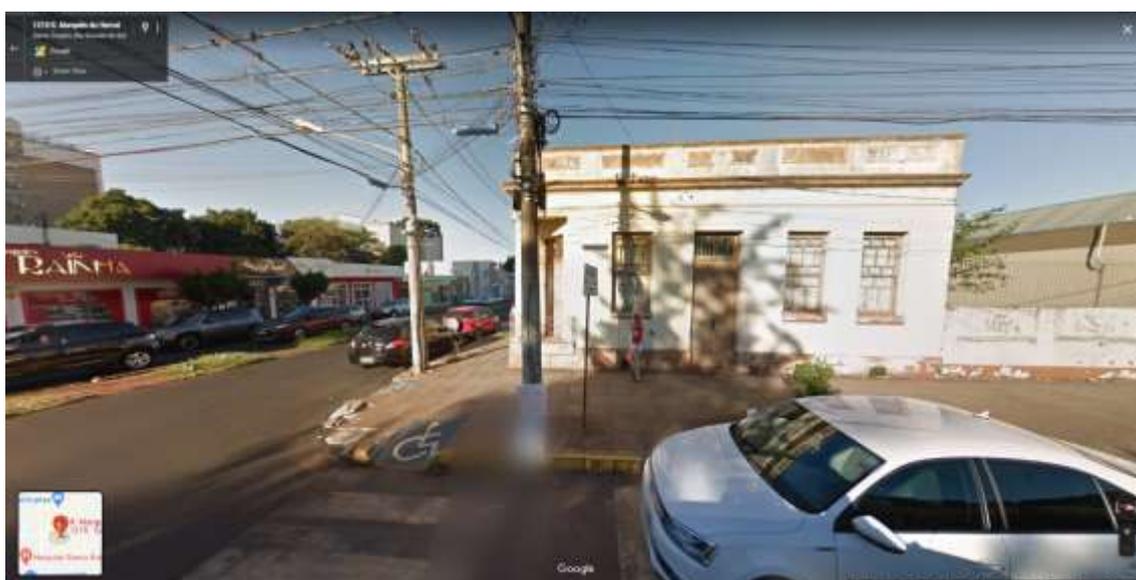


Figura 36. Edificação RS12-00003 imagem Street View 2019.

O fato de o veículo que faz a captura das imagens estar em movimento, faz com que, em alguns casos, a fachada a ser analisada não fique paralela ao veículo, obtendo-se apenas as imagens da edificação em diagonal. Um exemplo dessa situação pode ser observado na Figura 37, tendo uma imagem distorcida e impossibilitando a aplicação dos métodos para a avaliação dos danos existentes na fachada.

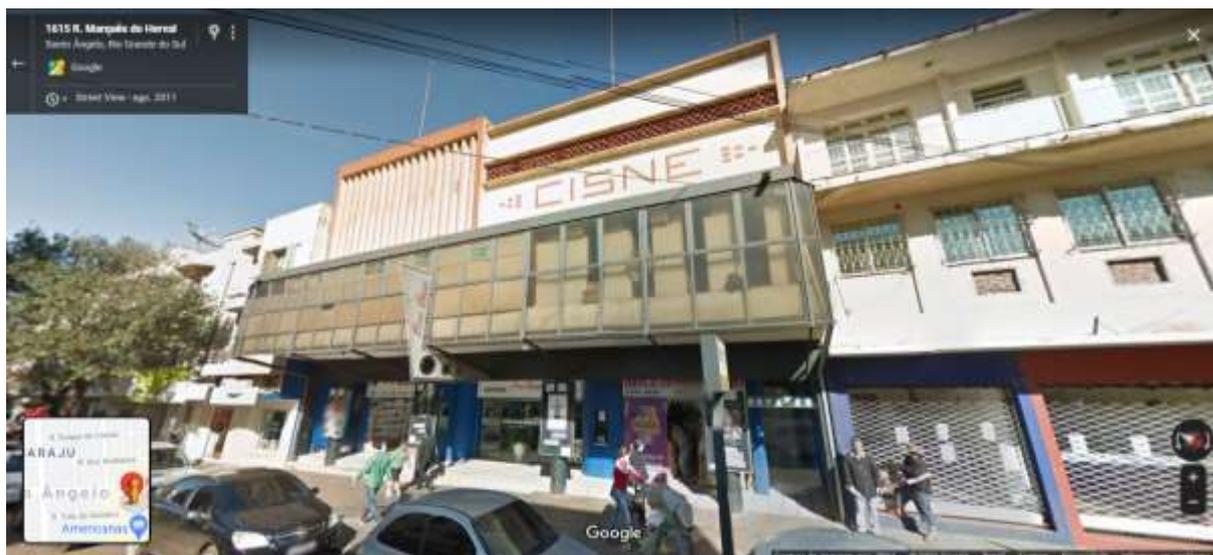


Figura 37. Edificação RS12-00084, imagem Street View 2011.

Outra limitação da ferramenta está relacionada a fachadas que possuem grandes dimensões, seja em extensão ou altura. Através do *Street View* não é possível obter em uma única imagem toda a fachada, quando estas são muito extensas e, devido ao movimento do veículo, também não é possível realizar montagem das imagens. Como exemplo dessa condição tem-se a edificação da Figura 38, onde se obtém apenas um trecho da fachada.



Figura 38. Edificação RS12-00082, imagem Street View 2011.

Como a ferramenta do *Street View* não permite o *download* das imagens, é necessário fazer uma captura de tela para a obtenção da figura, resultando em um arquivo de baixa resolução, dificultando a identificação das manifestações patológicas

diretamente por ela. Entretanto, na tela do aplicativo, a ferramenta disponibiliza a opção de ampliar a imagem em alta resolução, o que permite identificar de forma isolada cada manifestação patológica de forma mais nítida. A Figura 39 apresenta a imagem da fachada completa obtida através da captura de tela pelo *Street View* e um detalhe mostrando a manifestação patológica a ser analisada. A ampliação da manifestação patológica feita na tela do aplicativo pode ser observada na Figura 40-a, enquanto a ampliação realizada na imagem capturada é apresentada na Figura 40-b. Observa-se que a segunda delas possui baixa resolução.



Figura 39. Captura de tela Street View edificação RS12-00016, ano 2019.

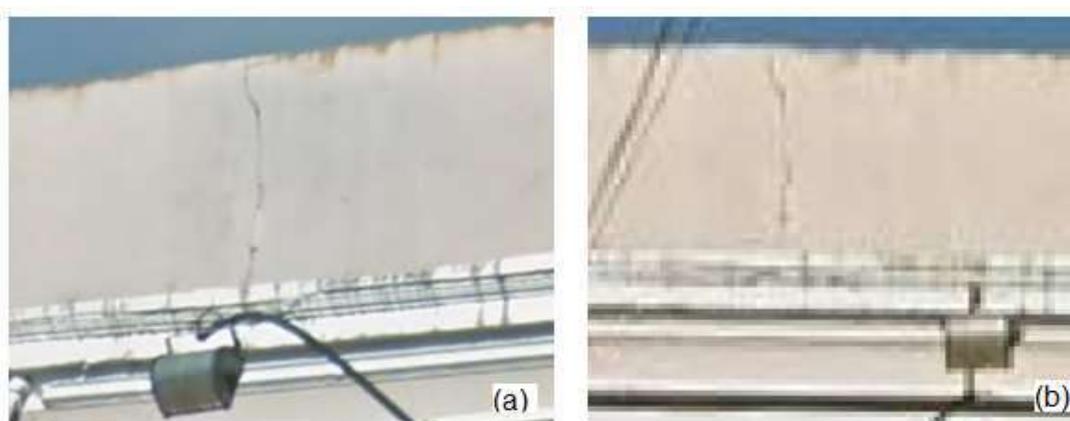


Figura 40. Ampliação feita na tela do aplicativo (a) ampliação na imagem capturada (b).

O *Street View* possibilitou a varredura inicial (levantamento preliminar) na amostragem e a preparação para o levantamento de campo, sendo uma ferramenta

que não dispense custos. Apesar das limitações da ferramenta, já descritas, a plataforma demonstra um alto potencial para avaliar as prováveis causas da evolução das manifestações patológicas, uma vez que é possível identificar as intervenções sofridas nas fachadas ao longo dos anos. Ainda, é possível identificar as manifestações patológicas que possuem maiores dimensões sendo ainda possível fazer uma análise generalizada do estado de conservação da fachada.

Desconsiderando a Estação Férrea, que não possui imagens no *Google Street View*, foi possível verificar que das quatorze fachadas remanescentes, quatro sofreram intervenções entre os anos de 2011 e 2019. Duas edificações passaram por reparos entre os anos de 2019 e 2022 e, oito não passaram por nenhum tipo de intervenção entre os anos de 2011 e 2022. Isso mostra que, mais da metade das fachadas estudadas não recebem manutenção por um período mínimo 10 anos (Figura 41).

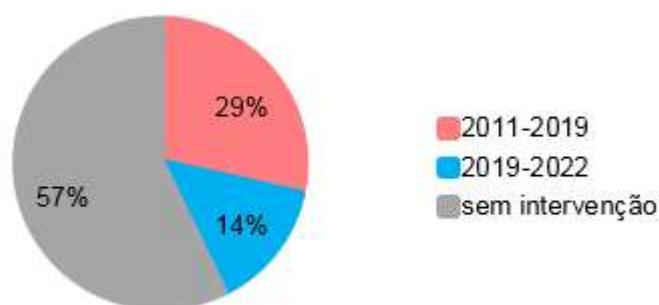


Figura 41. Intervenções de reparos de 2011 a 2022.

As Tabela 9, Tabela 10 e 11 trazem as imagens obtidas pelo *Street View* nos anos de 2011 e 2019, e, as imagens coletadas *in loco* no ano de 2022. Na Tabela 9 pode-se observar as edificações que passaram por processos de intervenção entre os anos de 2011 e 2019, sendo possível identificar que a principal manutenção sofrida, pelas edificações que receberam manutenção, foi a pintura.

A Tabela 10 apresenta duas imagens, da mesma edificação, que sofreu manutenção entre os anos de 2019 e 2022. É possível verificar que houve um maior grau de intervenção quando comparada ao grupo anterior, apresentado na Tabela 9, pois a edificação apresentava alto grau de deterioração do revestimento argamassado. Também foi possível identificar que foram reconstruídos os elementos da platibanda da edificação.

Tabela 9. Edificações que sofreram manutenção entre 2011 e 2019.

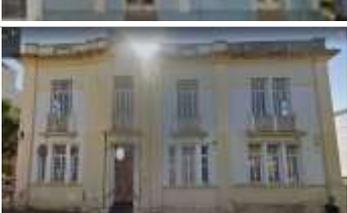
Fachada	2011	2019	2022
00016			
00027-F2			
00040			
00070			

Tabela 10. Edificações que sofreram manutenção entre 2019 e 2022.

Fachada	2011	2019	2022
00026-F1			
00026-F2			

Por fim, na Tabela 11 são apresentas as edificações que não sofreram nenhum tipo de intervenção entre os anos de 2011 e 2022. Através das imagens é visível o aumento da degradação.

Tabela 11. Fachadas sem manutenções entre os anos de 2011 e 2022.

Fachada	2011	2019	2022
00001-F1			
00001-F2			
00003-F1			
00003-F2			
00015			
00027-F3			
00039			
00041			

Através desta linha do tempo de imagens é possível identificar que existem edificações que passaram por intervenções que modificaram e descaracterizaram a fachada, como exemplo a edificação RS12-00026 (Sobrado 1920) e a fachada 3 da edificação RS12-00027 (Conjunto Comercial Casa Franke). Na primeira delas houve redução dos vãos das portas, o quais foram transformados em janelas, tendo também suas esquadrias substituídas. Enquanto na segunda delas houve uma ampliação de um dos vãos da porta. Ambas edificações foram mantidas na amostra visando avaliar se tais alterações causaram algum dano específico que possa ser avaliado no estudo.

Sabe-se da importância que o histórico de intervenções nas edificações faz em uma análise completa do estado de degradação, pois pode-se identificar uso de materiais e/ou técnicas construtivas inadequadas, além de, se tratando de residências inventariadas, a alteração dos elementos que compõem a edificação. Observa-se que uma grande vantagem da utilização das imagens obtidas pela plataforma *Street View* é a visualização da edificação em anos anteriores, independentemente das informações fornecidas pelos proprietários dos imóveis. Através desse conhecimento prévio é possível visualizar a evolução da degradação ao longo dos anos nas fachadas e acompanhar comportamento das manifestações patológicas.

#### 4.2. Mapa de Danos

Através do Mapa de Danos foram feitas representações gráfico-fotográfica, identificando as manifestações patológicas por meio de hachuras (Figura 42) e calculada a abrangência de danos das 15 fachadas. Todos as representações são apresentadas no Apêndice B.



Figura 42. Mapa de Danos Fachada RS12-00001- fachada 2.

A Figura 43 apresenta as manifestações patológicas mais recorrentes, sendo, respectivamente: manchas de umidade/mofo/bolor (53,9%), descolamento de pintura (27,0%), empolamento (13,1%), fissuras/trincas/rachaduras (2,5%), descolamento do reboco (2,3%) e vegetações (1,2%). As manchas de umidade/mofo/bolor são os danos mais recorrentes e, manifestados principalmente nos topos das fachadas, seguido da região próxima ao solo. Isso deve-se ao fato destas áreas apresentarem uma maior concentração de umidade, sendo no topo devido ao acúmulo de umidade nos elementos decorativos presentes nas fachadas e, na região próxima ao solo devido a infiltração por capilaridade. O descolamento da pintura foi a segunda manifestação patológica com maior incidência, estando presente principalmente nas regiões do topo, próximas ao solo e nas paredes. Esta manifestação patológica pode estar relacionada à evolução da manifestação patológica de umidade, quando não tratada, ou ainda causada pela má preparação da superfície ou aplicação de algum produto inadequado para a fachada.

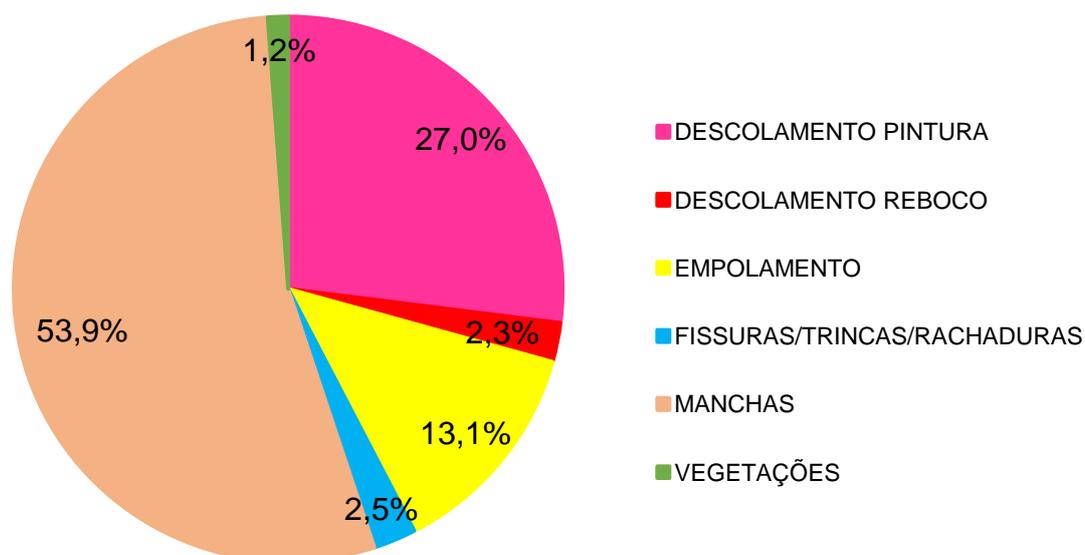


Figura 43. Abrangência de danos por manifestação patológica da amostra de 15 fachadas.

A Figura 44 traz a relação da abrangência dos danos de cada manifestação patológica de acordo com a orientação solar da fachada. Foi observado que as fachadas com orientações norte, leste e sul apresentam a manifestação patológica de manchas de umidade/mofo/bolor de forma mais significativa, apresentando um percentual entre 55,9, 52,7 e 84,4%, respectivamente. As fachadas com orientação solar oeste apresentaram um comportamento diferente, possuindo de forma mais predominante a manifestação patológica de descolamento de pintura (50,9%). Tal

condição pode estar relacionada ao fato de as fachadas com orientação solar oeste recebem incidência solar durante a tarde, em um período no qual as temperaturas são mais elevadas, especialmente no verão, estando mais propensas as manifestações patológicas de descolamento de pintura. As manifestações patológicas de descolamento de reboco, fissuras/trincas/rachaduras e de vegetações possuem pouca incidência em todas as orientações.

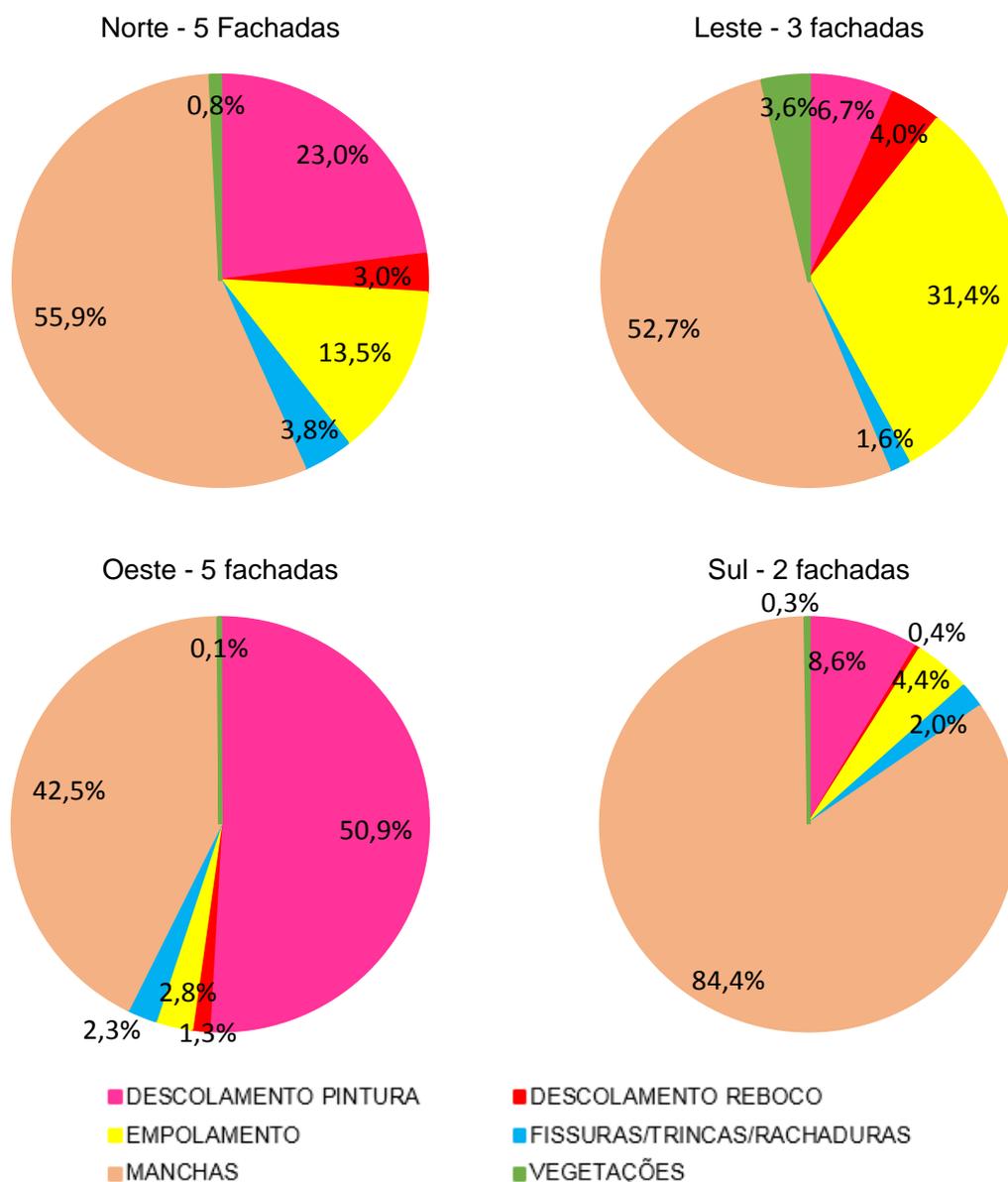


Figura 44. Abrangência de danos por orientação.

A fachada sul apresentou o maior percentual de manchas, isso decorre do fato das fachadas com esta orientação possuírem a menor taxa de incidência solar e, conseqüentemente, com maior retenção de umidade. As fachadas com orientação solar oeste e leste recebem incidência solar durante períodos específicos, pela manhã

e tarde, respectivamente. Porém, ambas fachadas possuem um elevado percentual de manchas de umidade/mofo/bolor, provavelmente decorrente da dificuldade de secagem das fachadas após a ação de intempéries. A manifestação patológica de descolamento de pintura, por sua vez, pode estar relacionada ao avanço da degradação da fachada, assim como incompatibilidade entre os materiais de pintura e substrato ou devido à falta de manutenção, tornando-se difícil relacionar o surgimento de tal dano com a orientação solar da fachada, uma vez que pode ter influência humana no surgimento dela. Tal fator pode ser corroborado quando confrontados os dados percentuais discrepantes entre as orientações solares leste e oeste, que recebem incidência solar de forma semelhante.

As manutenções sofridas pelas edificações também podem influenciar na análise comparativa entre as diferentes orientações solares, uma vez que danos como descolamento de pintura e de reboco, fissuras e vegetações são mais predominantes e intensos em fachadas que não recebem manutenções periódicas.

#### **4.3. Método de Mensuração da Degradação (MMD)**

Com os resultados obtidos com a aplicação do MMD, fez-se uma relação dos percentuais de danos identificados em cada fachada com a existência de manutenções sofridas nas fachadas das edificações a partir do ano de 2011, para avaliar se a existência destas ações influencia na intensidade dos danos. Ainda, os resultados obtidos nos Fatores de Danos foram agrupados por orientação solar da fachada, para avaliar a influência da incidência solar com a existência de danos. Por fim, a representação gráfica das fachadas analisadas foi apresentada no Anexo A desta dissertação.

A Figura 45 traz de o Fator de Danos (FD) de cada manifestação patológica em todas as fachadas da amostra, de maneira proporcional, sendo elas: manchas de umidade/mofo/bolor (47,5%), descolamento da pintura (29,5%), empolamento (11,8%), fissuras/trincas/rachaduras (7,7%), descolamento do reboco (2,6%) e vegetações (1,0%).

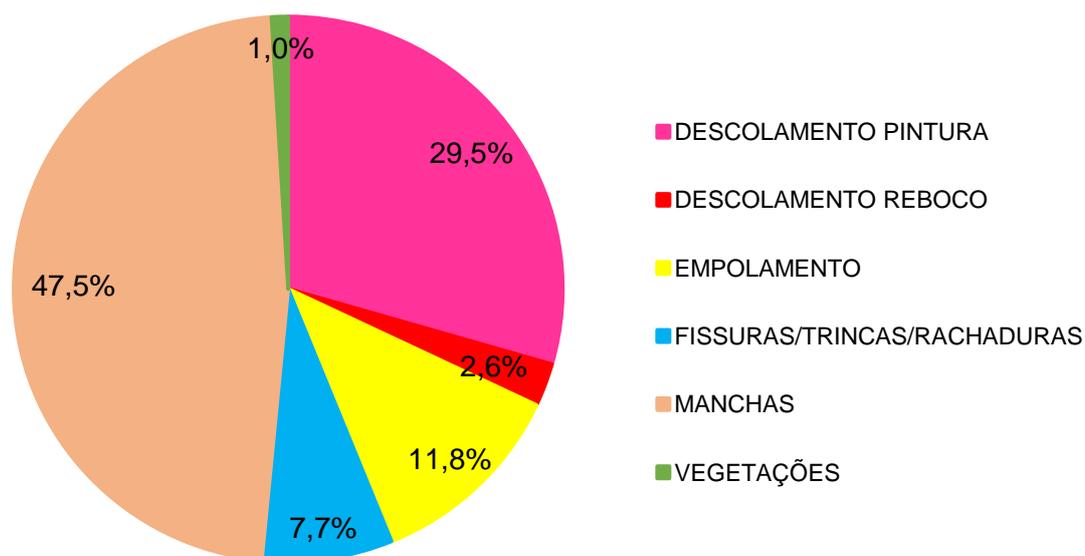


Figura 45. Fator de danos por manifestações patológicas - amostra total - MMD.

O estudo desenvolvido por Costa (2020), analisou, através do MMD, 69 fachadas de edificações inventariadas na cidade de Pelotas, no Sul do Rio Grande do Sul, também traz as manchas de umidade e descolamento de pintura como as principais manifestações patológicas nas fachadas de edificações. Em seu estudo, Barreto (2019) avaliou dez edificações históricas na cidade de Salvador, identificando também as manchas como a manifestação patológica de maior incidência.

Em seu estudo, Barreto (2019) caracteriza as fissuras em três grupos distintos: ao nível do revestimento, de grande amplitude e transpassantes. Esses três grupos foram somados e inseridos em “fissuras” para que os resultados pudessem ser comparados aos demais estudos. O mesmo ocorreu com a manifestação patológica identificada como “pulverulência” pela autora, as quais foram agrupadas em “empolamento”. Ainda, a autora não identificou destacamento de pintura em seu estudo. Costa (2020) desconsiderou as manifestações patológicas de vegetações durante a aplicação do MMD.

Na Figura 46 está a análise comparativa entre os resultados do presente estudo, de Barreto (2019) e Costa (2020), onde são analisados os Fator de Danos (FD) de cada manifestação patológica em toda a amostra, de maneira proporcional. No estudo de Barreto (2019) as manchas escuras também foram as de maior incidência, com percentual de 83,2% na amostra total, seguido da manifestação patológica de vegetações com 6,6%. Em Costa (2020), as manchas também são os

danos com maior representatividade, com 69,2%, seguido do destacamento de pintura, com 15,3%.

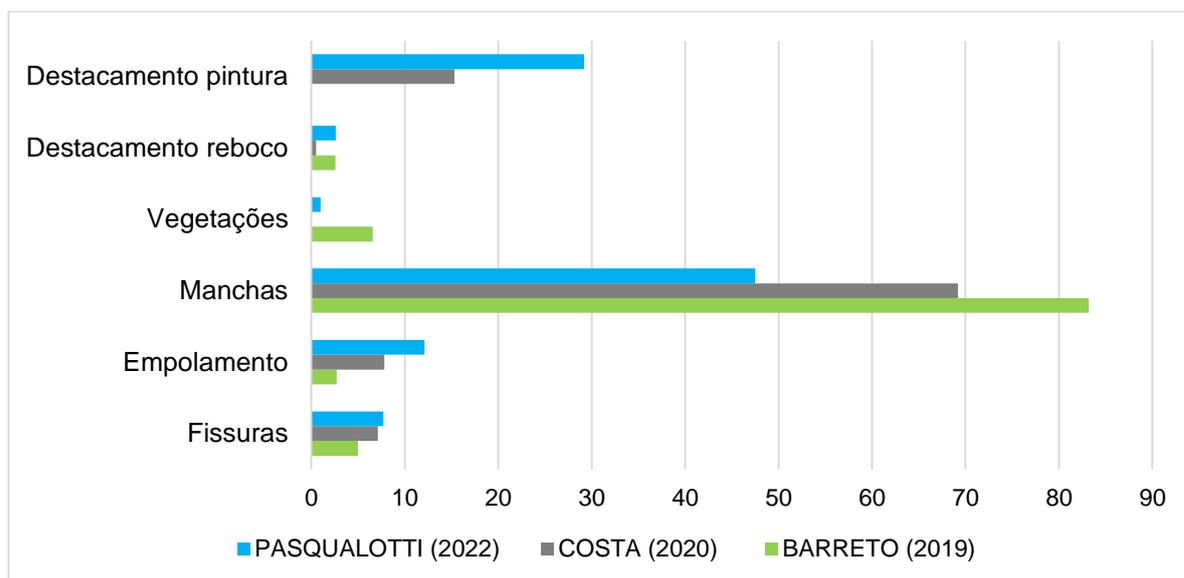


Figura 46. Comparativo de estudos de FD por manifestação patológica.

Com o cruzamento dos dados e, devido ao número total de fachadas avaliadas entre o presente estudo, o de Barreto (2019) e de Costa (2020), mesmo considerando as condições climáticas distintas de cada localidade, em todos a manifestação patológica de maior incidência foram as manchas de umidade/mofo/bolor. É possível identificar, também, que as primeiras manifestações patológicas a surgir nas fachadas, são as manchas de umidade. Ressalta-se, também, que a não correção destas manifestações podem evoluir em danos mais graves, como o descolamento de pintura e de reboco.

A Figura 47 faz a relação do FD entre o surgimento de cada manifestação patológica com a orientação solar da fachada. Foi observado que as orientações norte, leste e sul apresentam a manifestação patológica de manchas de umidade/mofo/bolor de forma mais significativa, apresentando um percentual entre 47,3, 50,5 e 79,8%, respectivamente. As fachadas com orientação solar oeste apresentaram um comportamento diferente, possuindo de forma mais predominante a manifestação patológica de descolamento de pintura (54,0%). As manifestações patológicas de descolamento de reboco e vegetações possuem pouca incidência em todas as orientações.

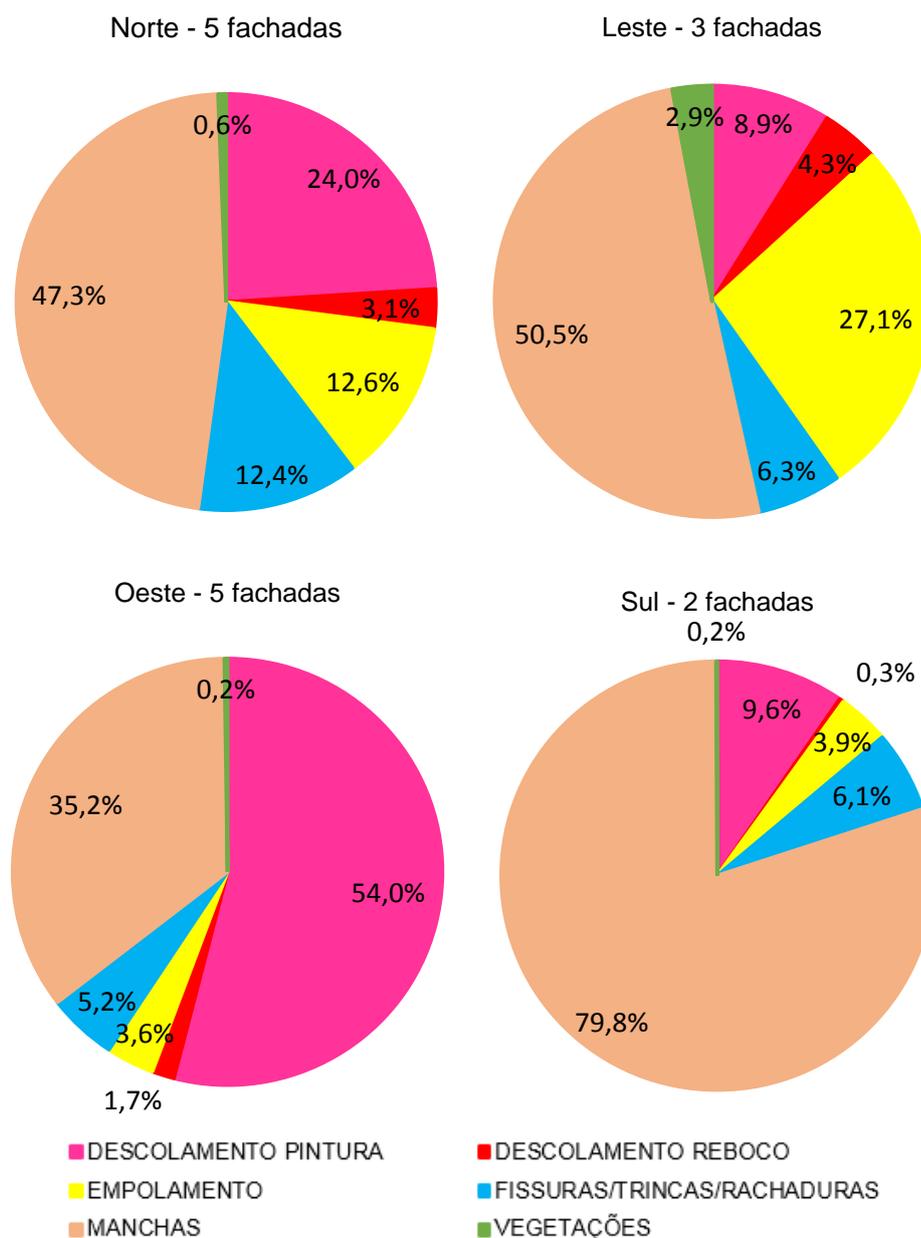


Figura 47. Fator de danos da manifestação patológica x orientação solar - MMD.

As fachadas com orientação solar Sul foram as que apresentaram um maior percentual de manchas de umidade/mofo/bolor, uma vez que as manchas são mais predominantes em fachadas com baixa exposição solar que retêm maiores concentrações de umidade. A fachada com orientação norte é a que possui uma maior incidência solar, entretanto apresentou percentuais semelhantes de umidade às de orientação leste. A orientação oeste apresentou de forma mais significativa o descolamento de pintura, que pode estar relacionada à grande exposição solar destas fachadas, acarretando na amplitude e dilatação térmica dos materiais, ainda, pode ser provocado por fatores humanos, devido à má preparação ou aplicação de produtos

inadequados para a superfície, dificultando a associação de seu surgimento com a orientação solar.

Foi calculada a média do FDt de cada grupo de fachada conforme a orientação solar. A média percentual foi semelhante entre todas as orientações, sendo o maior percentual médio obtido nas fachadas com orientação solar leste, sendo de 27,66%, seguido das orientações oeste, norte e sul em 24,96%, 20,37 e 20,11%, respectivamente.

A Figura 48 traz a relação do valor total médio do FDt das fachadas por orientação solar, comparando os resultados do presente estudo, com os de Barreto (2019) e Costa (2020). Barreto (2019) encontrou os maiores percentuais de FDt para todas as orientações solares. E, os valores de Costa (2020) se aproximam mais aos encontrados neste estudo, em especial a orientação solar norte.

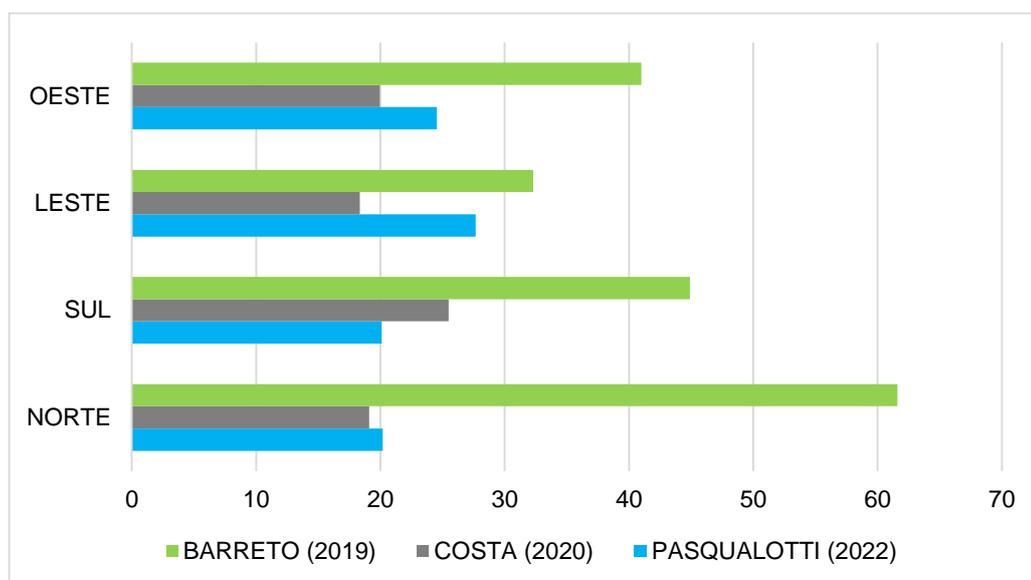


Figura 48. Comparativo de estudos entre FDt por orientação solar.

A Figura 49 apresenta o MMD da fachada RS12-00039 Casa de Chá Frau Hintz, com orientação solar oeste, a qual possui o descolamento de pintura como a manifestação patológica de maior incidência, assim como no grupo de fachadas com esta orientação.

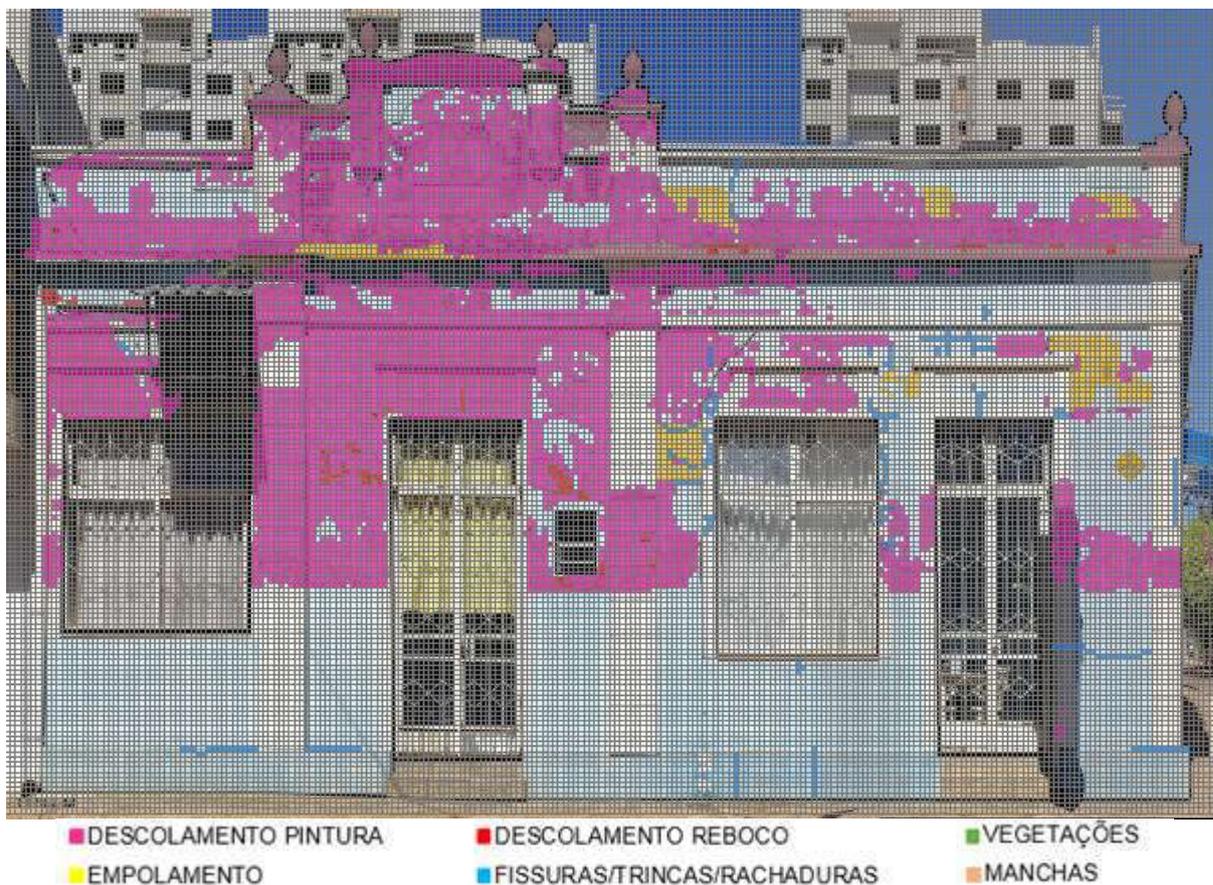


Figura 49. MMD da edificação RS12-00039.

A Figura 50 traz imagem da fachada RS12-00040, do Antigo Sobrado Hotel Moderno, com orientação solar norte. Esta fachada, possui a manifestação patológica de manchas de umidade/bolo/bolor com maior incidência, assim como ocorre nas demais com orientação norte, sul e leste.



Figura 50. MMD da edificação RS12-00040.

Por fim o MMD da edificação RS12-00015 (Figura 51) representa as fachadas com orientação sul. É possível observar a predominância de manifestações patológicas do tipo manchas de umidade/mofo/bolor.



Figura 51. MMD da edificação RS12-00015.

Pelas imagens obtidas através do *Street View* e pelo levantamento realizado *in loco* foi possível identificar quais edificações sofreram algum processo de manutenção entre o período de 2011 e 2022. Essa informação é relevante para a determinação da importância da manutenção nas fachadas frente ao surgimento de manifestações patológicas. Através das imagens do *Google Street View* foi observado que as intervenções sofridas nas fachadas foram limitadas, em sua maioria, à pintura. É possível identificar, na Figura 52, que as edificações que sofreram tal manutenção apresentam um Fator de Danos Total inferior àquelas que não passaram por nenhum tipo de reparo, sendo calculado o FDT médio para cada situação. As edificações que sofreram reparos entre 2011 e 2019 apresentaram um FDT médio de 8,34%, enquanto as com reparos entres os anos de 2019 e 2022 possuíram um FDT médio de 5,34%. Por fim, as fachadas sem manutenções apresentaram os piores índices de danos, possuindo um FDT médio de 36,27%.

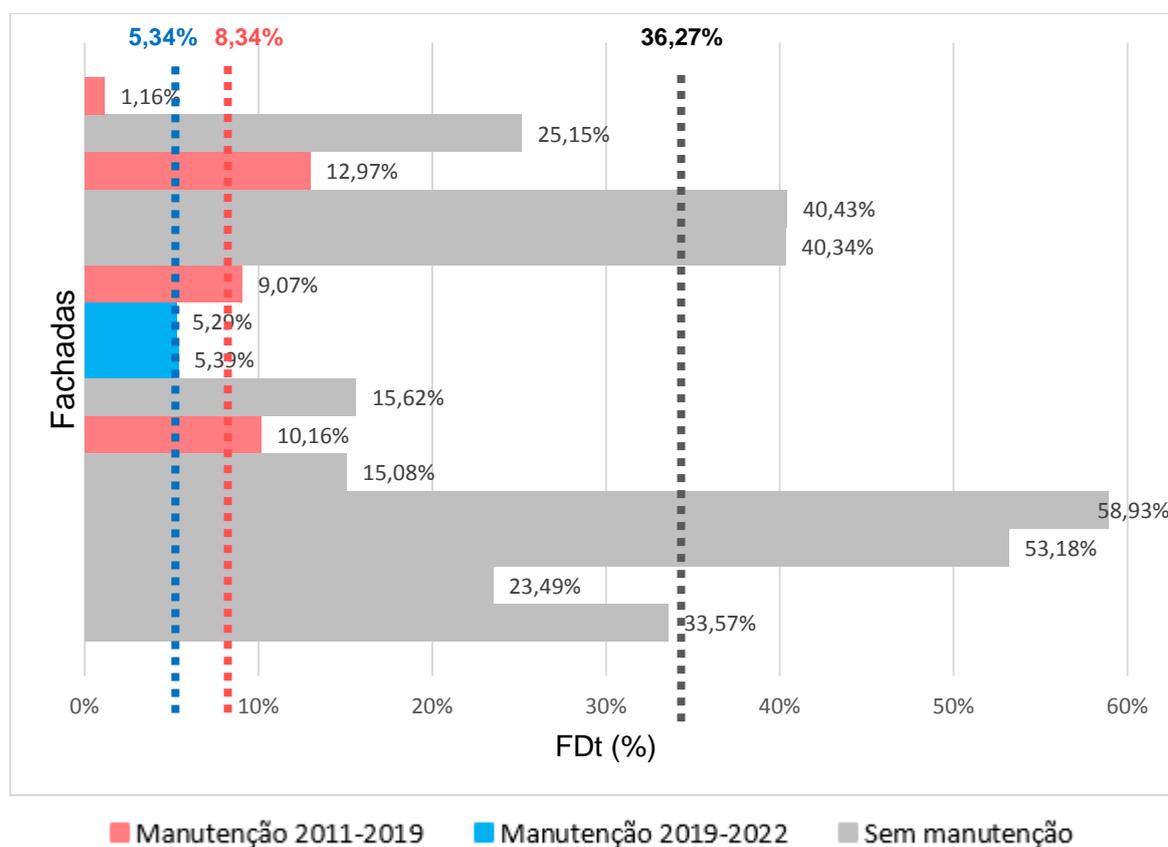


Figura 52. Fator de danos x manutenções sofridas - MMD.

Tal condição fica ainda mais evidente quando observado o Conjunto Comercial Casa Franke, o qual foi construído na década de 1920, possuindo a mesma orientação solar (leste) e idade semelhante. Através das imagens das fachadas com a aplicação do MMD é possível identificar que a fachada 2 (Figura 53), que sofreu intervenção entre os anos de 2011-2019 possui um FDt de 9,07%, muito aquém do FDt da fachada 3 (Figura 54) que não passou por nenhum tipo de intervenção entre estes anos, possuindo um FDt de 40,34%.

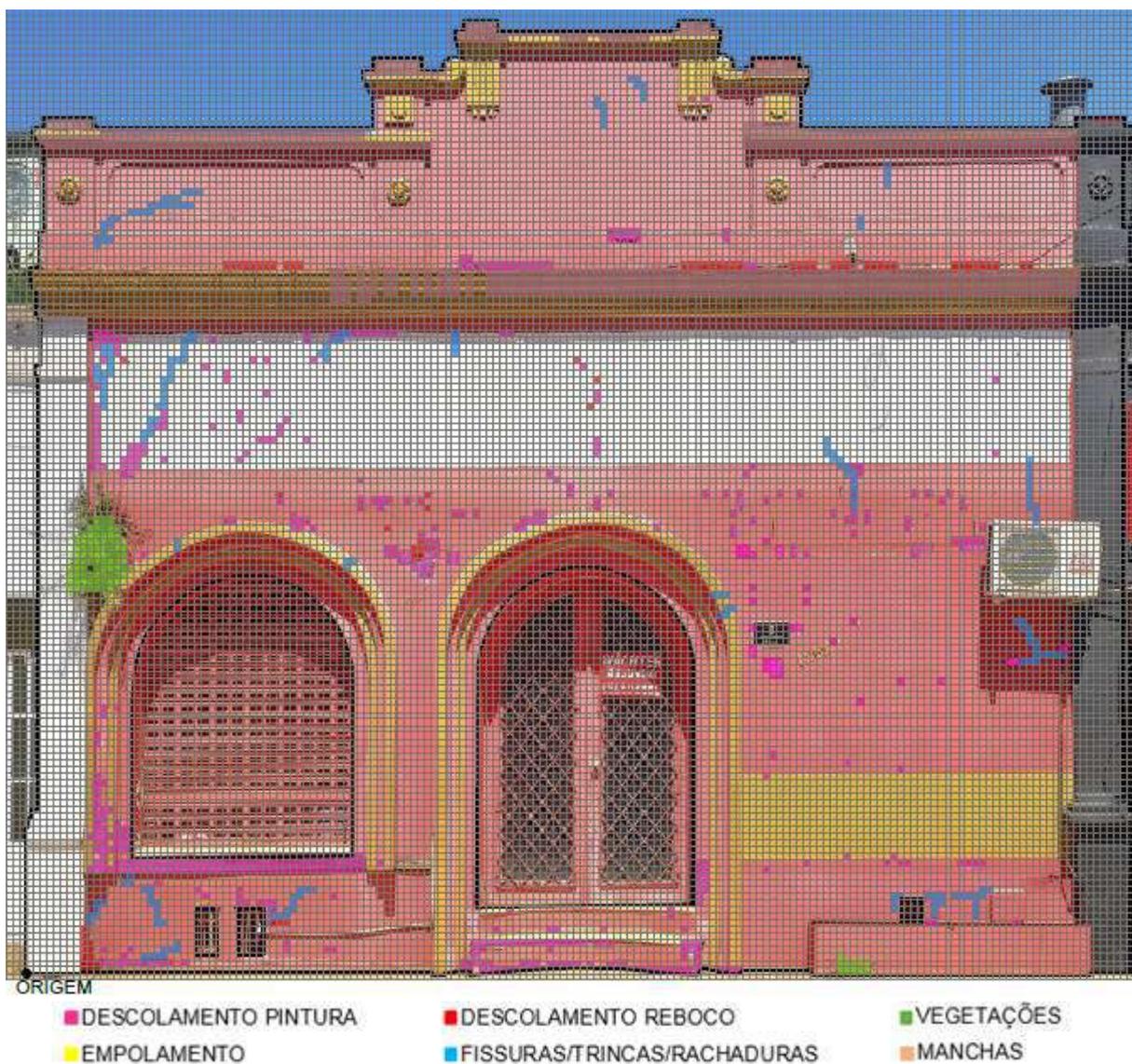


Figura 53. MMD da edificação RS12-00027 - fachada 2.



Figura 54. MMD da edificação RS12-00027 - fachada 3.

Quando comparados os dados do MMD de cada fachada do Conjunto Comercial Casa Franke (Figura 55), é possível observar que apesar das fachadas possuírem mesma orientação solar e idade de construção na década de 1920, as manifestações patológicas incidentes em cada fachada são diferentes. Enquanto a fachada 2, que recebeu manutenção entre os anos de 2011 e 2019 possui as manchas de umidade/mofo/bolor (4,54%) como dano de maior incidência, a fachada 3, que não recebeu manutenções durante um período de no mínimo 10 anos, o empolamento (21,30%) é a manifestação patológica mais representativa, seguida das manchas de umidade (13,01%). O cruzamento desses dados demonstra que, além da orientação solar, o período e qualidade da manutenção sofrida pela edificação influenciam severamente no surgimento e na intensidade das manifestações patológicas, pois ambas as fachadas possuem idade, materiais e técnicas construtivas semelhantes, além de mesma orientação solar.

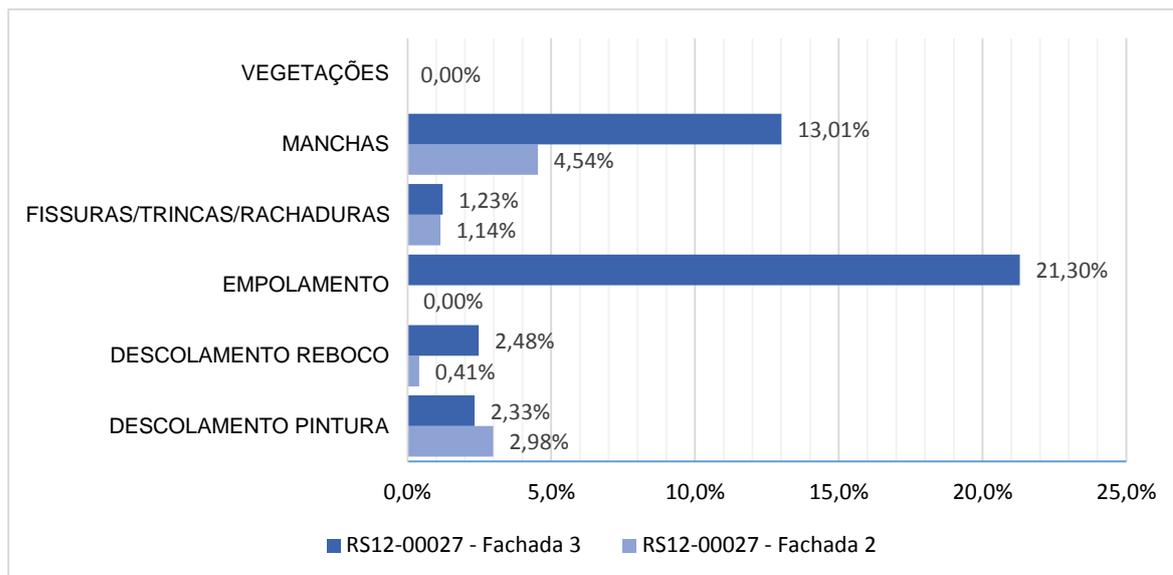


Figura 55. Dados do MMD das fachadas 2 e 3 da edificação RS12-00027.

Os valores do FDrc são obtidos através do percentual de FDr multiplicado por seu CCr, tal correção é necessária para compensar as diferenças de áreas das regiões. Neste cálculo são consideradas todas as manifestações contidas no espaço da malha, sendo assim, se existem sobreposições de manifestações patológicas será considerado apenas uma unidade. Portanto, caso existam muitas sobreposições de manifestações patológicas, o valor do FDrc será reduzido quando comparado ao FDt, caso os danos sejam pontuais e sem sobreposições, os valores se mantêm semelhantes.

A Figura 56 traz a relação do FDrc das 15 fachadas analisadas. Ao analisar a amostragem na íntegra, a região do topo é a que possui o maior número de manifestações patológicas (54,7%), seguido dos cantos e extremidades (18,5%), aberturas (12,3%), paredes contínuas (9,8%) e sacadas (4,5%). A região transição de pavimentos um valor baixo de danos, sendo pouco representativa (0,2%).

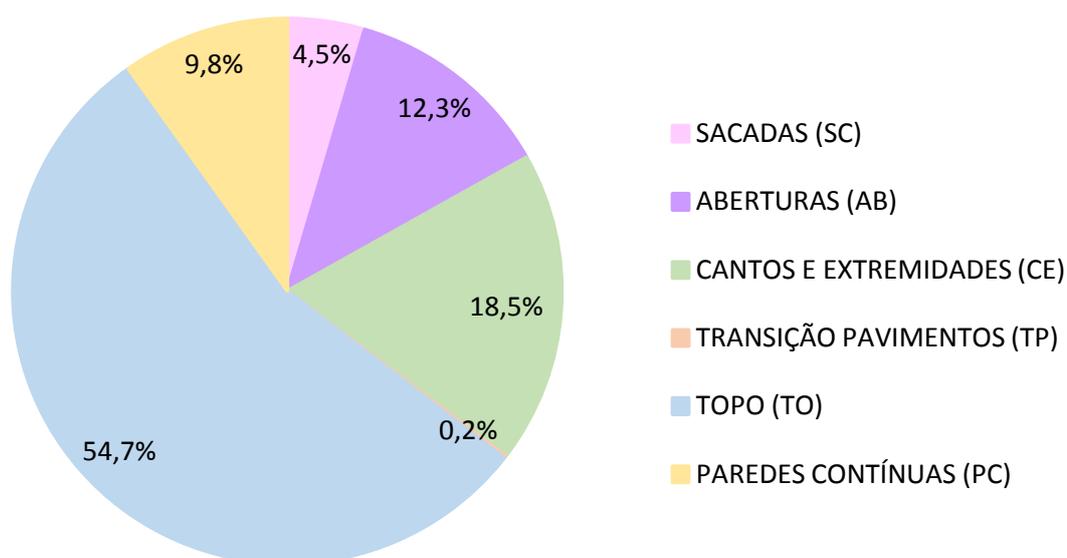


Figura 56. FDrc – amostra das 15 fachadas.

Em seu estudo, Barreto (2019) também especifica a região “solo”. Essa região, tanto no presente estudo como no de Costa (2020) foi considerada em “cantos e extremidades”, por isso o valor obtido neste estudo para a região será acrescentado em cantos e extremidade. Ainda, o estudo de Barreto (2019) não identifica danos na região de paredes contínuas e, o de Costa (2020) por possuir apenas edificações térreas não possui a região de transição de pavimentos.

Na Figura 57 está a análise comparativa entre os FDrc dos três estudos. O estudo desenvolvido por Costa (2020), traz percentuais bastante semelhantes aos identificados no presente estudo, sendo a região do topo maior incidência de danos, seguido dos cantos e extremidades, aberturas e paredes contínuas. O estudo de Barreto (2019) apresenta como região mais degradada os cantos e extremidades. O resultado do FDrc das aberturas possuiu resultado semelhante nos três estudos analisados. As divergências entre os resultados encontrados pelo estudo de Barreto (2019) estão relacionadas ao fato da cidade estudada pelo autor ser Salvador, possuindo condições climáticas completamente distintas às da região Sul do país.

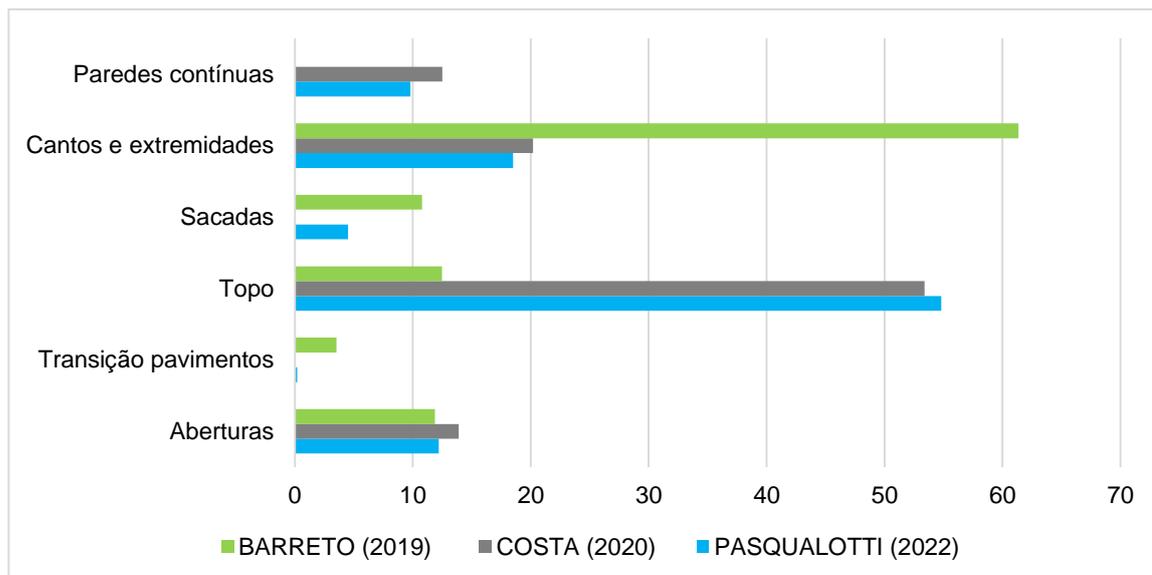


Figura 57. Análise comparativa entre autores do FDrc.

Também foi analisada a incidência de manifestação patológica em cada região da fachada de acordo com a orientação solar (Figura 58). Todas as orientações solares apresentaram, assim como na análise global das amostras, a região do topo com as maiores incidências de manifestações patológicas. Um dos fatores que justifica essa ocorrência está relacionado ao fato de que o topo das edificações possui, em sua grande maioria, ornamentos que podem acumular umidade, associado ao fato de ser uma área da fachada de difícil acesso, em função da altura, tornando os reparos mais onerosos e menos corriqueiros. Ainda, existe a possibilidade do entupimento das calhas, causado pela falta de manutenção, aumentando a umidade da região.

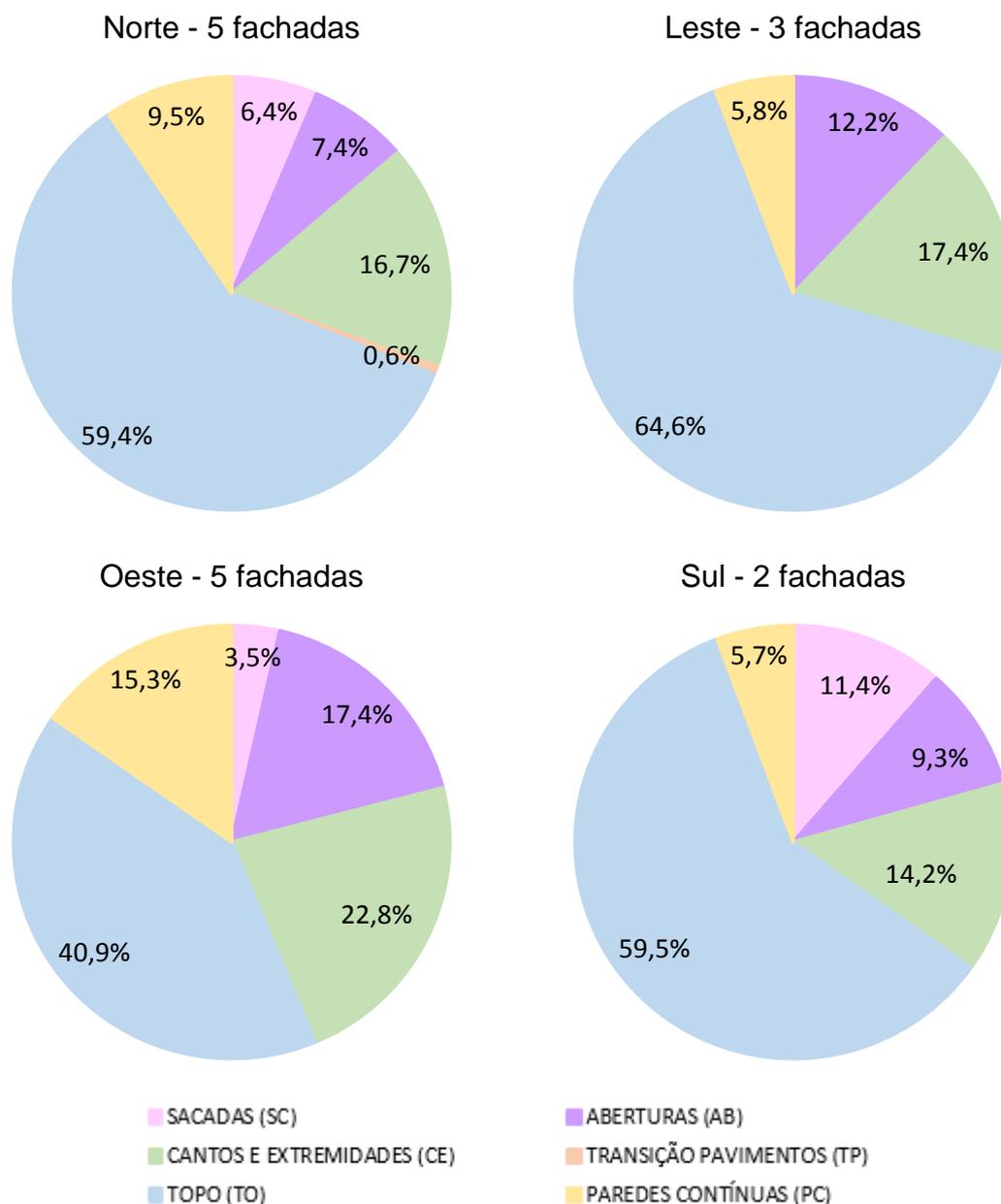


Figura 58. Fdrc por orientação solar.

Os cantos e extremidades também apresentaram grande incidência de manifestações patológicas. Essa região abrange os cantos externos e inferior da edificação, fazendo contato com outros imóveis e com o solo. A maior incidência de manifestações patológicas nessa região pode estar relacionada à umidade proveniente do solo, através da capilaridade, uma vez que, por se tratar de edificações históricas, possivelmente o sistema de impermeabilização não supre as necessidades da edificação.

A orientação oeste foi a que apresentou os valores mais distantes do restante da amostragem, possuindo percentual de danos na região do topo (40,9%), enquanto as demais apresentaram pouca variação no percentual dessa região, variando de 59,4% a 64,6%. Assim como no presente estudo, os dados desenvolvidos por Costa (2020) também trazem o topo como região com maior incidência de danos, em todas as orientações, com percentual variando entre 41,0% e 53,8%, seguido dos cantos e extremidades, com percentuais entre 17% e 30,5% entre todas as orientações.

Como exemplo dos casos expostos, na Figura 59 o MMD com os danos por regiões da edificação RS12-00039, com orientação solar oeste, demonstrando a incidência das manifestações patológicas em cada região. A fachada apresenta maior incidência de danos no topo, seguido das paredes contínuas, aberturas e cantos e extremidades.



Figura 59. MMD regiões da edificação RS12-00039.

#### 4.4. Edificações de esquinas

As edificações de esquina permitem desenvolver uma análise comparativa entre fachadas com diferentes orientações solares, porém que possuem as mesmas técnicas e materiais construtivos, a mesma data de construção e por fim, sofreram as mesmas intervenções durante a sua vida. Na amostragem existem três edificações localizadas nas esquinas de quadras, com orientações norte, oeste e leste.

As edificações RS12-00001 e RS12-00003 possuem fachadas com orientações leste/norte e oeste/norte, respectivamente e, não sofreram nenhum tipo de ação de manutenção entre os anos de 2011 e 2022. A edificação RS12-00026 possui fachadas com orientação solar oeste e norte, tendo passado por uma reforma de grande monta entre os anos de 2019 e 2022.

Na Figura 60 o Mapa de Danos da fachada 1 da edificação RS12-00001, com orientação solar leste e, na Figura 61 imagem da fachada 2, com orientação solar norte. Através dos Mapas de Danos é possível identificar que ambas as fachadas possuem uma elevada quantidade de manifestações patológicas. Quando calculada a abrangência dos danos, a fachada com orientação solar leste apresentou um percentual de 28,04%, enquanto a fachada com orientação norte apresentou uma abrangência inferior, de 17,16%.



Figura 60. Edificação RS12-00001, fachada 1, orientação solar leste - Mapa de Danos.



Figura 61. Edificação RS12-00001, fachada 2, orientação solar norte - Mapa de danos.

Com relação ao MMD, a fachada com orientação solar leste apresentou um percentual de FDT de 33,57%, enquanto a fachada de orientação norte obteve um FDT inferior, de 23,49%. A Figura 62 traz os dados do Fator de Danos (%) por manifestação patológica das duas fachadas. É possível observar que a fachada de orientação leste possui um percentual bastante elevado de manchas de umidade/mofo/bolor, quando comparada à de orientação norte. Tal condição pode estar relacionado à existência de árvores em frente a fachada leste, que dificultam a incidência solar sobre a fachada, provocando um aumento na retenção de umidade, enquanto a fachada norte não possui nenhum tipo de elemento que obstrua a incidência solar direta sobre ela.

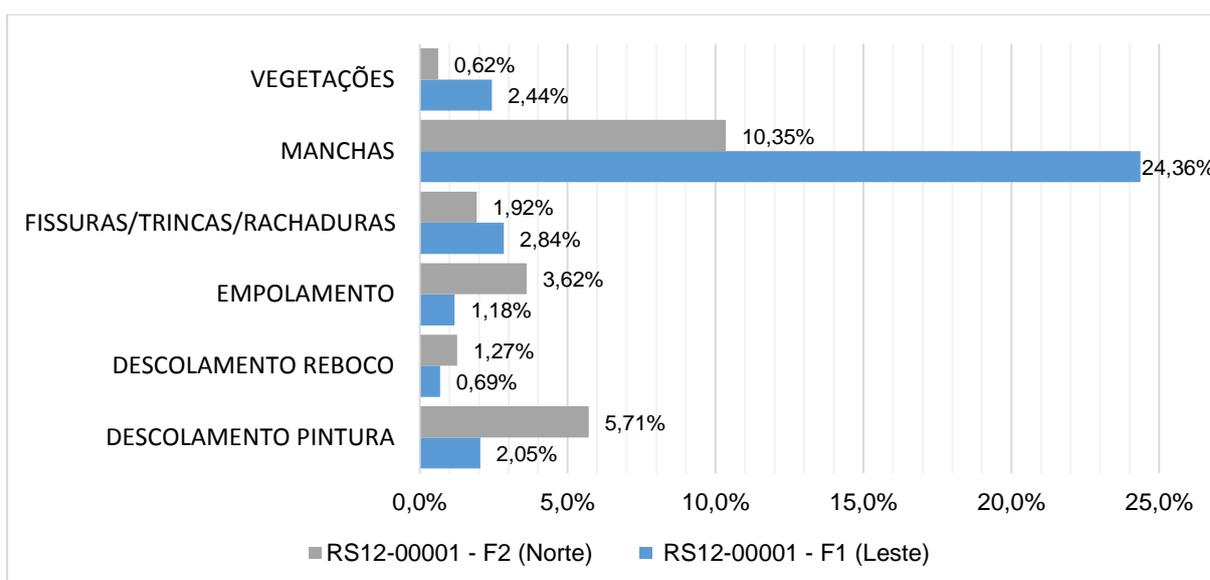


Figura 62. FD por manifestação patológica, fachada norte e leste da edificação RS12-00001.

Com relação à região de incidência das manifestações patológicas (Figura 63), é possível identificar que as duas orientações possuem, de maneira proporcional, valores percentuais semelhantes, sendo a região do topo a de maior incidência de danos em ambas as orientações, seguido da região dos cantos e extremidades. A maior divergência está relacionada às paredes contínuas, enquanto a orientação leste apresenta um percentual baixo (1,86%), a região norte possui um valor de 13,44%.

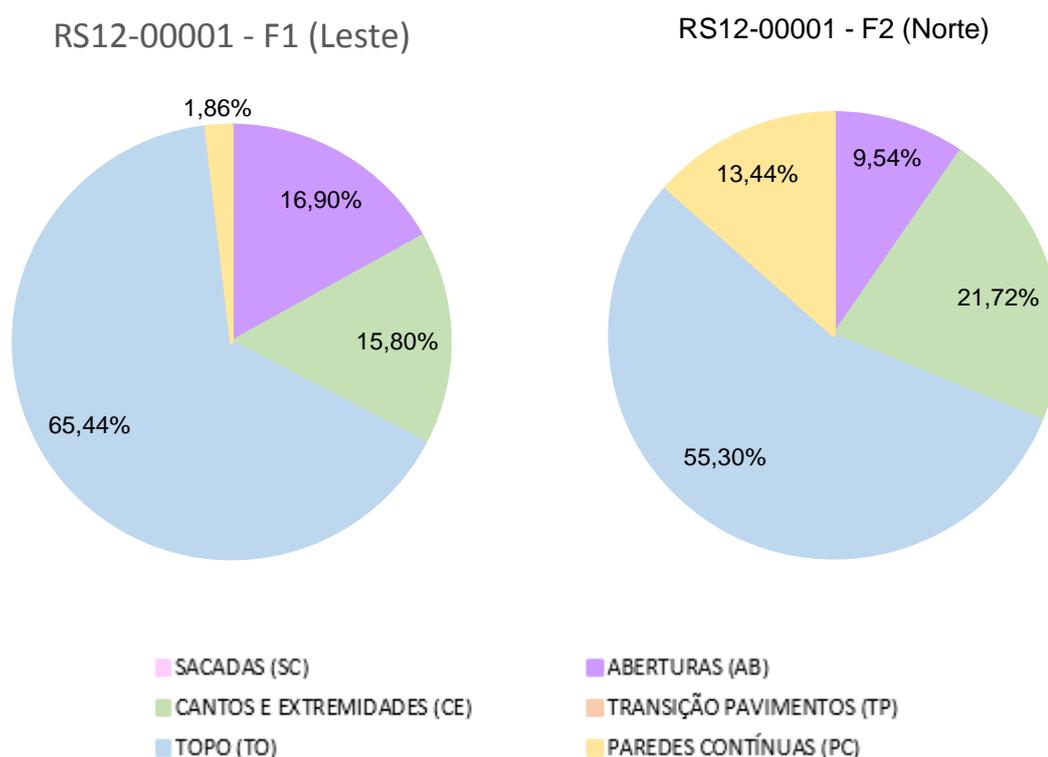


Figura 63. FDRc da fachada norte e leste da edificação RS12-00001.

A edificação RS12-00003 apresentou abrangência de danos bastante semelhante para a fachada oeste e norte, sendo de 37,88% e 44,47%, respectivamente. Cabe salientar que nenhuma das fachadas possui a presença de elementos que possam obstruir a incidência solar, como exemplo de árvores densas ou edificações próximas. A Figura 64 traz o Mapa de Danos da fachada 1, de orientação solar oeste e, a Figura 65 o Mapa de Danos da orientação norte. É possível identificar através das imagens que ambas fachadas se encontram bastante degradadas.



Figura 64. Edificação RS12-00003, fachada 1, orientação solar oeste - Mapa de Danos.



Figura 65. Edificação RS12-00003, fachada 2, orientação solar norte - Mapa de Danos.

No MMD a diferença percentual entre o FDt da fachada com orientação solar oeste (53,18%) a norte (58,93%) é pequena. Com relação a incidência de manifestações patológicas, a Figura 66 traz a relação em o FD de cada manifestação

patológica das duas orientações solares. É possível observar que em ambas, as manifestações de maior incidência então relacionadas ao surgimento de manchas de umidade/mofo/bolor e ao descolamento da pintura.

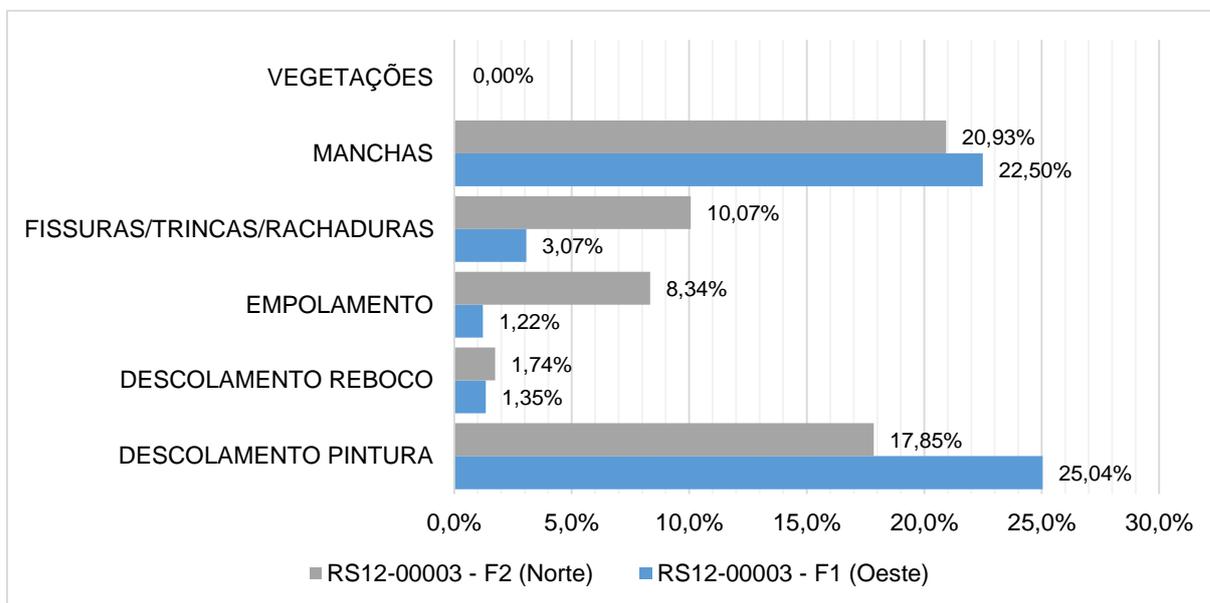


Figura 66. FD por manifestação patológica, fachada norte e oeste da edificação RS12-00003.

Em relação do FDRc, os valores percentuais proporcionais das duas fachadas foram bastante semelhantes, conforme apresentado na Figura 67. As regiões do topo, sacada e cantos e extremidades, foram as que apresentaram os maiores percentuais de manifestações patológicas, respectivamente.

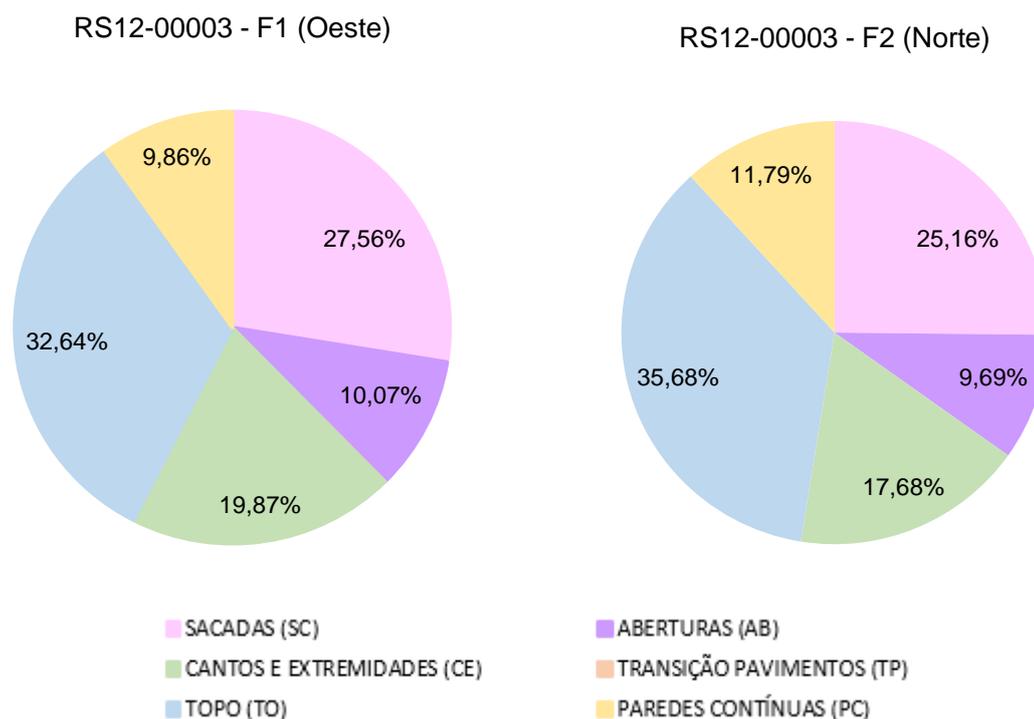


Figura 67. FDRc da fachada norte e oeste da edificação RS12-00003.

A edificação RS12-00026 recebeu manutenção entre os anos de 2019 e 2022 e se encontra em um ótimo estado de conservação, apresentando uma pequenas variação percentual com relação a abrangência de danos, sendo de 4,91% para a fachada de orientação solar oeste e de 5,15% para a orientação norte. Na Figura 68 está representado o Mapa de Danos da fachada de orientação oeste e na Figura 69 da fachada de orientação solar norte. As duas fachadas apresentam de forma mais relevante as manifestações patológicas de manchas de umidade/mofo/bolor e de fissuras. Cabe destacar que ambas fachadas estão livres de interferências que impeçam ou dificultem a incidência solar sobre estas.



- |                        |                               |              |
|------------------------|-------------------------------|--------------|
| ■ DESCOLAMENTO PINTURA | ■ DESCOLAMENTO REBOCO         | ■ VEGETAÇÕES |
| ■ EMPOLAMENTO          | ■ FISSURAS/TRINCAS/RACHADURAS | ■ MANCHAS    |

Figura 68. Edificação RS12-00026, fachada 2, orientação solar oeste - Mapa de Danos.



- |                        |                               |              |
|------------------------|-------------------------------|--------------|
| ■ DESCOLAMENTO PINTURA | ■ DESCOLAMENTO REBOCO         | ■ VEGETAÇÕES |
| ■ EMPOLAMENTO          | ■ FISSURAS/TRINCAS/RACHADURAS | ■ MANCHAS    |

Figura 69. Edificação RS12-00026, fachada 2, orientação solar norte - Mapa de Danos.

Em relação aos dados obtidos através do MMD, as duas fachadas apresentaram um FDT bastante semelhante, sendo de 5,39% para a fachada oeste e de 5,29% para a fachada norte. Quanto ao FD por manifestação patológica, é possível identificar que as manchas de umidade/mofo/bolor possuem a maior incidência em ambas as fachadas, com percentuais bastante semelhantes (Figura 70). A manifestação patológica de descolamento de pintura foi identificada apenas na fachada com orientação norte, porém com um percentual baixo.

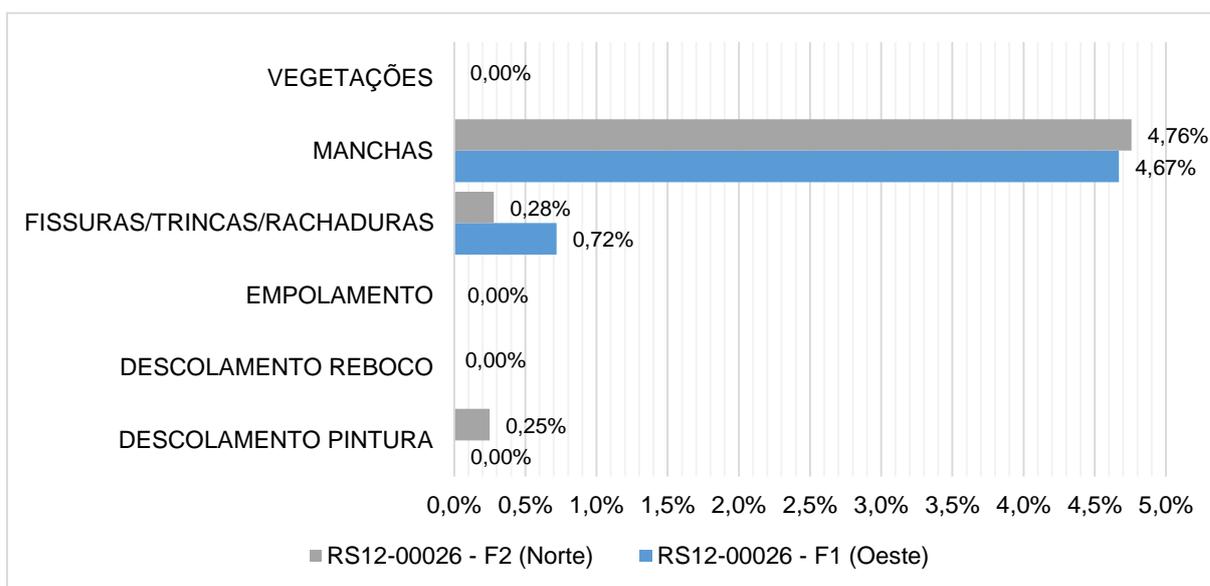


Figura 70. FD por manifestação patológica, fachada norte e oeste da edificação RS12-00026.

Em relação do FDRc, os valores percentuais proporcionais das duas fachadas foram bastante semelhantes, conforme apresentado na Figura 71. A região do topo foi a que apresentou o maior percentual de incidência de manifestações patológicas de forma significativa, com valores de 92,56% para orientação oeste e de 89,63% para a norte. Os cantos e extremidades foram a segunda região de maior incidência em ambas orientações, seguido das paredes contínuas.

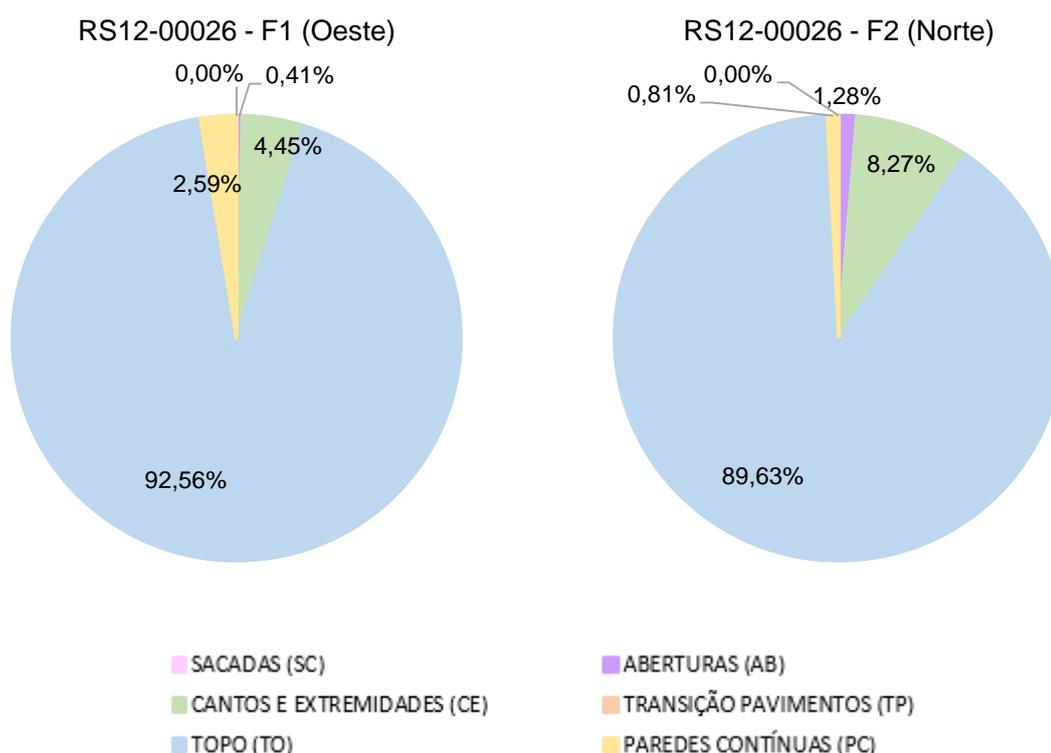


Figura 71. FDRc da fachada norte e oeste da edificação RS12-00026.

Tendo como base as edificações de esquina, com exceção da edificação RS12-00001, as demais apresentaram resultados bastante semelhantes para os tipos de manifestações patológicas existentes, a abrangência de danos, o Fator de Danos total e para o percentual de incidência em cada região da fachada. A edificação que apresentou os resultados mais divergentes entre as orientações solares possui em frente a fachada leste uma árvore com grandes dimensões, que impede a incidência solar de forma satisfatória, condição que pode provocar o surgimento de diferentes manifestações patológicas entre as duas fachadas, além de intensificá-las.

Entre as três edificações analisadas, todas possuíam uma fachada com orientação solar norte. Fazendo uma análise comparativa entre os resultados tanto dos dados obtidos através do Mapa de Danos, quanto do MMD (Tabela 12), observa-se uma grande discrepância entre eles, sendo a abrangência de danos de cada uma das fachadas de 5,15%, 17,16% e 44,47%. Para os resultados do FDt, os valores foram de 5,29%, 23,49% e 58,93%. Tais dados são tendenciosos a afirmativa de que a intensidade dos danos existentes na fachada estão mais relacionados à frequência e qualidade das ações de manutenções sofridas pela fachada do que a relação com a orientação solar desta.

Tabela 12. Abrangência de danos e FDt das fachadas com orientação solar norte.

<b>Edificação</b>	<b>Abrangência de danos (%)</b>	<b>FDt (%)</b>
RS12-00001	17,16%	23,49%
RS12-00003	44,47%	58,93%
RS12-00026	5,15%	5,29%

#### **4.5. Análise comparativa Mapa de Danos X Método de Mensuração da Degradação (MMD)**

O Mapa de Danos e o MMD são duas metodologias que permitem avaliar o estado de degradação das fachadas a partir de princípios semelhantes. Ambos necessitam de representações gráficas das manifestações patológicas e permitem a avaliação da abrangência dos danos (Mapa de Danos) e do Fator de Danos (MMD) através do cálculo da área da manifestação patológica pela área total da amostra.

O MMD permite, através das imagens, visualização e análise mais claras quando comparado ao Mapa de Danos, uma vez que as manifestações patológicas são identificadas através de uma malha com medidas pré-estabelecidas. No Mapa de Danos, por sua vez, a análise é mais subjetiva, dado que as manifestações patológicas são representadas por polígonos, com medida variáveis e indefinidas. Essa diferença entre os métodos faz com que algumas manifestações patológicas tenham maior variação percentual, sendo mais evidente em relação às fissuras. Quando confrontados os dados desta manifestação patológica da abrangência total de danos e do FDt, o primeiro apresentou um percentual de abrangência de 2,5%, enquanto o segundo apresentou o FDt de 7,7%.

Apesar da divergência entre o cálculo da área dos danos, a diferença percentual da abrangência de danos total da fachada e do Fator de Danos total é pequena, conforme exposto na Tabela 13, sendo os valores apresentados para ambas as metodologias são bastante semelhantes.

Tabela 13. Abrangência de danos X Fdt.

<b>Fachada</b>	<b>Abrangência</b>	<b>Fdt</b>
<b>RS12-00001 - F1</b>	28,04%	33,57%
<b>RS12-00001 - F2</b>	17,16%	23,49%
<b>RS12-00003 - F1</b>	37,88%	53,18%
<b>RS12-00003 - F2</b>	44,47%	58,93%
<b>RS12-00015</b>	12,43%	15,08%
<b>RS12-00016</b>	7,36%	10,16%
<b>RS12-00021</b>	14,02%	15,62%
<b>RS12-00026 - F1</b>	4,91%	5,39%
<b>RS12-00026 - F2</b>	5,15%	5,29%
<b>RS12-00027 - F2</b>	7,02%	9,07%
<b>RS12-00027 - F3</b>	35,69%	40,34%
<b>RS12-00039</b>	36,30%	40,43%
<b>RS12-00040</b>	11,81%	12,97%
<b>RS12-00041</b>	22,63%	25,15%
<b>RS12-00070</b>	0,67%	1,16%

Apesar do Mapa de Danos ser amplamente difundido, o MMD pode ser considerado um método de avaliação de danos mais completo, pois possibilita identificar quais regiões da fachada possuem maior incidência de manifestações patológicas. O MMD também permite a replicação dos estudos, uma vez que existe uma padronização dos elementos gráficos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões obtidas através dos resultados e discussões expostos e sugestões para trabalhos futuros.

### 5.1. Conclusões

As edificações inventariadas pelo município de Santo Ângelo fazem parte do patrimônio histórico da cidade, representando parte de sua história. A manutenção destas edificações contribui para compreender a história de vida e da cultura que elas simbolizam. Para isso é necessário a adoção de um programa adequado de manutenção preventiva, sendo necessário realizar um acompanhamento da deterioração dos componentes construtivos da edificação, através da catalogação e acompanhamento da evolução das manifestações patológicas. Este trabalho teve como objetivo investigar o estado de degradação das fachadas de edificações inventariadas pelo município de Santo Ângelo/RS, através da aplicação do Mapa de Danos e do Método de Mensuração da Degradação. Ainda, o estudo buscou ferramentas *online* que pudessem auxiliar na investigação das manifestações patológicas ao decorrer dos anos, utilizando, para tanto, o *Google Street View*.

Com a aplicação do Mapa de Danos nas imagens obtidas *in loco*, foi observado que a manifestação patológica de maior incidência são as manchas de umidade/mofo/bolor (53,9%), estando presentes principalmente nos topos das fachadas e regiões próximas ao solo. Essa condição pode estar relacionada ao maior acúmulo de umidade no topo das fachadas em decorrência dos elementos decorativos e, próximas ao solo, devido à infiltração de umidade por capilaridade, quando inexistentes porões de ventilação através de gateiras. O descolamento da pintura também teve um percentual representativo nas fachadas (27,0%), estando presente principalmente nas regiões do topo, próximas ao solo e paredes. Tal manifestação patológica pode estar relacionada a evolução da manifestação patológica de umidade não tratada, causada pela má preparação das superfícies, ou uso de produtos inadequados, ou ainda, devido a exposição solar destas fachadas, acarretando na amplitude e dilatação térmica dos materiais. As fachadas com orientação solar sul (84,4%), que possuem a menor taxa de incidência solar, apresentaram o maior percentual de manifestação patológica de manchas de umidade/mofo/bolor.

Os resultados obtidos com a aplicação do Método de Mensuração da Degradação são bastante semelhantes aos apresentados pelo Mapa de Danos. A amostra total de 15 edificações apresentou a manifestação patológica de manchas de umidade/mofo/bolor de forma mais incidente (47,5%), seguido do descolamento de pintura (29,5%). Além disso, com as imagens obtidas pelo *Street View* foi possível estabelecer uma relação entre o Fator de Danos total médio das fachadas com a existência de manutenções periódicas nas edificações. Aquelas edificações que sofreram reparos entre os anos de 2019 e 2022 apresentaram um FDt de 5,34%, enquanto as que passaram por manutenções entre os anos de 2011 e 2019 apresentaram um FDt de 8,34%. Por fim, as fachadas sem manutenções apresentaram os piores índices de danos, possuindo um FDt médio de 36,27%.

Foi observado que o topo é a região que possui a maior incidência de danos, possuindo o maior percentual de Fator de Danos da região corrigido, FDrc (54,7%), seguido dos cantos e extremidades (18,5%), aberturas (12,3%), paredes contínuas (9,8%), sacadas (4,5%) e transição de pavimentos (0,2%). Assim como no resultado da análise global das fachadas, todas as orientações solares apresentaram o topo como a região com maior incidência de danos. Tal fato pode estar relacionado a existência de ornamentos nos topos das fachadas, característica típica da época das construções, que propicia o acúmulo de umidade, além de ser uma região mais alta que, portanto, recebe menos manutenção que as demais regiões.

Quando comparados os resultados obtidos com a aplicação do Mapa de Danos e Método de Mensuração da Degradação, é possível observar resultados percentuais bastante semelhantes de abrangência de danos e Fator de Danos. Entretanto, o MMD permite, através das imagens, visualização e análise mais claras quando comparado ao Mapa de Danos, uma vez que as manifestações patológicas são identificadas através de uma malha com medidas pré-estabelecidas. No Mapa de Danos, por sua vez, a análise é mais subjetiva, dado que as manifestações patológicas são representadas por polígonos, com medidas variáveis e indefinidas. Essa diferença entre os métodos faz com que algumas manifestações patológicas tenham uma maior variação percentual, sendo mais evidente em relação às fissuras. Quando confrontados os dados desta manifestação patológica da abrangência total de danos e do FDt, o primeiro apresentou um percentual de abrangência de 2,5%, enquanto o segundo apresentou o FDt de 7,7%. Ainda, o MMD permite uma análise mais

abrangente, quando permite identificar a região com a maior incidência de manifestações patológicas.

Através da análise das três edificações localizadas em esquinas, que possuem fachadas com orientações solares diferentes, porém apresentam os mesmos materiais e técnicas construtivas, além de receberem as manutenções nas mesmas épocas e de forma igual, foi possível identificar que, a frequência e a qualidade das manutenções realizadas nas edificações influenciam de forma mais significativa na incidência das manifestações patológicas do que a orientação solar. As três edificações apresentaram resultados semelhantes, com exceção da edificação RS12-00001, que possui em frente a uma das fachadas uma árvore de grande porte, sombreando a fachada desta e impossibilitando a incidência solar de forma adequada, condição que pode provocar a discrepância entre os resultados. Tal dado é corroborado com o resultado obtido através da análise da edificação RS12-00027, que possui mesma orientação solar, porém os trechos da fachada sofreram manutenções em períodos distintos, o que provocou manifestações patológicas distintas entre elas.

Com o estudo foi possível concluir que, além da orientação solar, o período e qualidade da manutenção sofrida pela edificação influenciam severamente no surgimento e na intensidade das manifestações patológicas, assim como o entorno da edificação, quando este pode gerar sombreamento sobre as fachadas, impedindo a incidência solar sobre esta. Observou-se, também, que edificações que possuem idades próximas, materiais e técnicas construtivas semelhantes, além de mesma orientação solar, apresentam resultados de degradação completamente distintos, no que diz respeito as manifestações patológicas identificadas e ao grau de deterioração, corroborados pela existência, ou não, da manutenção em sua fachada.

O *Street View* mostrou-se uma ferramenta bastante promissora no desenvolvimento do estudo, uma vez que, por ser de fácil acesso e gratuita, possibilitou a varredura inicial na amostragem, auxiliando na preparação para o levantamento em campo, com um baixo custo. Também demonstrou um alto potencial para avaliação das prováveis causas da evolução das manifestações patológicas, uma vez que é possível identificar as intervenções sofridas nas fachadas ao longo dos anos, podendo também identificar através da ferramenta as manifestações patológicas com maiores dimensões, possibilitando uma análise generalizada do estado de conservação da fachada.

## **5.2 Sugestões para trabalhos futuros**

Considerando a importância da manutenção das edificações com interesse histórico e, tendo sido identificada a relação entre as manutenções sofridas pelas edificações com seu estado de degradação, seguem sugestões para trabalhos futuros:

1. Realizar este levantamento em outras cidades do estado do RS, a fim de comparar as diferentes regiões e assim criar um modelo de degradação.
2. Ampliar o estudo do uso do Street View, aplicando em diferentes cidades, tipos de edificações, entre outros. Também buscar outras ferramentas online que permitam o uso para controle de manutenção de edificações.

## Referências Bibliográficas

ADONIAS, 1993. Créditos da imagem digitalizada: **Arquivo da Superintendência Regional do IPHAN no Rio Grande do Sul**. O original encontra-se na Mapoteca do Palácio Itamaraty, no Rio de Janeiro.

ALVES, C. A. S. **O Caminho das Missões e seus peregrinos: Nova modalidade de produtos turísticos na Região das Missões**. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais). Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

ANDRADE, E. C. S. Aplicação de uma Ferramenta de Banco de Dados para Apoio aos Trabalhadores da Engenharia Diagnóstica. **XX Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias (COBREAP)**. IBAPE, 2019.

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 revestimentos de fachadas em Brasília - sistematização da incidência de casos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília. Distrito Federal, 2010. 178p.

APPLETON, J. Reabilitação de edifícios antigos. Patologia e tecnologias de intervenção. Alfragide Amadora: Ed. Orion, 2003.

ARAUJO, A. T. O. **Estudo das alvenarias de edificações históricas- arquitetura religiosa - do período colonial, no Rio Grande do Norte, com ênfase no sistema construtivo, manifestações patológicas e aplicação da matriz GUT**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018. 195f.

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**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pelotas, 2016. 119f.

BALLESTEROS, R. D.; LORDSLEEM JUNIOR, A. C. Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) para inspeção de manifestações patológicas em fachadas com revestimento cerâmico. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 119-137, 2021.

BARBOSA, M. T.; SILVA, B. M. D.; COURA, C. V. G. A importância dos serviços de manutenção no patrimônio histórico. Cine Theatro Central, Palacete Santa Mafalda e Fórum da Cultura em Juiz de Fora. **Arquitextos**, São Paulo, ano 18, n. 205.04,

Vitruvius, jun. 2017 <<http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/17.205/6591>>. Acesso em 22 jun. 2021.

BARTHEL, C.; LINS, M.; PESTANA, F. O papel do Mapa de Danos na conservação do patrimônio arquitetônico. **1er. Congresso Iberoamericano y VIII Jornada “Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio**. 10 y. La Plata, Buenos Aires, Argentina, 2009.

BARRETO, J. S. **Estudo da Degradação das Fachadas de Edificações Históricas da Cidade de Salvador-BA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2019.

BAUER, E.; LOPES, A.; MORA, L. Metodologia de quantificação da degradação de fachadas. **V Congresso Internacional na “Recuperação, Manutenção e Restauração de Edifícios”**. CIRMARE, 2020

BIBLIOTECA NACIONAL. Catálogo Digital. Cartografia – Catálogo de Mapas. Mapas antigos. Coleção Morgado de Mateus (CMM). Missão de S. Miguel, **Planta da Missão de São Miguel Arcanjo**. Localização: 049, 05, 009, n. 11 Manuscritos. Rio de Janeiro.

BOLDO, P. **Análise Quantitativa de Estruturas de Concreto Armado de Edificações no Âmbito do Exército Brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília. Brasília, Distrito Federal, 2002, 295 p.

BRAGA, I. C.; BRANDÃO, F. S.; RIBEIRO, F. R. C.; DIÓGENES, A. G. Aplicação da Matriz GUT na análise de manifestações patológicas em construções históricas, Revista **ALCONPAT**. e.9 n.3, p. 320 – 335, 2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF. 5 de Outubro de 1998. <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em 23 jul. 2021.

BRASIL. **Decreto-Lei N° 25, de 30 de Novembro de 1937**. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Brasília, DF. <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del0025.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0025.htm)>. Acesso em 22 jul. 2021.

BRITO, M.; ESPADANDIN, C. A. 7 povos: retratos de um território. Brasília, DF. IPHAN, 2019.

BROMM, Katherine N.; LANG, Ian-Marshall; TWARDZIK, Erica E.; ANTONAKOS, Cathy; DUBOWITZ, Tamara; COLABIANCHI, Natalie. Virtual audits of the urban streetscape: comparing the inter-rater reliability of GigaPan® to Google Street View. **International Journal of Health Geographics**. 19, 31 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12942-020-00226-0>

CARBALLAL JUNIOR, L. **Manifestações patológicas em edificações na Região Metropolitana do Recife: levantamento e análise de materiais e métodos de reparo ou reforço estrutural**, 2019, 200 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2019, 200p.

CARVALHO, C. S. R. de. Conservação preventiva de edifícios e sítios históricos: pesquisa e prática. *Revista CPC*, n. 18, dez. 2014/abr. 2015, p. 141-153 <[www.revistas.usp.br/cpc/article/download/88655/92657](http://www.revistas.usp.br/cpc/article/download/88655/92657)>. Acesso em 22 jun. 2021.

CARVALHO, G. B. de. **Proposta para representação gráfica de mapas de danos em fachadas modernistas de concreto armado aparente**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Brasília. Brasília, 2018, 126p.

CARVALHO G. B.; ZANONI, V. Análise de Métodos de Representação de Anomalias identificadas em fachadas de Edificações Patrimoniais. **V Congresso Iberoamericano y XIII Jornada de Técnicas de Reparación y Conservación del Patrimonio**. 2017.

CAVALAGLI N.; KITA, A.; CASTALDO, V. L.; PISELLO, A. L.; UBERTINI, F. Hierarchical environmental risk mapping of material degradation in historic masonry buildings: An integrated approach considering climate change and structural damage. **Construction and Building Materials**. Ed. 215, p.998-1014, 2019.

CHAROLA, A. E.; KORTH, G. M. A.; CEDROLA, M. L.; MAGADÁN, M. L.; KANAN, M. I.; JARAMILLO, M. M. V. Manual Básico de Conservação para as Missões Jesuíticas dos Guaraní. Argentina, Brasil, Paraguai, Urugua. **World Monuments Fund (WMF). UNESCO**, New York, 2009.

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

CORVO, F.; REYES, J.; VALDES, C.; VILLASENOR, F; CUESTE O.; AGUILAR, D.; QUINTANA, P. Influence of Air Pollution and Humidity on Limestone Materials Degradation in Historical Buildings Located in Cities Under Tropical Coastal Climates. **Water Air Soil Pollut.** ed. 205, p.359-375, 2010

COSTA, A.; GUEDES, J. M.; ARÊDE, A.; NEVES, N.; PAUPÉRIO, E.; ROMÃO, X. Inspeção e diagnóstico sistematização de informação casos práticos. **Fórum RESTAUROnet – Aménagement et Gouvernement du Polycentrisme Historique de la Méditerranée**. Silves, 24 a 26 de Novembro de 2005.

COSTA, V. S. **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.

COSTA, V. S.; TORRES, A. S. Aplicação do Método Quantitativo para Análise do Estado de Degradação de Edificações Subterrâneas: Túnel 7 - segmento 2 da Antiga Cervejaria Ritter - Pelotas/RS. **Revista de Arquitetura IMED**. Passo Fundo, v. 9, n.2, p.110-139, 2020.

COSTA, V. S.; DI PRIMIO, A. H. M.; MACHADO, A. A.; FREITAS, N. D.; AVILA, V. S.; TORRES, A. S. Análise comparativa do Método de Mensuração de Degradação e do Índice de Performance do Elemento no Levantamento das Edificações Inventariadas na Cidade de Pelotas/RS. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v.6, n.10, p.76981-77000, 2020.

DENDIA, R. C. S. **Igrejas tombadas do século XVIII em Florianópolis**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008. 204p.

DELFINO, L.; SOUZA, K.; BEZERRA, D.; COSTA, L. Investigação de manifestações patológicas em patrimônio histórico: inspeção, diagnóstico e proposta de revitalização dos danos presentes na fazenda Maquiné em Araruna-PB. **Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas (CONPAR POLI/UPE)**. Recife, v1. n1., 2017.

FRANKOVIC, M.; NOVAKOVIC, N.; MATOVIC, V. Damage quantification of built stone on Dark Gate (Belgrade, Serbia): sample of damage index application for decay rate evaluation. **Environmental Earth Sciences**, 2015, v.73, n.10, pp.6181-6193

FERREIRA, C.; BARRELAS, J.; SILVA, A.; de BRITO, J.; DIAS, I. S.; FLORES-COLEN, I. Impact of Environmental Exposure Conditions on the Maintenance of facades' Claddings. **Buildings**. 2021, v.11, n.4, p138.  
<https://doi.org/10.3390/buildings11040138>

FONSECA, R.P., **A estrutura do Instituto Central de Ciências: Aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e propostas de manutenção**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília. Brasília, DF. 2007, 213p.

GASPAR, P. L.; BRITO, J.. **Assessment of the overall degradation level of an element, based on field data**. 10DBMC International Conférence On Durability of Building Materials and Components. LYON [France] 17-20 April 2005.

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.

GASPAR, P. L.; BRITO, J. de. The Perception of damage on rendered façades. **XII DBMC - International Conference on Durability of Building Materials and Components**. Porto, Portugal. 2011.

GOMES, L. G. dos S. Reavaliação e melhoria dos processos de beneficiamento de não tecidos com base em reclamações de clientes. **Revista da FAE**. Curitiba, v.9, n.1, p.35-50, 2006.

GOOGLE. **O que é o Street View?**. Disponível em: < <https://www.google.com/intl/pt-BR/streetview/>>. Acesso em: 25 out. 2021.

GROETELAARS, N. J.; AMORIM, A. L. Dense Stereo Matching (DSM): Conceitos, processos e ferramentas para criação de nuvens de pontos por fotografias. In: SIGRADI 2012 – **Congresso de La Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital**, 12. Fortaleza, 2012.

HULIMKA, J. KALUZA, M.; KUBICA, J. Failure and overhaul of a historic brick tower. **Engineering Failure Analysis**. ed.102, p.46-59, 2019.

IBGE. Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de Julho de 2014. Disponível em: <[https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_2014/estimativa\\_dou\\_2014.pdf](https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2014/estimativa_dou_2014.pdf)>. Acesso em 14 abr. 2021.

ICOMOS. Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico. Paris, 2006.

International Organization for Standardization, 2001, **ISO 15686** Building and construction assets – Service Life Planning, Parts & 2, International Organization for Standardization, Geneve, Switzerland

Jo, Y. H.; Hong, S. Three-Dimensional Digital Documentation of Cultural Heritage Site Based on the Convergence of Terrestrial Laser Scanning and Unmanned Aerial Vehicle Photogrammetry. **ISPRS International Journal of Geo-Information**. v.8, n.2. 2019.

KERLE, N.; NEX, F.; GERKE, M.; DUARTE, D.; VETRIVEL, A. UAV-based structural damage mapping: a review. **International Journal of Geo-Information**. v. 9, n. 1, 2019.

KOUTSOUDIS, A.; VIDMAR, B.; LOANNAKIS, G.; ARNAOUTOGLU, F.; PAVLIDIS, G.; CHAMZAS, C. Multi-image 3D reconstruction data evaluation. **Journal of Cultural Heritage**. v.15, n. 1. p. 73-79, 2014.

LAW, S.; PAIGE, B.; RUSSELL, C. Take a Look Around: Using Street View and Satellite Images to Estimate House Prices. **CM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)**. v. 10 Issue 5, October 2019 Article No. 54. 2019.

LIMA, M. B.; LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. L.; RUIZ, R. D. B.; FERNANDES, B. J. T.; OLIVEIRA, S. C.; SANTOS, O. J. Inspeção de manifestações patológicas de fachadas em edifícios de grande altura com VANT. **Mix Sustentável**. Florianópolis, v. 6, n. 2, p.111-122, 2020.

LOPES, B. A. R., **Sistema de manutenção estrutural para grandes estoques de edificações: Estudo para a inclusão do componente Estrutura de Concreto.** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Brasília, Brasília. Distrito Federal, 1998, 308p.

MARTINS, N.; PESSOA, R; NASCIMENTO, R. Priorização na Resolução de Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado: Método GUT. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada.** V.2 N.3, 2017.

NAPOLEÃO, B. M. **Matriz GUT (Matriz de Priorização).** Ferramenta de Qualidade. 2019. <<https://ferramentasdaqualidade.org/matriz-gut-matriz-de-priorizacao/>>. Acesso em 10 abr. 2021.

PINHEIRO, P. I. S. **Aplicação do Método de Mensuração da Degradação (MMD) ao Estudo das Fachadas de Edifícios em Brasília.** Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

PINHEIRO, P. I. S.; BAUER, E.; SOUZA, J. S. Aplicação do método de mensuração da degradação com a finalidade de quantificação da vida útil. **XII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas.** São Paulo, 2017.

PIAZZAROLLO, C. B. **Estudo da evolução e da gravidade da degradação nas diferentes zonas componentes da fachada.** Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2019. 135p.

QUERUZ, F. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2007.

RANGEL, C. M. **Catálogo de materiais e anomalias típicas de edifícios antigos de alvenaria de pedra e madeira com recurso a BIM.** Dissertação Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2018/2019 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2019

REIS, G. M.; SERRES, J. C. P.; NUNES, J. F. I. A defesa do Patrimônio Cultural Histórico em Santo Ângelo – RS através da Organização da Comunidade Local na Internet. **Revista Interdisciplinar em Cultura e Sociedade.** São Luís, v. 2, n. 2, p. 13-31, 2016.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 835,** de 22 de março de 1873. Publicada na Collecção das Leis e Resoluções, Tomo XXVI, 1ª sessão da 15ª legislatura, 1872. <<http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/00.835-1873.pdf>> Acesso em 28 jul. 2022.

RUIZ, R. D. B.; LORDSLEEM JÚNIOR, A. C.; ROCHA, J. H. A. Inspeção de fachadas com Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT): estudo exploratório. **Revista ALCONPAT.** v. 11, n. 1, pp. 88-104, 2021.

SANTO ÂNGELO. **Lei nº 4.047**, de 16 de maio de 2014. Dispõe sobre o Código de Obras do Município de Santo Ângelo e dá outras providências. Santo Ângelo, 2014. < <https://leismunicipais.com.br/a1/codigo-de-obras-santo-angelo-rs>> Acesso em 13 abr. 2021.

SANTO ÂNGELO. **Lei nº 3.998**, de 09 de setembro de 2015. Dispõe sobre a proteção do Patrimônio Arquitetônico, Histórico e Cultural do Município de Santo Ângelo, e dá outras providências. Santo Ângelo, 2015. < <https://leismunicipais.com.br/a1/rs/s/santo-angelo/lei-ordinaria/2015/400/3998/lei-ordinaria-n-3998-2015-dispoe-sobre-a-protecao-do-patrimonio-arquitetonico-historico-e-cultural-do-municipio-de-santo-ngelo-e-da-outras-providencias?q=inventario>> Acesso em 13 abr. 2021.

SANTO ÂNGELO. **Informações sobre o Município de Santo Ângelo**, 2014. Disponível em: < <https://pmsantoangelo.abase.com.br/site/conteudos/232-historia>>. Acesso em: 13 abr. 2021.

SANTOS, D. G. **Estudo da vida útil e degradação de fachadas em argamassa a partir da inspeção de edifícios**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2018.

SANTOS, D. G.; MACÊDO M. S. P. H.; SOUZA, J. S.; BAUER, E. Mensuração e distribuição de patologias na degradação em argamassa. **Revista Gestão e Gerenciamento**. n.2, p.12-18, 2018.

SCARAMELLA, G. **Onde está a Redução Jesuítica Missioneira?** In: Jornal das Missões, p. 03, 15 de dezembro, 1990.

SCHERER, L. **Turismo e Desenvolvimento Regional: limites e potencialidades para a Região das Missões**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2019.

SERRALHEIRO, M. I.; BRITO, J. de.; SILVA, A. Methodology for service life prediction of architectural concrete facades. **Construction and Building Materials**. v.133, n.15. p.261-274, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.12.079>

SERRAT, C.; CELLMER, A.; BANASZEK, A.; GIBERT, V. Exploring conditions and usefulness of UAVs in the BRAIN Massive Inspections Protocol. **Open Engineering**, v. 9, n. 1, p. 1-6, 2019.

SILVA, J.; BEZERRA, D.; FERNANDES, K.; DELFINO, L. Avaliação, qualificação e propostas de reabilitação de fachadas em construção histórica em Araruna-PB. **Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas (CONPAR POLI/UPE)**. Recife, v.1 n.1, 2017.

SILVA, M. N. B. **Avaliação Quantitativa da Degradação e Vida Útil de Revestimentos de Fachada – Aplicação ao Caso de Brasília/DF**. Tese

(Doutorado em Estruturas e Construção Civil). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SOUZA, C. F. N.; MEZZOMO, P.; PATZLAFF, J. O.; RISSARDI, C.; SOUZA, R. P. Aplicação da termografia na inspeção de fachadas de edificações históricas em madeira. **Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções – CBPAT**. 2016.

SOUZA, J. S. de. **Evolução da degradação de fachadas - efeito dos agentes de degradação e dos elementos constituintes**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SOUZA, J. S. de.; BAUER, E. Estado limite de degradação de fachadas revestidas em cerâmicas. **V Congresso Internacional na "Recuperação Manutenção e Restauração de Edifícios" (CIRMARE)**, 2020.

SOUZA, J.; PIAZZAROLLO, C.; BAUER, E. Aplicação do Método de Mensuração de Degradação em Revestimento de Fachadas. **2º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos**. TECSIC, 2019.

STELLO, V. F. **Além das Reduções: A paisagem Cultural da Região Missioneira**. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

STREET VIEW. **How Autori revolutionized road maintenance across Finland, one 360 Street View image at a time**. Disponível em: <  
<https://kstatic.googleusercontent.com/files/347ae1eb5af9834f33a862b290aaf2919f44ef0838fa9a002274afabba21a4bb1d8842e92aa78cd66752e06665051b53ec51eea6f948c8fe846dcd6b575b36c0>>. Acesso em 25 out. 2021.

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.

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. H. Sistema normativo para mapa de danos de edifícios históricos aplicado à Lidgerwood Manufacturing Company de Campinas. **VI Coloquio**. 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, SP, v. 10, 2019.

VERLY, R. C. **Avaliação de Metodologias de Inspeção como Instrumento de Priorização de Intervenções em Obras de Arte Especiais**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Faculdade de Tecnologia. Universidade de Brasília. Distrito Federal, 2015. 178p.

ZHU, Q.; ZHANG, M.; HU, H.; WANG, F. Interactive Correction of a Distorted Street-View Panorama for Efficient 3-D Façade Modeling. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**. V. 17, n. 12, p. 2125-2129, 2020.

## **Apêndices**

## **Apêndice A – Levantamento Preliminar Edificações Inventariadas**

Cód Imóvel	GP	Uso Atual	Número Pavimentos	Revestimento	Orientação Solar	Local
RS12-00001	Tombado	Museu	1	Argamassado	Norte/leste	Esquina
RS12-00002	GP1	Comercial	1	Argamassado	Leste	Centro
RS12-00003	GP1	Sem uso	1	Argamassado	Norte/oeste	Esquina
RS12-00004	GP2	Comercial	1	Argamassado	Leste	Centro
RS12-00005	GP2	Comercial	1	Argamassado	Sul/leste	Esquina
RS12-00006	GP2	Comercial	1	Argamassado	Oeste	Centro
RS12-00007	GP2	Institucional	SA*	SA*	SA*	SA*
RS12-00008	GP3	Residencial	1	Argamassado	Leste	Centro
RS12-00009	GP3	Residencial	1	Argamassado	Leste	Centro
RS12-00010	GP2	Residencial	1	Argamassado	Sul	Esquina
RS12-00011	GP3	Comercial	2	Argamassado	Oeste	Centro
RS12-00013	GP3	Comercial	2	Argamassado	Sul/leste	Esquina
RS12-00014	GP3	SL**	SL**	SL**	SL**	SL**
RS12-00015	GP2	Bombeiros	2	Argamassado	-	Esquina
RS12-00016	GP3	Comercial	1	Argamassado	Leste	Centro
RS12-00017	GP2	Residencial	2	Argamassado	Leste	Centro
RS12-00018	GP3	Comercial	1	Argamassado	Sul/leste	Esquina
RS12-00019	GP3	Comercial	1	Argamassado	Leste	Centro
RS12-00021	Tombado	Estação trem	2	Argamassado	Leste	SA*
RS12-00022	GP3	Comercial	2	Argamassado	Norte	Centro
RS12-00026	GP2	Sem uso	2	Argamassado	Oeste/norte	Esquina
RS12-00027	GP3	Comercial	1	Argamassado	Norte/leste	Esquina
RS12-00027	GP3	Comercial	1	Argamassado	Norte/leste	Esquina
RS12-00027	GP3	Comercial	1	Argamassado	Norte/leste	Esquina
RS12-00028	GP3	Comercial	2	Argamassado	Leste	Centro
RS12-00030	GP2	Serviços	2	Argamassado	Sul/Oeste	Esquina
RS12-00033	GP1	Religioso	1	Argamassado	Sul	Centro
RS12-00035	GP1	Misto	2	Argamassado	Norte/sul	Esquina
RS12-00038	GP3	Comercial	1	Argamassado	Norte/oeste	Esquina
RS12-00039	GP3	Comercial	1	Argamassado	Norte/leste	Esquina
RS12-00040	GP3	Comercial	2	Argamassado	Norte/leste	Esquina
RS12-00041	GP2	Sem uso	2	Argamassado	Sul	Centro
RS12-00042	GP2	Serviços	2	Argamassado	Sul/Oeste	Esquina
RS12-00043	GP2	Serviços	2	Argamassado	Sul/leste	Esquina
RS12-00044	GP1	SL**	SL**	SL**	SL**	SL**
RS12-00045	GP1	Religioso	5	Cantaria	Sul	Centro
RS12-00046	Tombado	Prefeitura	2	Argamassado	Sul/oeste	Esquina
RS12-00047	GP1	SL**	SL**	SL**	SL**	SL**
RS12-00048	GP1	Misto	2	Argamassado	Sul	Centro
RS12-00056	GP2	Serviços	2	Argamassado	Sul	Centro
RS12-00057	GP2	SL**	SL**	SL**	SL**	SL**

RS12-00058	GP3	Comercial	1	Argamassado	Sul/leste	Esquina
RS12-00061	GP3	Misto	2	Argamassado	Sul	Centro
RS12-00062	GP3	Misto	2	Argamassado	Sul	Centro
RS12-00063	GP3	Misto	2	Argamassado	Sul	Esquina
RS12-00065	GP2	Institucional	2	Argamassado	Norte	Centro
RS12-00070	GP3	Comercial	1	Argamassado	Norte/oeste	Esquina
RS12-00073	GP2	Câmara Ver.	2	Argamassado	Sul/Oeste	Esquina
RS12-00074	GP1	Religioso	2	Argamassado	-	Esquina
RS12-00076	GP2	Serviços	3	Argamassado	Oeste	Centro
RS12-00077	GP2	SL**	SL**	SL**	SL**	SL**
RS12-00078	GP2	Residencial	2	Argamassado	Norte/oeste	Esquina
RS12-00081	GP3	Comercial	1	Argamassado	Oeste	Centro
RS12-00082	GP1	Institucional	3	Argamassado	-	Esquina
RS12-00084	GP3	Comercial	2	Argamassado	Oeste	Centro
RS12-00085	GP2	Serviços	2	Argamassado	Sul	Centro
RS12-00086	GP2	Institucional	SA*	SA*	SA*	SA*
RS12-00087	GP1	Caixa D'água	1	Argamassado	Oeste	Centro
RS12-00088	GP1	Religioso	1	Argamassado	?	Interior
RS12-00090	GP2	Hospital	2	Argamassa + cerâmico	Norte/oeste	Esquina
RS12-00093	GP2	Indefinido	2	Argamassado	Sul/leste	Esquina
RS12-00104	GP1	Estação trem	SA*	SA*	SA*	SA*
RS12-00106	GP3	Comercial	2	Argamassado	Norte	Centro
RS12-00108	GP3	Polícia	2	Argamassado	Norte/leste	Esquina
RS12-00110	GP3	Residencial	1	Argamassado	Oeste	Centro

SA\* Sem acesso com o Street View

SL\*\* Sem localização pelo *Street View*

**Apêndice B - Representações gráfico-fotográfica do Mapa de Danos e  
Método de Mensuração da Degradação.**



MAPA DE DANOS:  
RS12-00001 - fachada 1

ESCALA:  
1 : 75

Legenda:

 Descolamento de pintura	 Fissuras, trincas e rachaduras
 Descolamento de reboco	 Manchas umidade/mofo/bolor
 Empolamento	 Vegetação



ORIGEM

MMD:  
RS12-00001 - fachada 1

ESCALA:  
1 : 75

Legenda:

<span style="color: pink;">■</span> Descolamento de pintura	<span style="color: blue;">■</span> Fissuras, trincas e rachaduras
<span style="color: red;">■</span> Descolamento de reboco	<span style="color: brown;">■</span> Manchas umidade/mofo/bolor
<span style="color: yellow;">■</span> Empolamento	<span style="color: green;">■</span> Vegetação



ORIGEM

REGIÕES  
RS12-00001 - fachada 1

ESCALA:  
1 : 75

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



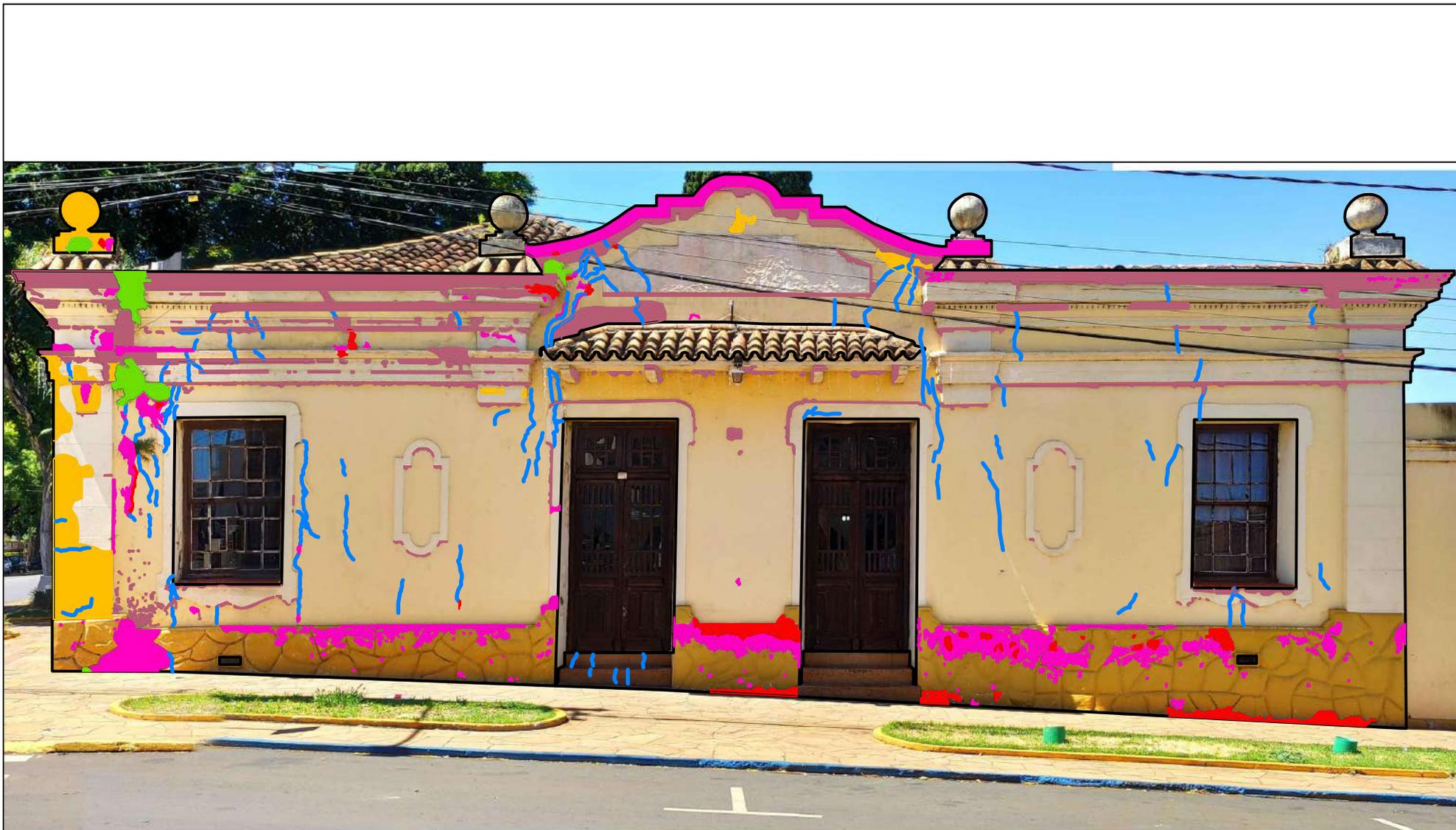
ORIGEM

MMD-REGIÇÕES:  
RS12-00001 - fachada 1

ESCALA:  
1 : 75

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MAPA DE DANOS:  
RS12-00001 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 75

Legenda:

- |   |  |
|---|--|
| <span style="color: pink;">■</span> Descolamento de pintura | <span style="color: blue;">■</span> Fissuras, trincas e rachaduras |
| <span style="color: red;">■</span> Descolamento de reboco   | <span style="color: grey;">■</span> Manchas umidade/mofo/bolor     |
| <span style="color: yellow;">■</span> Empolamento           | <span style="color: green;">■</span> Vegetação                     |



MMD:  
RS12-00001 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 75

Legenda:

- |   |  |
|---|--|
| <span style="color: pink;">■</span> Descolamento de pintura | <span style="color: blue;">■</span> Fissuras, trincas e rachaduras |
| <span style="color: red;">■</span> Descolamento de reboco   | <span style="color: brown;">■</span> Manchas umidade/mofo/bolor    |
| <span style="color: yellow;">■</span> Empolamento           | <span style="color: green;">■</span> Vegetação                     |



REGIÕES  
RS12-00001 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 75

Legenda:

Aberturas (AB)	Sacadas (SC)
Cantos e extremidades (CE)	Topo (TO)
Paredes contínuas (PC)	Transição entre pavimentos (TP)



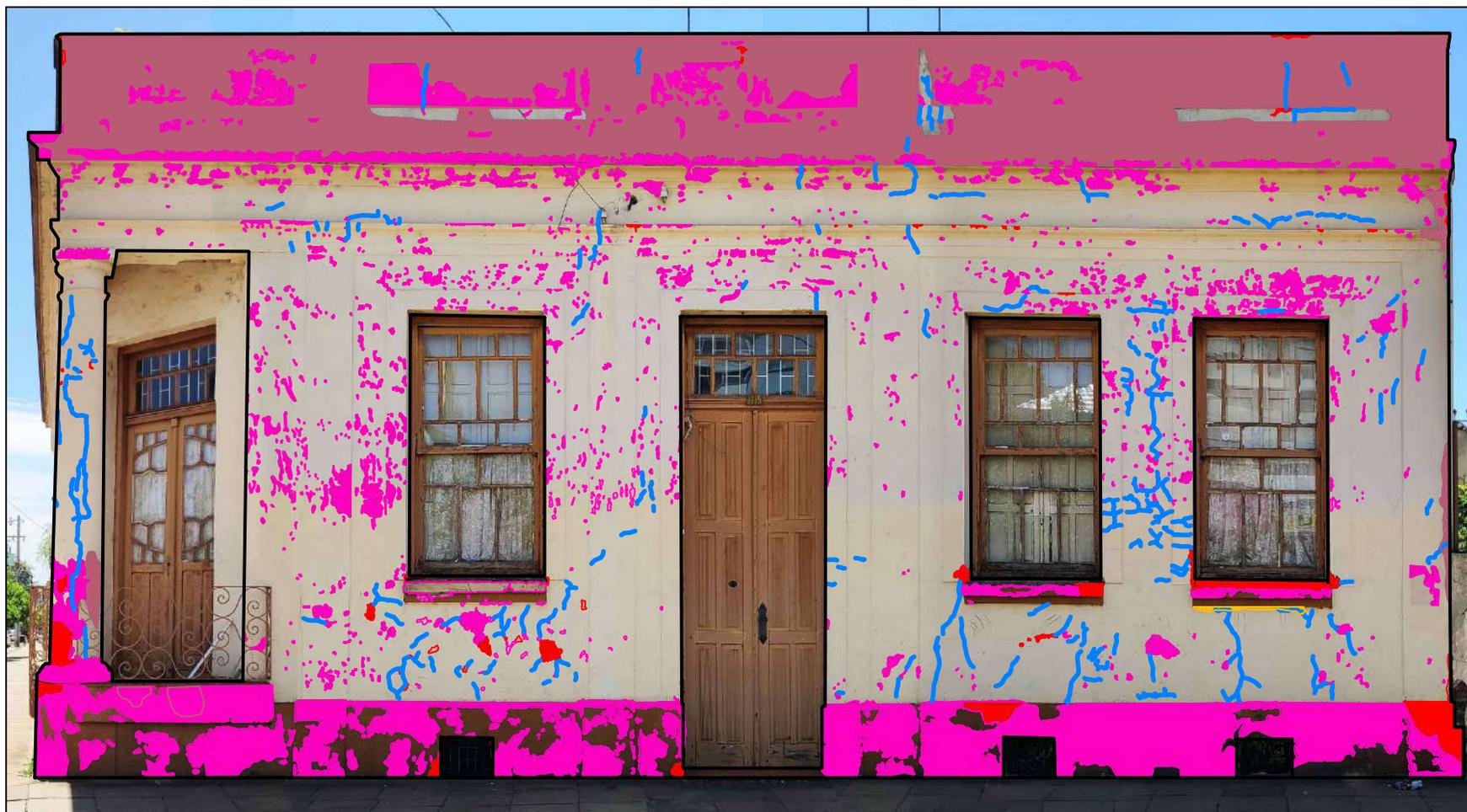
ORIGEM

MMD-REGIÇÕES:  
RS12-00001 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 75

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MAPA DE DANOS:  
RS12-00003 - fachada 1

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Descolamento de pintura	 Fissuras, trincas e rachaduras
 Descolamento de reboco	 Manchas umidade/mofo/bolor
 Empolamento	 Vegetação



MMD:  
RS12-00003 - fachada 1

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

<span style="color: magenta;">■</span> Descolamento de pintura	<span style="color: blue;">■</span> Fissuras, trincas e rachaduras
<span style="color: red;">■</span> Descolamento de reboco	<span style="color: brown;">■</span> Manchas umidade/mofo/bolor
<span style="color: yellow;">■</span> Empolamento	<span style="color: green;">■</span> Vegetação



REGIÕES  
RS12-00003 - fachada 1

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



ORIGEM

MMD-REGIÇÕES:  
RS12-00003 - fachada 1

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MAPA DE DANOS:  
RS12-00001 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

<span style="color: yellow;">■</span> Descolamento de pintura	<span style="color: blue;">■</span> Fissuras, trincas e rachaduras
<span style="color: red;">■</span> Descolamento de reboco	<span style="color: brown;">■</span> Manchas umidade/mofo/bolor
<span style="color: orange;">■</span> Empolamento	<span style="color: green;">■</span> Vegetação



MMD:  
RS12-00003 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

<span style="color: pink;">■</span> Descolamento de pintura	<span style="color: blue;">■</span> Fissuras, trincas e rachaduras
<span style="color: red;">■</span> Descolamento de reboco	<span style="color: brown;">■</span> Manchas umidade/mofo/bolor
<span style="color: yellow;">■</span> Empolamento	<span style="color: green;">■</span> Vegetação



ORIGEM

REGIÕES  
RS12-00003 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



ORIGEM

MMD-REGIÇÕES:  
RS12-00003 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MAPA DE DANOS:  
RS12-00015

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

<span style="color: pink;">■</span> Descolamento de pintura	<span style="color: blue;">■</span> Fissuras, trincas e rachaduras
<span style="color: red;">■</span> Descolamento de reboco	<span style="color: brown;">■</span> Manchas umidade/mofo/bolor
<span style="color: yellow;">■</span> Empolamento	<span style="color: green;">■</span> Vegetação

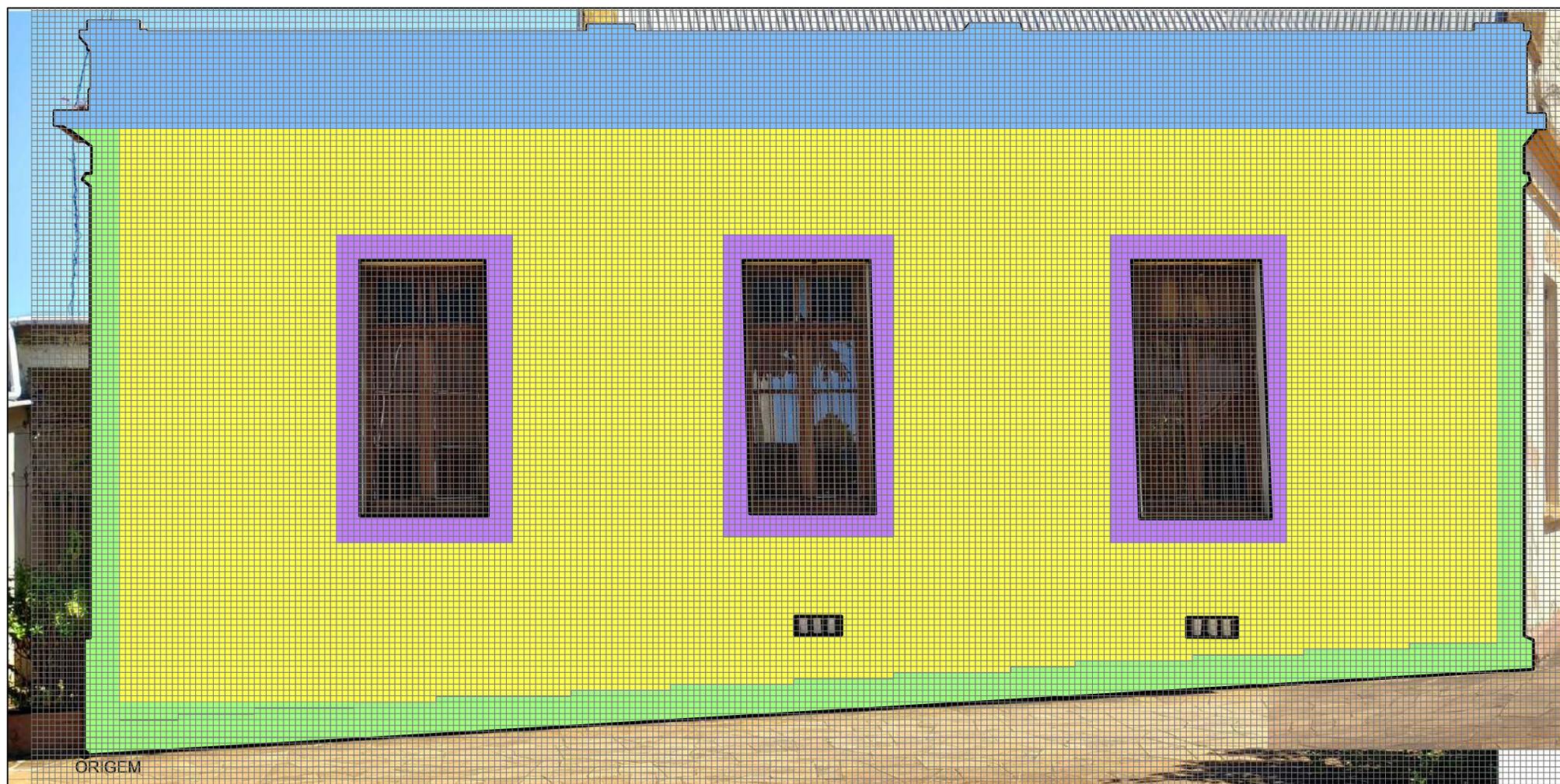


MMD:  
RS12-00015

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

<span style="color: pink;">■</span> Descolamento de pintura	<span style="color: blue;">■</span> Fissuras, trincas e rachaduras
<span style="color: red;">■</span> Descolamento de reboco	<span style="color: brown;">■</span> Manchas umidade/mofo/bolor
<span style="color: yellow;">■</span> Empolamento	<span style="color: green;">■</span> Vegetação



ORIGEM

REGIÕES  
RS12-00015ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MMD-REGIÇÕES:  
RS12-00015

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MAPA DE DANOS:  
RS12-00016

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Descolamento de pintura	 Fissuras, trincas e rachaduras
 Descolamento de reboco	 Manchas umidade/mofo/bolor
 Empolamento	 Vegetação



MMD:  
RS12-00016

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

<span style="color: magenta;">█</span> Descascamento pintura	<span style="color: blue;">█</span> Fissuras, trincas e rachaduras
<span style="color: red;">█</span> Descascamento reboco	<span style="color: brown;">█</span> Manchas umidade/mofo/bolor
<span style="color: yellow;">█</span> Empolamento	<span style="color: green;">█</span> Vegetação



ORIGEM

REGIÕES  
RS12-00016

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



ORIGEM

MMD-REGIÇÕES:  
RS12-00016

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MAPA DE DANOS:  
RS12-00021

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

- |   |  |
|---|--|
|  Descolamento de pintura |  Fissuras, trincas e rachaduras |
|  Descolamento de reboco  |  Manchas umidade/mofo/bolor     |
|  Empolamento             |  Vegetação                      |



MMD:  
RS12-00021

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Descolamento de pintura	 Fissuras, trincas e rachaduras
 Descolamento de reboco	 Manchas umidade/mofo/bolor
 Empolamento	 Vegetação



REGIÕES  
RS12-00021

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MMD-REGIÇÕES:  
RS12-00021

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MAPA DE DANOS:  
RS12-00026 - fachada 1

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

- Descolamento de pintura
- Descolamento de reboco
- Empolamento
- Fissuras, trincas e rachaduras
- Manchas umidade/mofo/bolor
- Vegetação



MMD  
RS12-00026 - fachada 1

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

- Descolamento de pintura
- Descolamento de reboco
- Empolamento
- Fissuras, trincas e rachaduras
- Manchas umidade/mofo/bolor
- Vegetação

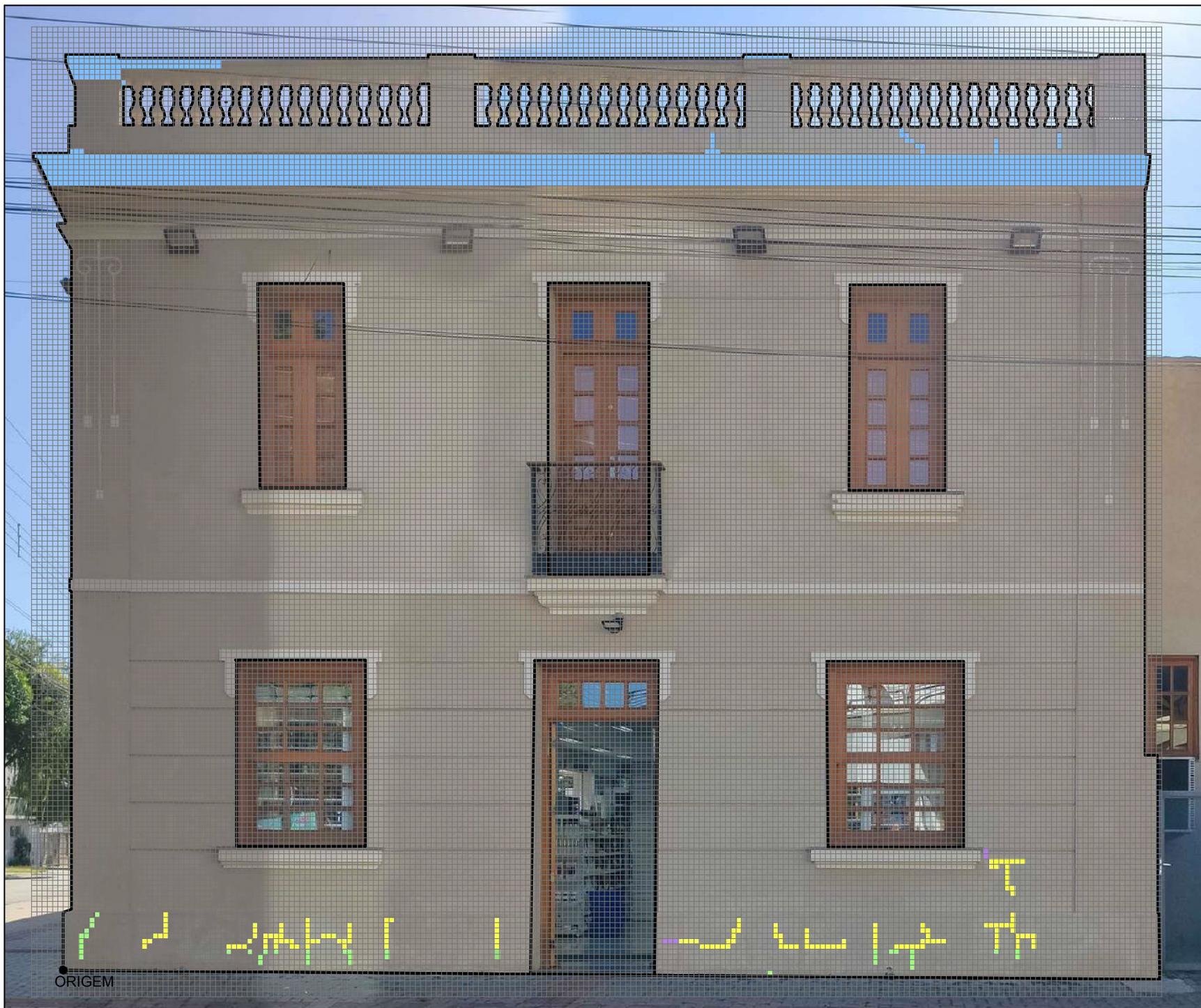


REGIÕES  
RS12-00026 - fachada 1

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

- Aberturas (AB)
- Cantos e extremidades (CE)
- Paredes contínuas (PC)
- Sacadas (SC)
- Topo (TO)
- Transição entre pavimentos (TP)



MMD - REGIÕES  
RS12-00026 - fachada 1

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

- Aberturas (AB)
- Cantos e extremidades (CE)
- Paredes contínuas (PC)
- Sacadas (SC)
- Topo (TO)
- Transição entre pavimentos (TP)



MAPA DE DANOS:  
RS12-00026 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

- Descolamento de pintura
- Descolamento de reboco
- Empolamento
- Fissuras, trincas e rachaduras
- Manchas umidade/mofo/bolor
- Vegetação



MMD  
RS12-00026 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

- Descolamento de pintura
- Descolamento de reboco
- Empolamento
- Fissuras, trincas e rachaduras
- Manchas umidade/mofo/bolor
- Vegetação



REGIÕES  
RS12-00026 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

- Aberturas (AB)
- Cantos e extremidades (CE)
- Paredes contínuas (PC)
- Sacadas (SC)
- Topo (TO)
- Transição entre pavimentos (TP)



MMD - REGIÕES  
RS12-00026 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

- Aberturas (AB)
- Cantos e extremidades (CE)
- Paredes contínuas (PC)
- Sacadas (SC)
- Topo (TO)
- Transição entre pavimentos (TP)



MAPA DE DANOS:  
RS12-00027 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

<span style="color: pink;">■</span> Descolamento de pintura	<span style="color: blue;">■</span> Fissuras, trincas e rachaduras
<span style="color: red;">■</span> Descolamento de reboco	<span style="color: brown;">■</span> Manchas umidade/mofo/bolor
<span style="color: yellow;">■</span> Empolamento	<span style="color: green;">■</span> Vegetação



ORIGEM

MMD:  
RS12-00027 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

<span style="color: magenta;">■</span> Descolamento de pintura	<span style="color: blue;">■</span> Fissuras, trincas e rachaduras
<span style="color: red;">■</span> Descolamento de reboco	<span style="color: brown;">■</span> Manchas umidade/mofo/bolor
<span style="color: yellow;">■</span> Empolamento	<span style="color: green;">■</span> Vegetação



ORIGEM

REGIÕES  
RS12-00027 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



ORIGEM

MMD-REGIÇÕES:  
RS12-00027 - fachada 2

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MAPA DE DANOS:  
RS12-00027 - fachada 3

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

- |  |  |
|--|--|
| <span style="color: magenta;">■</span> Descolamento de pintura | <span style="color: blue;">■</span> Fissuras, trincas e rachaduras |
| <span style="color: red;">■</span> Descolamento de reboco      | <span style="color: brown;">■</span> Manchas umidade/mofo/bolor    |
| <span style="color: yellow;">■</span> Empolamento              | <span style="color: green;">■</span> Vegetação                     |



ORIGEM

MMD:  
RS12-00027 - fachada 3

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

<span style="color: yellow;">■</span> Descolamento de pintura	<span style="color: blue;">■</span> Fissuras, trincas e rachaduras
<span style="color: red;">■</span> Descolamento de reboco	<span style="color: pink;">■</span> Manchas umidade/mofo/bolor
<span style="color: orange;">■</span> Empolamento	<span style="color: green;">■</span> Vegetação



ORIGEM

REGIÕES  
RS12-00027 - fachada 3

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



ORIGEM

MMD-REGIÕES:  
RS12-00027 - fachada 3

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MAPA DE DANOS:  
RS12-00039

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

<span style="color: magenta;">■</span> Descolamento de pintura	<span style="color: blue;">■</span> Fissuras, trincas e rachaduras
<span style="color: red;">■</span> Descolamento de reboco	<span style="color: brown;">■</span> Manchas umidade/mofo/bolor
<span style="color: yellow;">■</span> Empolamento	<span style="color: green;">■</span> Vegetação



ORIGEM

MMD:  
RS12-00039

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

<span style="color: magenta;">■</span> Descolamento de pintura	<span style="color: blue;">■</span> Fissuras, trincas e rachaduras
<span style="color: red;">■</span> Descolamento de reboco	<span style="color: brown;">■</span> Manchas umidade/mofo/bolor
<span style="color: yellow;">■</span> Empolamento	<span style="color: green;">■</span> Vegetação



ORIGEM

REGIÕES  
RS12-00039

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



ORIGEM

MMD-REGIÇÕES:  
RS12-00039

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MAPA DE DANOS:  
RS12-00040

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

- Descolamento de pintura
- Descolamento de reboco
- Empolamento
- Fissuras, trincas e rachaduras
- Manchas umidade/mofa/bolor
- Vegetação



MMD  
RS12-00040

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

- Descolamento de pintura
- Descolamento de reboco
- Empolamento
- Fissuras, trincas e rachaduras
- Manchas umidade/mofo/bolor
- Vegetação



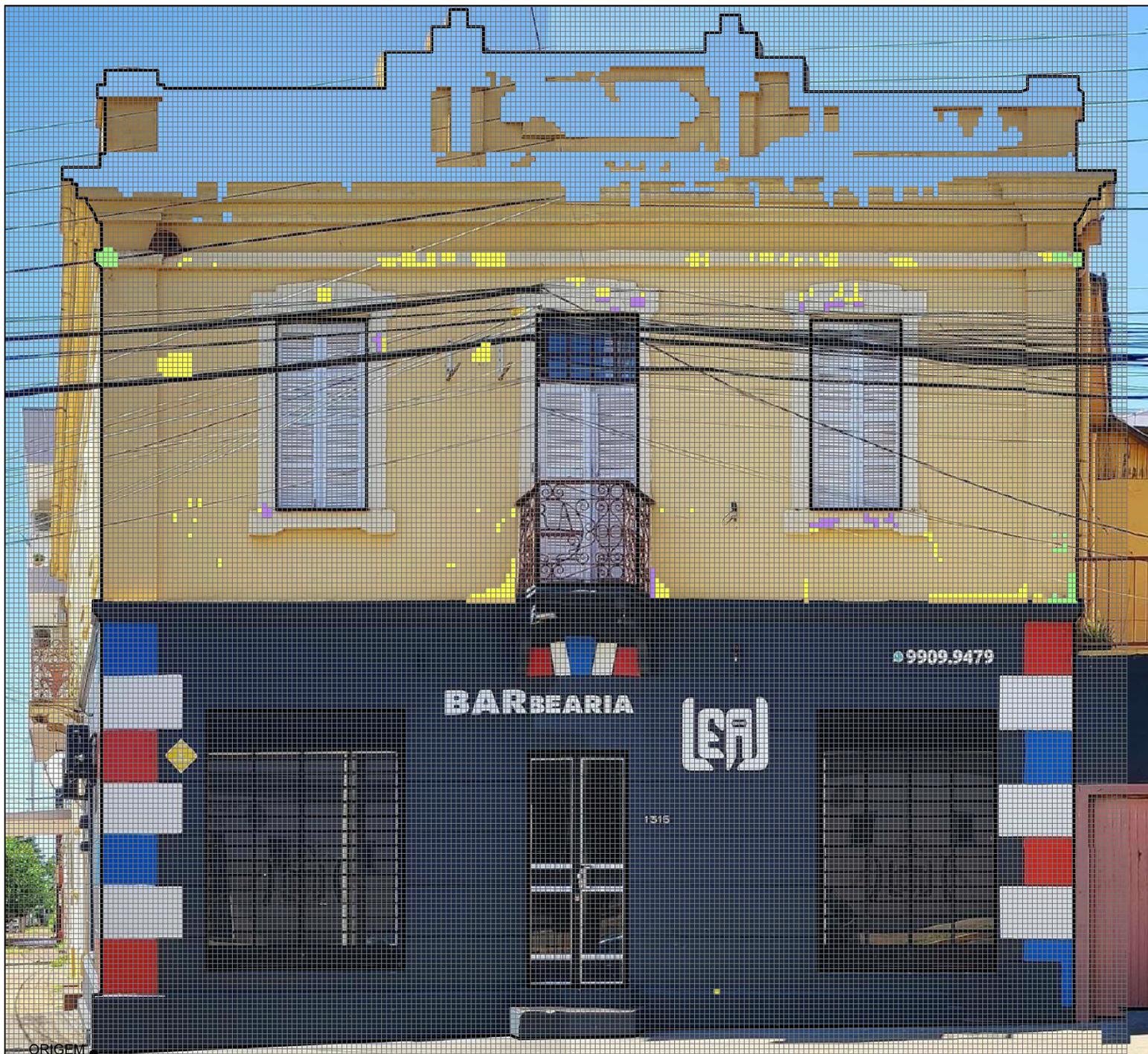
ORIGEM

REGIÕES  
RS12-00040

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

- Aberturas (AB)
- Cantos e extremidades (CE)
- Paredes contínuas (PC)
- Sacadas (SC)
- Topo (TO)
- Transição entre pavimentos (TP)



ORIGEM

MMD-REGIÕES  
RS12-00040

ESCALA:  
1 : 50

Legenda:

- Aberturas (AB)
- Cantos e extremidades (CE)
- Paredes contínuas (PC)
- Sacadas (SC)
- Topo (TO)
- Transição entre pavimentos (TP)



MAPA DE DANOS:  
RS12-00041

ESCALA:  
1 : 100

Legenda:

 Descolamento de pintura	 Fissuras, trincas e rachaduras
 Descolamento de reboco	 Manchas umidade/mofo/bolor
 Empolamento	 Vegetação



MMD:  
RS12-00041

ESCALA:  
1 : 100

Legenda:

- |   |  |
|---|--|
|  Descascamento pintura |  Fissuras, trincas e rachaduras |
|  Descascamento reboco  |  Manchas umidade/mofo/bolor     |
|  Empolamento           |  Vegetação                      |



REGIÕES  
RS12-00041

ESCALA:  
1 : 100

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MMD-REGIÇÕES:  
RS12-00041

ESCALA:  
1 : 100

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MAPA DE DANOS:  
RS12-00070

ESCALA:  
1 : 75

Legenda:

 Descolamento de pintura	 Fissuras, trincas e rachaduras
 Descolamento de reboco	 Manchas umidade/mofo/bolor
 Empolamento	 Vegetação



MMD:  
RS12-00070

ESCALA:  
1 : 75

Legenda:

 Descolamento de pintura	 Fissuras, trincas e rachaduras
 Descolamento de reboco	 Manchas umidade/mofo/bolor
 Empolamento	 Vegetação



REGIÕES  
RS12-00070

ESCALA:  
1 : 75

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)



MMD-REGIÇÕES:  
RS12-00070

ESCALA:  
1 : 75

Legenda:

 Aberturas (AB)	 Sacadas (SC)
 Cantos e extremidades (CE)	 Topo (TO)
 Paredes contínuas (PC)	 Transição entre pavimentos (TP)