

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



Dissertação

**METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS BASEADA EM
ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PELOTAS/RS,
APLICADA AO DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE
DADOS**

Aretusa Oliveira Rodrigues

Pelotas, 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

DISSERTAÇÃO



**METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
BASEADA EM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PELOTAS/RS, APLICADA AO
DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE DADOS**

Aretusa Oliveira Rodrigues

Pelotas, 2016

ARETUSA OLIVEIRA RODRIGUES

**METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
BASEADA EM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PELOTAS/RS, APLICADA AO
DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE DADOS**

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

Orientadora: Profa. Ariela da Silva Torres, Dra.

Co-orientador: Prof. Charlei Marcelo Paliga, Dr.

Pelotas, 2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

R111m RODRIGUES, ARETUSA OLIVEIRA

Metodologia para identificação de manifestações patológicas baseada em estudo de caso na cidade de Pelotas/RS, aplicada ao desenvolvimento de banco de dados / ARETUSA OLIVEIRA RODRIGUES ; ARIELA DA SILVA TORRES, orientadora ; CHARLEI MARCELO PALIGA, coorientador. — Pelotas, 2016.

119 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Manifestações patológicas. 2. Fachadas. 3. Coleta de dados. 4. Banco de dados. I. TORRES, ARIELA DA SILVA, orient. II. PALIGA, CHARLEI MARCELO, coorient. III. Título.

CDD : 720

Aretusa Oliveira Rodrigues

**METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
BASEADA EM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PELOTAS/RS, APLICADA AO
DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE DADOS**

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.

15 de setembro de 2016.

Banca examinadora:

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

.....
Prof. Dr. Charlei Marcelo Paliga (Co-orientador)
Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....
Prof. Dra. Rosilena Martins Peres
Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....
Prof. Dra. Margarete Regina Freitas Gonçalves
Doutora em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....
Prof. Dra. Nirce Saffer Medvedovski
Doutora em Estruturas Ambientais Urbanas pela Universidade de São Paulo

Dedico este trabalho à minha família,
que é a base de tudo na vida.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço ao meu pai Jader Amaro Netto Rodrigues e à minha mãe Margot Oliveira Rodrigues, pelo constante incentivo e apoio em todos os caminhos que percorri e ainda percorro na minha vida.

À minha orientadora Ariela da Silva Torres e meu co-orientador Charlei Marcelo Paliga, pela confiança e dedicação e principalmente pelos conhecimentos que me foram passados.

À minha irmã, Natália Oliveira Rodrigues, que nos últimos anos, mesmo longe, sempre que possível estava presente e interessada no andamento do meu trabalho.

Ao meu namorado Victor Maciel, pela compreensão dos momentos que deixei de estar presente e pelo apoio durante todo período do Mestrado.

Aos meus colegas de trabalho do Instituto Federal Sul-rio-grandense pela ajuda durante este período, principalmente à minha colega e amiga, Viviane Müllech Ritter a qual me deu amparo e apoio durante as angústias, e à Direção do Câmpus Pelotas Visconde da Graça por permitir flexibilidade nos meus horários para a realização e conclusão desta pós-graduação.

Aos meus colegas e professores do PROGRAU (Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo) pelas trocas de experiências e de conhecimentos.

Aos meus colegas e amigos do NEPAMAT (Núcleo de Estudos de Patologia e Materiais em Edificações da Universidade Federal de Pelotas) pela disposição de sempre estarem querendo ajudar, pela amizade, pela compreensão, pelos diálogos e pelas experiências compartilhadas.

À Tamara Meneghetti da Cruz, pela paciência e pelo suporte dado na parte de programação computacional.

À Caixa Econômica Federal e a administradora que permitiram a realização do trabalho no Residencial Querência e aos moradores e funcionários do condomínio pela cordialidade durante o período de coleta de dados.

Aos participantes da enquete pela atenção, responsabilidade e dedicação dada durante a realização da pesquisa, concedendo um pouco de seu tempo e seu conhecimento ao desenvolvimento desse trabalho.

E por fim, a toda minha família (primos, tios, avós,...) e aos meus amigos, que são estes que completam a minha vida.

“A vida me ensinou a nunca desistir, nem a ganhar, nem a perder, mas procurar evoluir”

Charlie Brow Jr.

Resumo

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

A preocupação com os problemas patológicos em edificações é muito antiga, podendo, estes danos, aparecerem em qualquer elemento da construção. Um dos componentes mais propícios a possuírem problemas patológicos é o revestimento de fachada, devido à sua exposição às intempéries. Assim, existem muitas metodologias de análise de manifestações patológicas, porém, as mesmas são desenvolvidas para atender as necessidades específicas do estudo realizado. Todavia há um consenso que os subsídios levantados na coleta de dados são fundamentais para a formulação do diagnóstico e a definição da conduta. Bem como, de que os conhecimentos de estudos de manifestações patológicas em edificações devem ser disponibilizados para servirem de subsídios a outros estudos semelhantes e continuar o desenvolvimento da área. Baseado neste contexto, o objetivo principal deste trabalho foi desenvolver um método de coleta de dados para identificação de manifestações patológicas em fachadas argamassadas nas posições solares sudeste e noroeste, considerando as características específicas da cidade de Pelotas/RS. Foram realizadas observações dos danos de fissura, descolamento e umidade com presença de microrganismos e sujidade nas fachadas, analisando a influência dos horários do dia e das estações do ano. Os dados coletados foram utilizados no desenvolvimento de um banco de dados para inserção e busca de manifestações patológicas em edificações para a cidade de Pelotas/RS. Como resultados, verificou-se a influência do horário do dia das 12:00 horas e da estação da primavera em imagens fotográficas no dano de umidade com presença de microrganismo e sujidade; somente do horário do dia no problema patológico de fissura, o qual foi considerado os horários os quais não houveram projeções direta dos raios solares nas fachadas; e, não encontrou-se influência das variáveis, horário do dia e época do ano na manifestação patológica de descolamento, não identificando diferença significativa entre as imagens coletadas. E por fim, foi disponibilizado para utilização via web o banco de dados de manifestações patológicas em edificações para a cidade de Pelotas/RS, o qual possibilitou o armazenamento dos dados coletados nesse estudo, e também de trabalhos subsequentes a este com a utilização do método proposto, além de proporcionar ao público à busca desses dados.

Palavras-chave: manifestações patológicas, fachadas, coleta de dados, banco de dados.

Abstract

RODRIGUES, Aretusa Oliveira. **Methodology for identifying pathological manifestations based on case study in the city of Pelotas/RS applied to database development.** 2016. 119f. Thesis (Masters' in Architecture and Urban Planning) – Graduate Program in Architecture and Urban Planning, UFPel, Pelotas.

Concern about the pathological problems in buildings is very old and can this damage, appear in any building element. One of the most prone component to having problems pathological is the exterior cladding, due to its exposure to weather. Thus, there are many methods of analysis of pathological manifestations, but they are developed to answer the specific needs of the study performed. However there is a consensus that subsidies of the data collection are fundamental to the formulation of the diagnosis and the definition of conduct. And that the knowledge of the studies about pathological manifestations in buildings should be available to serve as subsidies to other similar studies and continue the development of the area. Based on this context, the main objective of this work was to develop a data collection method for identifying pathological manifestations in mortar facades in the southeast and northwest solar positions, considering the specific characteristics of the city of Pelotas/RS. Observations were fulfill of crack, detachment and humidity with the presence of microorganisms and dirt on the facades, analyzing the influence of time of day and the seasons. The data collected were used in developed a database to insert and search for pathological manifestations in buildings for the city of Pelotas/RS. As results, it was the influence of the time of day 12:00 and spring season in photographic images in the damage of the humidity with the presence of microorganisms and dirt; only the time of day in the pathological problem of cracking, which was considered the time that there were no direct projections from sunlight on the facades; and not found to influence the variables, time of day and time of year , in the pathological manifestation of detachment, not identifying significant difference between the images collected. And finally, it was available for use via the web the pathological manifestations database in buildings for the city of Pelotas/RS, which enabled the storage of the data collected in this study, and also subsequent work on this with the use of the method proposed, further to providing search for data for the public.

Keywords: pathological manifestations, facades, data collect, database.

Lista de Figuras

Figura 1 – Condições externas e internas dos ambientes.....	25
Figura 2 – Camadas do revestimento de argamassa.....	27
Figura 3 – Mancha de umidade no peitoril de janela em uma edificação na cidade de Pelotas.....	31
Figura 4 – Eflorescência no peitoril de janela na sala 01 da casa Eliseu Maciel na cidade de Pelotas.....	33
Figura 5 – Crescimento biológico em uma edificação histórica (casa 06) na cidade de Pelotas/RS.....	34
Figura 6 – Descolamento com empolamento no pavimento térreo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPel.....	35
Figura 7 – Umidade com empolamento em edificação histórica na cidade de Pelotas/RS.....	35
Figura 8 – Fissura mapeada em fachada de um prédio central na cidade de Pelotas/RS.....	37
Figura 9 – Configurações básicas das fissuras em alvenaria.....	38
Figura 10 – Trinca no peitoril na fachada do prédio da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas.....	39
Figura 11 – Descolamento em placa em revestimento de argamassa inorgânica em fachadas da zona central da cidade de Pelotas/RS.....	41
Figura 12 – Descolamento com pulverulência em empreendimento de habitação de interesse social na Pelotas/RS.....	42
Figura 13 – Descolamento de pintura no revestimento argamassado na fachada principal do prédio Eliseu Maciel na cidade de Pelotas/RS.....	43
Figura 14 – Sujidade na cimalha da fachada da casa Eliseu Maciel Pelotas/RS.....	44
Figura 15 – Sujidade com origem de colapso da calha em residência na cidade de Rio Grande/RS.....	44
Figura 16 – Fluxograma de atuação para resolução de problemas patológicos.....	46
Figura 17 – Técnicas in situ mecânicas: parâmetros medidos/avaliados e tipos de manifestações patológicas.....	49
Figura 18 – Técnicas in situ sensoriais: parâmetros medidos/avaliados e tipos de manifestações patológicas.....	49

Figura 19 – Técnicas in situ eletroquímicas: parâmetros medidos/avaliados e tipos de manifestações patológicas.	50
Figura 20 – Técnicas in situ químicas, elétricas e hidrodinâmicas: parâmetros medidos/avaliados e tipos de manifestações patológicas.	50
Figura 21 – Geração de imagem panorâmica do Instituto de Educação Superior de Brasília: (a) mosaico de fotografias e (b) imagem panorâmica.	54
Figura 22 – Parte de patologias do site da PATORREB.	57
Figura 23 – Biblioteca de manifestações patológicas do site da NUS.....	58
Figura 24 – Características do MySQL.	60
Figura 25 – Fluxograma de acesso ao banco de dados MySQL.....	61
Figura 26 – Método de pesquisa utilizado no trabalho.	62
Figura 27 – Delineamento de pesquisa.....	63
Figura 28 – Localização do Condomínio Querência.....	65
Figura 29 – Fachadas principais do Residencial Querência.	65
Figura 30 – Implantação do Residencial Querência (Adaptado de planta fornecida pela Construtora Roberto Ferreira em 2006).....	66
Figura 31 – Convenção de representação das manifestações patológicas.	67
Figura 32 – Parte do mapa de danos de parte da fachada sudeste do Querência 03.	67
Figura 33 – Pontos de coleta de dados do estudo piloto.....	68
Figura 34 – Colorações das fachadas do Residencial Querência.	69
Figura 35 – Esquematização da coleta de dados.....	69
Figura 36 – Coleta das imagens fotográficas do estudo piloto.	70
Figura 37 – Pontos de coleta de dados.....	73
Figura 38 – Gráfico de caracterização dos participantes da enquete.....	75
Figura 39 – Estrutura da enquete.....	76
Figura 40 – Inserção de dados no banco de dados.	78
Figura 41 – Busca de dados no banco de dados.	79
Figura 42 – Resultado da busca de dados no banco de dados.	79
Figura 43 – Horários do dia para as fissuras da fachada sudeste.....	82
Figura 44 – Horários do dia para as fissuras da fachada sudeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.	83
Figura 45 – Estações do ano para as fissuras da fachada sudeste.	83

Figura 46 – Estações do ano para as fissuras da fachada sudeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.	84
Figura 47 – Horários do dia para as fissuras da fachada noroeste.	85
Figura 48 – Horários do dia para as fissuras da fachada noroeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.	85
Figura 49 – Estações do ano para as fissuras da fachada noroeste.	86
Figura 50 – Estações do ano para as fissuras da fachada noroeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.	86
Figura 51 – Horários do dia para descolamentos da fachada sudeste.	87
Figura 52 – Horários do dia para descolamentos da fachada sudeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.	88
Figura 53 – Estações do ano para descolamento da fachada sudeste.	88
Figura 54 – Estações do ano para descolamentos da fachada sudeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.	89
Figura 55 – Horários do dia para descolamentos da fachada noroeste.	89
Figura 56 – Horários do dia para descolamentos da fachada noroeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.	90
Figura 57 – Estações do ano para descolamento da fachada noroeste.	90
Figura 58 – Estações do ano para descolamentos da fachada noroeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.	91
Figura 59 – Horários do dia para umidade com ou sem presença de microrganismos e sujidade da fachada sudeste.	92
Figura 60 – Estações do ano para umidade com ou sem presença de microrganismos e sujidade da fachada sudeste.	92
Figura 61 – Horários do dia para umidade com ou sem presença de microrganismos e sujidade da fachada noroeste.	93
Figura 62 – Estações do ano para umidade com ou sem presença de microrganismos e sujidade da fachada noroeste.	94
Figura 63 – Tela inicial do banco de dados.	96
Figura 64 – Tela de inserção da imagem da manifestação patológica.	97
Figura 65 – Tela de inserção da imagem da manifestação patológica.	97
Figura 66 – Tela de inserção dos dados de captura da imagem.	98
Figura 67 – Tela de inserção dos dados de localização do elemento que possui manifestação patológica na edificação.	99

Figura 68 – Tela de inserção dos dados da superfície que possui manifestação patológica.....	99
Figura 69 – Tela de inserção dos dados da aparência visual da manifestação patológica.....	100
Figura 70 – Tela de inserção dos dados das possíveis causas e medidas de reparo da manifestação patológica e botão de adicionar o conteúdo.....	100
Figura 71 – Tela com mensagem de sucesso na inserção da imagem.....	101
Figura 72 – Tela com mensagem de imagem não adicionada e verificação dos campos preenchidos.	101
Figura 73 – Armazenamento do banco de dados.....	101
Figura 74 – Formulário busca de dados – parte de inserção de imagem dados de captura da imagem e localização do elemento que possui manifestação patológica na edificação.	102
Figura 75 – Formulário busca de dados – parte da superfície, aparência visual da manifestação patológica e botão de busca.	103
Figura 76 – Exemplo de resultado da busca no banco de dados para fissura inclinada.....	104
Figura 77 – Exemplo de resultado da busca no banco de dados para descolamento de pintura.	104
Figura 78 – Exemplo de resultado da busca no banco de dados para umidade com presença de microrganismos na viga de fundação.	104

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Análise de distância de descolamento da fachada sudeste.	71
Tabela 2 – Cronograma de coleta de dados.	72
Tabela 3 – Imagens para análise do descolamento da fachada sudeste.	74
Tabela 4 – Condições climáticas dos dias de coleta de dados.	81
Tabela 5 – Condições do céu nos dias de coleta de dados.	81
Tabela 6 – Resumo dos resultados dos horários do dia.	95
Tabela 7 – Resumo dos resultados das estações do ano.	95

Sumário

1. Introdução	18
1.1 Objetivos	20
1.2 Delimitações	21
1.3 Estrutura do Trabalho	22
2. Revisão bibliográfica	24
2.1 Revestimento de fachadas	24
2.1.1 Revestimento de argamassa.....	26
2.1.2 Manifestações patológicas em fachadas revestidas de argamassa	28
2.1.2.1 Umidade	30
2.1.2.1.1 Eflorescência.....	32
2.1.2.1.2 Bolor (fungos filamentosos).....	33
2.1.2.1.3 Descolamento com empolamento	34
2.1.2.2 Fissuras e trincas	36
2.1.2.3 Descolamento de revestimento	39
2.1.2.4 Sujidade	43
2.2 Métodos de identificação e armazenamento de dados de manifestações patológicas em edificações	45
2.2.1 Identificação de manifestações patológicas em edificações	45
2.2.1.1 Métodos de análise na fase de investigação	47
2.2.1.1.1 Observação visual.....	51
2.2.1.1.2 Registros fotográficos.....	52
2.2.2 Armazenamento de dados de levantamentos de manifestações patológicas em edificações	54
2.2.2.1 Fichas de Catalogação.....	55
2.2.2.2 Desenvolvimento de banco de dados.....	58
3. Metodologia de pesquisa	62
3.1 Delineamento de pesquisa	63
3.2 Objeto de estudo	63
3.3 Estudo piloto	66
3.3.1 Mapeamento das manifestações patológicas.....	66
3.3.2 Análise das distâncias para coleta de dados das manifestações patológicas	68

3.4 Definição das variáveis	71
3.4.1 Horário do dia.....	72
3.4.2 Época do ano	72
3.5 Coleta de dados	72
3.6 Análise visual dos dados coletados	74
3.7 Análise dos resultados da enquete e proposta de método de coleta de dados para observação de manifestações patológicas em fachadas na cidade de Pelotas/RS	76
3.8 Desenvolvimento do banco de dados para inserção de dados de manifestações patológicas em edificações na cidade de Pelotas/RS.....	77
4. Resultados e discussões	80
4.1 Resultados da coleta de dados para identificação de manifestações patológicas em fachadas.....	80
4.1.1 Condições dos dias de coleta de dados	80
4.1.2 Análise das imagens fotográficas para identificação de manifestações patológicas em fachadas.....	82
4.1.2.1 Fissura.....	82
4.1.2.2 Descolamento.....	87
4.1.2.3 Umidade com ou sem microrganismos e com ou sem sujidade.....	91
4.2 Banco de dados para inserção e busca de manifestações patológicas.....	96
4.2.1 Inserção de dados.....	96
4.2.2 Busca de dados.....	101
5. Conclusões	106
5.1 Sugestões para trabalhos futuros.....	107
Referências bibliográficas.....	109
Apêndice A – Mapas de Danos do Residencial Querência.....	CD
Apêndice B – Tabelas de Análise das Distâncias	CD
Apêndice C – Tabelas de Análise das Manifestações Patológicas – Época do ano e horário do dia	CD

1. Introdução

Patologia é um termo que surgiu na área médica para considerar o desvio em relação ao que é considerado normal (FERREIRA, 2015). Na área da construção civil, este termo é utilizado para designar que a edificação ou seus componentes estão, por alguma razão, tendo um desempenho insatisfatório (CREMONINI, 1988). Assim, segundo o mesmo autor, faz-se necessário uma análise através de seus sintomas, suas origens e causas, mecanismos de ocorrência e consequências.

O estudo, na área de Patologia das Edificações, ganhou importância em nível internacional na década de 60, primeiramente com elementos estruturais e posteriormente estendeu-se aos demais elementos construtivos (TERRA, 2001). No Brasil, já em 1980, Ioshimoto realizou um trabalho pesquisando a ocorrência de problemas patológicos em 36 conjuntos habitacionais (LICHTENSTEIN, 1986). No estado do Rio Grande do Sul, em 1988, Dal Molin realizou o primeiro estudo que quantificou os problemas patológicos ocorridos no referido estado, onde constatou que a maior incidência foi devido à fissuração (66,01%), umidade (18,08%), descolamentos (8,36%) e demais problemas (7,55%). Já, na cidade de Pelotas, Terra (2001) realizou um estudo das manifestações patológicas em revestimento de fachadas do centro da cidade, encontrando como lesões mais frequentes: manchas de sujeira ou vegetação parasitária, fissuras, umidade e descolamentos.

Nesta mesma época, com o aumento de construções de habitações de interesse social, intensificou-se o estudo de manifestações patológicas nestes tipos de edificações. Seguindo esta tendência, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas desenvolveu-se um estudo de manifestações patológicas em empreendimentos do Programa de Arrendamento Residencial (PAR). Em um dos empreendimentos estudados, na cidade de Pelotas, Azevedo et al. (2008) encontraram, nas áreas coletivas (fachadas, circulações e salão de festa), a irregularidade do acabamento como o problema com maior incidência, seguido por trincas, descolamento de revestimento e em menor frequência, a umidade. Outros estudos desenvolvidos na cidade foram os de Lannes (2011) e Guerra (2012).

As manifestações patológicas podem se desenvolver em todos e quaisquer elementos das edificações. Porém, segundo Ribeiro (2003), os revestimentos de fachada são os mais propícios a possuírem problemas patológicos devido a sua exposição às intempéries. Além disso, é esta parte da edificação que fica exposta a área pública, sendo visualizada pela comunidade e compondo a paisagem urbana de uma região.

Os revestimentos de fachadas mais usuais no Brasil são os compostos de argamassas e acabamento final (pintura, textura, etc.) ou com revestimentos cerâmicos (COSTA, 2013). Corroborando com esse dado, no estudo de Terra (2001), realizado na cidade de Pelotas, 90,1% do total das edificações estudadas possuíam revestimento de argamassa em suas fachadas. Kiss em 2003 já alertava que os revestimentos de argamassa estavam cada vez mais apresentando problemas, principalmente de fissuras, inclusive em fachadas e paredes de empreendimentos novos, que não tinham cumprido o seu prazo de garantia.

Com isso, segundo Consoli e Repette (2006), o estudo sistêmico de danos em fachadas é importante, pois este fornece subsídios relativos aos materiais e técnicas construtivas, bem como a compreensão da compatibilidade construtiva de diversos materiais e componentes que comprometem a durabilidade do edifício.

Assim, Lichtenstein em 1986 desenvolveu uma metodologia estruturada em três partes distintas para análise de problemas em edificações: levantamento de subsídios, diagnóstico da situação e definição de conduta. Esta metodologia é a mais utilizada até os dias atuais.

Para o mesmo autor, os subsídios levantados são fundamentais para a formulação do diagnóstico e a definição da conduta. Lichtenstein (1986) explica que o registro de subsídios pode ser realizado manualmente através de croquis e/ou indicações nas plantas ou pode ser feito através de registros permanentes como fotografias e filmagens. Atualmente, além de croquis, a fotografia é o registro permanente mais utilizado para o levantamento dos subsídios. E com os avanços tecnológicos, as máquinas fotográficas tornaram-se digitais, gerando imagens em alta resolução, proporcionando levantamentos de subsídios mais precisos.

O levantamento de subsídios gera um número significativo de dados. Segundo Gil (1991), para possibilitar a análise desses dados torna-se necessário organizá-los. Para realizar a organização de dados obtidos na pesquisa pode-se utilizar recursos manuais ou computacionais (SILVA e MENEZES, 2005;

PRODANOV e FREITAS, 2013). Um dos meios que pode ser utilizado é a criação de um banco de dados. Este é nada mais que um conjunto de dados que tem por objetivo atender não só o pesquisador, mas uma comunidade de usuários (HEUSER, 2009). E a partir destas informações é possível extrair um conhecimento mais completo, resumido e em menor quantidade, mas de maior inteligibilidade para a tomada de decisões (MATSUMOTO, 2006).

A partir do que já foi exposto chega-se a três importantes pontos que se interligam:

1. A grande diversidade de características regionais existentes no mundo e, dentro do próprio Brasil, ocasiona uma variedade de métodos de coleta de dados para identificação de manifestações patológicas que obedece às particularidades de cada região. A região de Pelotas/RS não possui nenhum método bem definido que considere suas características;

2. Considerando que os revestimentos de fachada são os mais propícios a possuírem problemas patológicos, e que o tipo de revestimento com maior incidência é o argamassado;

3. E a necessidade de um meio de organização e compilação dos dados coletados de manifestações patológicas, com a possibilidade de inserção e busca dos dados já armazenados.

A partir destes três pontos citados evidencia-se a importância de padronizar a coleta e armazenamento de dados através do uso de um banco de dados para cada localidade, além de ampliar a possibilidade de criação de modelos de degradação e da identificação de um padrão de aparecimentos de problemas patológicos na região.

1.1 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver um método de coleta de dados para identificação de manifestações patológicas em fachadas argamassadas nas posições solares sudeste e noroeste, considerando as características específicas da cidade de Pelotas/RS.

Esta pesquisa tem como objetivos específicos:

(1) Identificar a influência das variáveis horário do dia e época do ano na coleta de dados das manifestações patológicas em fachadas sudeste e noroeste na cidade de Pelotas/RS;

(2) Estruturar um banco de dados para inserção e busca de dados de manifestações patológicas;

(3) Possibilitar uma ferramenta computacional aberta ao público de busca de manifestações patológicas através de comparação de imagens;

1.2 Delimitações

O estudo delimita-se à cidade de Pelotas/RS, sendo os resultados os mais adequados para as suas características locais, podendo não ser o ideal para outras cidades com características diferentes, principalmente quanto às condições climáticas.

Este trabalho baseou-se nas manifestações patológicas mais frequentes nas fachadas da cidade de Pelotas/RS, segundo estudos realizados na região, como Terra (2001) e Azevedo et al. (2008), excluindo-se os danos mais específicos e com ocorrência remota.

Na coleta de dados delimitou-se o revestimento argamassado, devido ao mesmo ser um dos mais utilizados no Brasil (COSTA, 2013), inclusive na cidade de Pelotas/RS (TERRA, 2001).

O levantamento de dados foi realizado através de câmera fotográfica digital, em virtude de este equipamento ser de fácil acesso a qualquer usuário, além do mesmo ser bastante utilizado em estudos de manifestações patológicas em edificações.

As coletas ocorreram no primeiro pavimento das edificações, em razão de este ser o pavimento que mais ocorreu lesões no estudo de Terra (2001), com 85% dos casos estudados e também para não proporcionar distorção nas imagens dos danos registrados, possibilitando a captura perpendicularmente à superfície a qual possuía o problema patológico.

Na escolha do objeto de estudo, optou-se por um empreendimento do PAR (Programa de Arrendamento Residencial), devido à disseminação desse tipo habitação na cidade de Pelotas, sendo esta a cidade de maior produção deste tipo

empreendimento no Rio Grande do Sul (CHIARELLI, 2014), bem como pelo caráter social dessas edificações, as quais atendem pessoas de baixa renda. Dos condomínios de casas, escolheu-se o Residencial Querência, por causa de este ter acesso livre, pois localiza-se em vias públicas.

Baseado na escolha do objeto de estudo, o trabalho limitou-se às posições solares das fachadas principais desse empreendimento: sudeste e noroeste, considerando que na cidade de Pelotas/RS, no estudo de Terra (2001) evidenciou-se que a orientação das fachadas não está relacionada a quantidade de lesões.

1.3 Estrutura do Trabalho

Esta dissertação de mestrado foi estruturada em cinco capítulos, cujo conteúdo é apresentado nos próximos parágrafos.

O primeiro capítulo consiste da parte introdutória do trabalho, onde é apresentada a contextualização de onde esta pesquisa está inserida no cenário atual, a justificativa considerando a lacuna de conhecimento, o objetivo principal e os objetivos específicos, as delimitações e por fim a informação de como o texto está distribuído neste documento.

O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica, dividindo-se em duas partes. A primeira parte aborda o revestimento de argamassa e as manifestações patológicas mais presentes neste tipo de revestimento. E, a segunda parte explora métodos de identificação de manifestações patológicas em edificações, delimitando-se na fase de investigação, focando-se na observação visual e nos registros fotográficos, e por fim, discute o armazenamento dos dados coletados, com a apresentação de fichas de catalogação existentes e o desenvolvimento de banco de dados.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada no presente trabalho, e explica o método de pesquisa que foi utilizado. Após, apresenta o delineamento, explicando cada uma das etapas da pesquisa.

O capítulo quatro apresenta os resultados obtidos neste estudo, primeiramente no método de coleta de dados para identificação de manifestações patológicas em fachadas e posteriormente em relação ao banco de dados de imagens de manifestações patológicas.

No quinto capítulo são apresentadas as conclusões e considerações finais do trabalho, além de sugestões para trabalhos futuros.

E por fim, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas neste trabalho.

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

2. Revisão bibliográfica

Este capítulo está dividido em duas partes, a primeira aborda o revestimento de argamassa e suas manifestações patológicas e a segunda apresenta metodologias de identificação de manifestações patológicas em edificações e armazenamento dos dados coletados.

2.1 Revestimento de fachadas

Fachada é cada uma das faces exteriores de uma edificação. Segundo Sung (2016), as fachadas são elementos essenciais da paisagem urbana, não só por conectarem os usuários e o ambiente, mas também por desempenharem um importante papel funcional e estético. Silva et al. (2016) complementam, que a fachada representa a imagem pública dos edifícios.

Para Lima et al. (2014), as fachadas apresentam-se como um dos mais importantes subsistemas de uma edificação, principalmente em função de sua configuração, da extensão de suas áreas e de funcionarem como filtro entre os ambientes interno e externo.

Herzog et al. (2004) realizaram um esquema da fachada servindo de separação das condições externas e internas dos ambientes, conforme figura 1. Os mesmos autores consideram que as edificações reduzem as condições climáticas externas, tornando-as confortáveis para nós humanos.

As fachadas possuem acabamentos que são denominados revestimentos de fachadas. Para Resende et al. (2001), os revestimentos de fachada exercem um papel de fundamental importância para a garantia da durabilidade da edificação como um todo, uma vez que têm como uma de suas principais funções a proteção das vedações contra os diversos agentes agressivos.

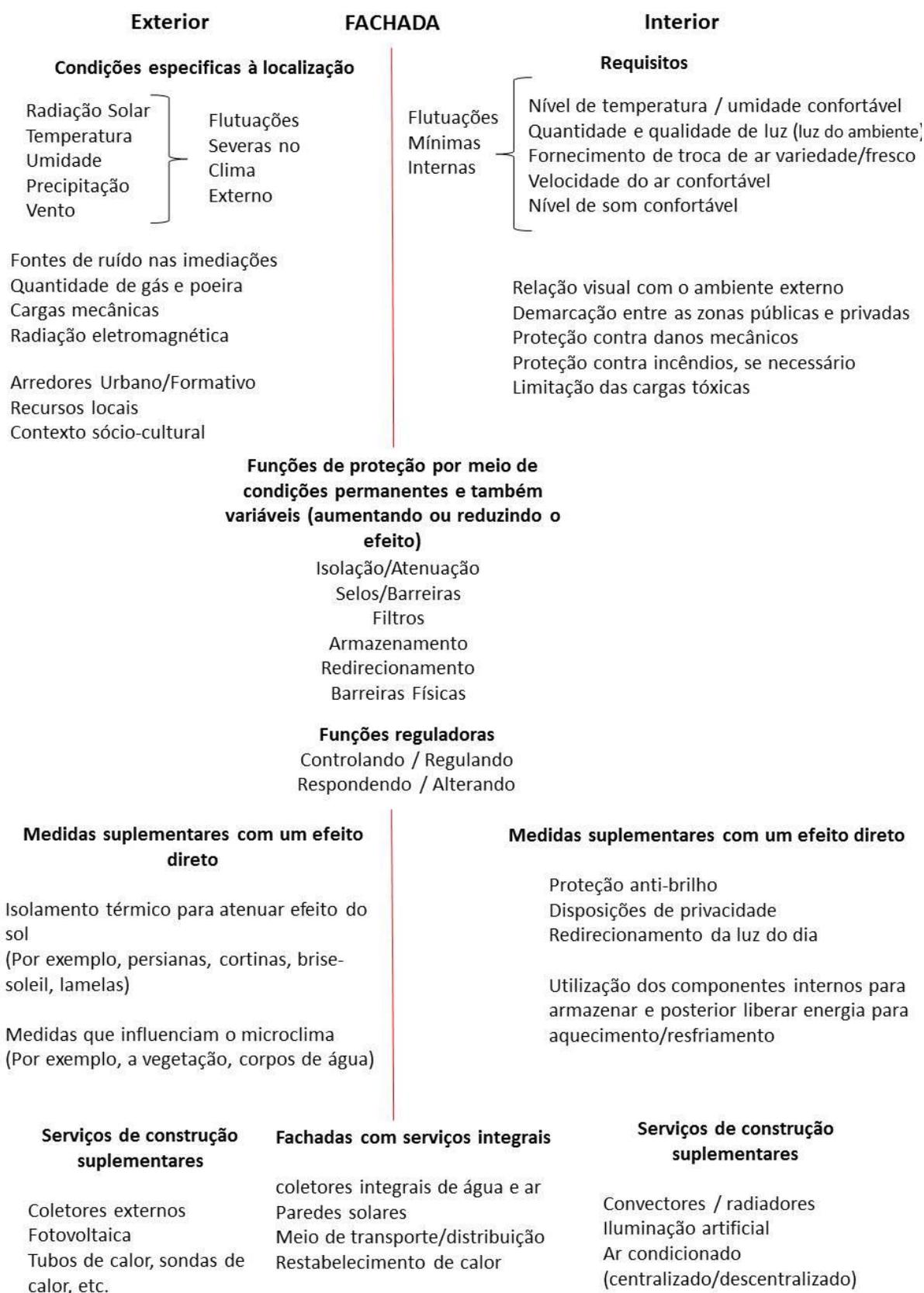


Figura 1 – Condições externas e internas dos ambientes.

Fonte: Adaptado de HERZOG et al., 2004.

Segundo Antunes (2010), são diversas as alternativas de revestimentos para fachadas, como pastilhas cerâmicas, argamassas decorativas, pinturas, tijolos aparentes, pedras assentadas e mais modernas como painéis de vidro e alumínio, entre outros. Costa (2013) afirma que os revestimentos de fachadas mais usuais no Brasil são os compostos de argamassas e acabamento final (pintura, textura, etc.) ou de revestimentos cerâmicos.

Para Gaspar e Brito (2005), a argamassa é um dos revestimentos externos mais comuns em fachadas devido ao seu custo relativamente baixo e ao fato de que sua execução requer menos habilidades tecnológicas quando comparado a outras soluções de revestimento disponíveis.

2.1.1 Revestimento de argamassa

A NBR 13529 (ABNT, 1995) especifica que a argamassa de revestimento é uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, podendo conter ou não aditivos ou adições.

A NBR 13529 (ABNT, 1995) também explica que o revestimento de argamassa é um revestimento que possui uma ou mais camadas superpostas de argamassa. E estas, dependendo de suas composições e sua aplicação no revestimento, recebem diferentes denominações, conforme demonstrado na figura 2 e definidas a seguir:

- Chapisco: camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento (ABNT NBR 13529, 1995), constituída de mistura de cimento, areia e aditivos (ABCP, 2002);

- Emboço: camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo, ou que se constitua no acabamento final (ABNT NBR 13529, 1995).

- Reboco: camada de revestimento utilizada para revestimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final (ABNT NBR 13529, 1995).

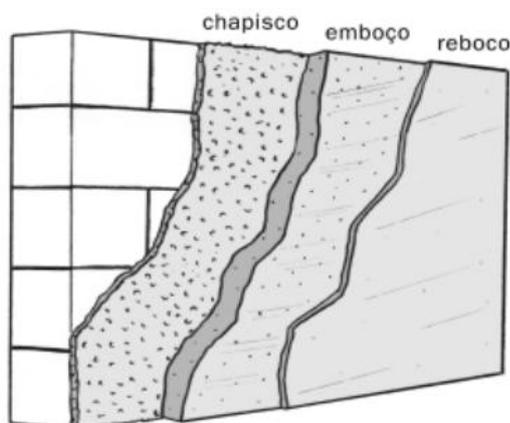


Figura 2 – Camadas do revestimento de argamassa.

Fonte: ABCP, 2002.

Atualmente, para diminuir o tempo de execução do revestimento, tem-se utilizado a camada única, que de acordo com ABCP (2002) cumpre a função do emboço e do reboco.

Para Recena (2007) as argamassas de revestimento têm como funções primordiais:

- Impermeabilizar o substrato de aplicação;
- Garantir bom acabamento ao parâmetro revestido;
- Absorver as deformações naturais a que uma estrutura está sujeita;
- Regularizar e/ou proteger mecanicamente substratos constituídos por sistemas de impermeabilização ou isolamento termoacústico.

Considerando os aglomerantes inorgânicos, a ABCP (2002) considera que as argamassas mais utilizadas para revestimento no Brasil são as argamassas à base de cal, à base de cimento e argamassas mistas de cal e cimento.

Segundo Chaves (2009), para ter um revestimento de boa qualidade, de desempenho satisfatório e de elevada durabilidade e impermeabilidade é necessário ter-se um bom planejamento de execução do mesmo. E a mesma autora complementa que para obter padrões de satisfação de determinado revestimento, deve-se sempre olhar para este, como sendo um elemento inseparável do seu suporte.

Assim como a fachada, que para Knaack et al. (2014), é um elemento integrante de todo o edifício, o revestimento de argamassa tem um impacto decisivo nos processos de projeto e construção.

Segundo Zemella e Faraguna (2014), como a fachada é uma mistura de desempenho e estética, esta é possível de ser uma grande oportunidade de projeto com adoção de uma abordagem correta. Porém, segundo Chaves (2009), os projetos não estruturais de um edifício não apresentam a qualidade que lhes é exigida, incluindo nestes os projetos de fachada, que para a autora são deficientes em termos de soluções construtivas, possuem restrições de carácter econômico e utilização de mão-de-obra deficiente. Para Beasley (2014) alguns tipos de fachadas apresentam características mais suscetíveis a falhas e a compreensão destas características pode ajudar projetistas e proprietários a evitar, (ou pelo menos estar preparado para) falhas de fachada. SILVA (2011) considera necessário, também, um projeto específico para o sistema de revestimento de fachada, especificando os materiais, e traçando um plano de execução, mostrando todas as etapas do processo executivo, isto para evitar problemas que ocorrem nas fachadas.

Para Silva et al. (2016), uma vez que o revestimento é a camada mais exterior do edifício, e, portanto, mais exposto a agentes causadores de degradação, é também a camada mais propensa a falhas. E Gaspar e Brito (2005) afirmam que devido a ampla utilização de argamassa em revestimento, bem como pouco ou nenhum investimento em estratégias de manutenção, faz com que as fachadas argamassadas tenham altos níveis de degradação. O que é corroborado, no Brasil, por Ferreira et al. (2010), onde afirmam que apesar do intenso uso dos revestimentos argamassados é muito frequente a ocorrência de manifestações patológicas nos mesmos, ocasionando prejuízos aos diversos setores envolvidos. Na cidade de Pelotas/RS, em um estudo realizado por Mattos et al. (2002) em fachadas de edificações na zona central da cidade, identificou-se que o revestimento que possuía mais lesões foi o reboco executado em argamassa inorgânica.

2.1.2 Manifestações patológicas em fachadas revestidas de argamassa

Maia Neto et al. (1999) explicam que a durabilidade dos revestimentos é a capacidade destes manterem o desempenho de suas funções ao longo do tempo para as quais foram projetados. Porém, segundo Chaves (2009), passado um período de tempo os materiais de revestimento perdem o seu desempenho esperado, sofrendo um conjunto de transformações na sua superfície, motivadas por

fatores extrínsecos e intrínsecos que atuam simultaneamente, começando, assim, o seu processo de envelhecimento. Os fatores extrínsecos são os relacionados às solicitações e intempéries que atuam sobre o revestimento e os fatores intrínsecos são os relacionados aos materiais e suas propriedades utilizadas nos revestimentos.

Ribeiro (2003) considera que o edifício fica exposto ao clima por toda a sua existência, por isso sua fachada está propícia à presença de manifestações patológicas, e Chaves (2009), considera inúmeros os danos que afetam a superfície exterior das edificações.

Chew et al. (1998) consideraram que as principais causas dos defeitos em fachadas de edificações são devido à ação de pressões de vento, ao conhecimento insuficiente sobre a construção e/ou fixação do revestimento, ao conhecimento insuficiente sobre a durabilidade desta fixação do revestimento, à incapacidade de realização de manutenção necessária ou identificação incorreta da causa do defeito, à falha de fixação, às informações imprecisas dos fabricantes dos materiais utilizados e à falta de conhecimento das propriedades físicas, desempenho e potencial de deterioração dos materiais. Com isso, para Borges et al. (2014), os revestimentos de fachada são os primeiros elementos que necessitam de intervenções.

Segundo Ceotto et al. (2005), os principais problemas patológicos observados nos revestimentos externos são o aparecimento de fissuras e trincas, descolamentos e alteração precoce no aspecto original do material, como, por exemplo, a perda da coloração, baixo desempenho e a baixa durabilidade dos materiais. Considerando a cidade de Pelotas/RS, Terra (2001) encontrou como danos mais frequentes em fachadas: manchas de sujeira ou vegetação parasitária, fissuras, umidade e descolamentos.

Em relação às manifestações patológicas em revestimento argamassado, Ferreira et al. (2010) realizaram uma pesquisa na qual encontraram as fissuras como maior percentual de ocorrência (87% das edificações), seguida pelos descolamentos com pulverulência (73% das edificações) e pelo mofo ou bolor (47% das edificações).

Considerando esses problemas patológicos em fachadas, Beasley (2014) enumerou dez fatores de risco de falhas em fachadas: (1) consequência da falha: risco para pedestres; (2) inadequado apoio: risco de progressão desproporcional de fracasso; (3) baixa tolerância à tensão: incapacidade de materiais de fachada ou suportes para resistir a tensões; (4) má confiabilidade: incerteza do desempenho da

fachada; (5) durabilidade inadequada: insuficiente capacidade de resistência, dureza, ou robustez; (6) construtibilidade pobre: dificuldade de execução sem erros; (7) manutenção pobre: necessidade de frequentes, difícil, e/ou manutenção dispendiosa; (8) gestão da água inadequada: incapacidade de controlar a água da chuva e infiltração; (9) pobre desempenho higrotérmico: controle de vapor de água inadequado; (10) ausência, sem sinais de alerta: a falta de sintomas de insuficiência visíveis.

Segundo Cincotto (1998), todos os danos existentes nos revestimentos externos têm importância do ponto de vista econômico e satisfação do usuário, não podendo classificá-los pela gravidade e/ou frequência.

Há uma diversidade de formas de classificar as manifestações patológicas. Porém, uma forma mais ampla destas serem classificadas é de acordo com Ioshimoto (1994 apud PERES, 2004), o qual as classifica em: umidade; fissuras e trincas e descolamento de revestimento. Abaixo é descrito sucintamente cada um desses problemas no revestimento argamassado de fachadas.

2.1.2.1 Umidade

Segundo Zanoni (2015), a presença de umidade nas construções constitui-se em uma das principais causas de degradação das edificações. A umidade nas edificações pode ter diversas origens:

- Umidade da obra, proveniente das etapas de construção;
- Umidade de absorção e capilaridade, proveniente da absorção da água existente no solo;
- Umidade de infiltração, provenientes das águas das chuvas e demais fenômenos meteorológicos;
- Umidade de condensação, provocada pela umidade do ar, pelo vapor da água, dependendo da época do ano;
- Umidade acidental, provocada por vazamentos ou rompimento nas instalações de água.

Zanoni (2015) incluiu a esta classificação mais uma categoria, a qual considerou importante para entender as origens e formas de umidade nas

edificações, sendo aquela originada do uso e manutenção dos prédios, por exemplo, as águas de limpeza e lavagem.

Nos fenômenos de absorção capilar e por infiltração ou fluxo superficial de água, a umidade chega aos materiais de construção na forma líquida. Nos demais casos a umidade é absorvida na fase gasosa (TAGUCHI, 2008). O mesmo autor continua informando que a infiltração de água pode ser agravada nos revestimentos de fachada pela ação combinada do vento, direção e intensidade tanto da chuva como do próprio vento, além das condições de exposição da alvenaria.

Para Zanoni (2015), os materiais a serem usados nos sistemas de fachada devem ser estanques à água líquida e, ao mesmo tempo, permitir as trocas de vapor, para que os teores de umidade dos materiais não favoreçam a ocorrência de manifestações patológicas oriundas da presença de umidade.

Segundo Cincotto (1988), a infiltração de água através de componentes da edificação manifesta-se por manchas de umidade, que pode ser acompanhada ou não de outras manifestações patológicas. A figura 3 demonstra mancha de umidade encontrada em um trabalho realizado por Lannes (2011) em prédios históricos preservados na cidade de Pelotas/RS. A autora identificou que as manifestações patológicas eram causadas, na sua maioria, por umidade, quer presente nas fachadas ou nos ambientes internos.



Figura 3 – Mancha de umidade no peitoril de janela em uma edificação na cidade de Pelotas.

Fonte: LANNES, 2011.

Bauer (1997) enumerou as manifestações patológicas mais comuns referentes aos problemas de umidade em edificações: manchas de umidade,

corrosão, bolor, fungos, algas, eflorescências, descolamentos de revestimentos, friabilidade de argamassas por dissolução de compostos com propriedades cimentíceas, fissuras e mudanças de coloração/tonalidade de revestimentos. Entre estas, Perez (1988) apud Peres (2004) considerou como os principais problemas patológicos causados por umidade a eflorescência, o bolor e o descolamento com empolamento.

2.1.2.1.1 Eflorescência

Eflorescência, segundo Chin e Petry (1993), é um depósito de água e sais solúveis na superfície e/ou no interior dos poros das paredes, na maioria dos casos manifestando-se na cor branca. Para Chwast et al. (2015), a eflorescência é um defeito de superfície típico comumente observado no tijolo, argamassa e concreto de fachadas.

As condições necessárias para que ocorra a formação desses depósitos em alvenarias e concretos são a coexistência de: água, sais solúveis em água e condições ambientais e de estrutura que proporcionem a percolação e evaporação da água. Segundo Menezes et al. (2006), não é possível a formação de depósitos de sais se um destes itens deixar de existir.

Para Edra (2008), os sais que se manifestam mais frequentemente no aparecimento de eflorescência são: os carbonatos, presentes em materiais de construção; os sulfatos, que são bastante higroscópicos e solúveis; os nitratos, de origem orgânica, mais frequentes em ambientes rurais; e, os cloretos, provenientes da água e ambiente marinhos.

No trabalho realizado por Lannes (2011) em prédios históricos preservados na cidade de Pelotas/RS, a autora encontrou eflorescência em todos os ambientes internos estudados. A figura 4 apresenta uma imagem de eflorescência presente neste estudo.



Figura 4 – Eflorescência no peitoril de janela na sala 01 da casa Eliseu Maciel na cidade de Pelotas.

Fonte: LANNES, 2011.

2.1.2.1.2 Bolor (fungos filamentosos)

Segundo Garcez (2009), a anomalia de desenvolvimento de vegetação parasitária/colonização biológica está diretamente relacionada com a acumulação de detritos e condições de umidade favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos biológicos e de vegetação de maior porte. Para Cornaro (2016), a presença de água ou umidade relativa elevada é a condição mais importante para crescimento microbiológico.

A vegetação parasitária mais recorrente nos estudos de manifestações patológicas é o desenvolvimento de bolor (fungos filamentosos). Para Antunes (2010), esse tipo de fungo promove a decomposição de diferentes tipos de componentes, notadamente dos revestimentos, ou de material orgânico sobre estes depositados. Apresentam coloração escura ou esverdeada (TEIXEIRA, 2011) e desenvolvem-se e se proliferam em condições de clima favoráveis, como em ambientes bastante úmidos, mal ventilados e/ou mal iluminados (ANTUNES, 2010).

Em Pelotas, Guerra (2012) realizou um estudo para analisar as causas e consequências da ocorrência dos fungos filamentosos, utilizando como objeto de estudo edificações históricas da cidade. Este estudo encontrou a ocorrência do crescimento de fungos filamentosos em diferentes escalas de extensão e intensidade. Um exemplo é apresentado na figura 5.



Figura 5 – Crescimento biológico em uma edificação histórica (casa 06) na cidade de Pelotas/RS.

Fonte: GUERRA, 2012.

2.1.2.1.3 Descolamento com empolamento

Segundo Cincotto (1988), o descolamento por empolamento acontece quando o reboco descola do emboço formando bolhas, cujos diâmetros vão aumentando progressivamente. Além disso, o reboco apresenta som cavo sob percussão. Bauer (1997) define como sendo expansões na argamassa endurecida devido à hidratação posterior de óxidos.

As causas mais prováveis para a ocorrência do descolamento com empolamento são infiltração da umidade e hidratação retardada do óxido de magnésio da cal (CINCOTTO, 1988). Pode-se perceber que estas causas estão ligadas à presença de água.

Para Lannes (2011), o descolamento da película de tinta também pode ser ocasionado pelo empolamento, sendo esta manifestação denominada vesícula. A autora continua informando que a vesícula apresenta aspectos de empolamento da pintura apresentando as partes internas das empolas nas cores branca, preta e vermelho acastanhado, além de bolhas contendo umidade no interior. Segundo Cunha (2011), as cores são brancas devido à hidratação retardada de óxidos de cálcio e magnésio das argamassas com cal, pretas devido às areias com pirita ou matéria orgânica, ou vermelho acastanhadas devido às areias com impurezas principalmente concreções ferruginosas, ou uso de desempenadeiras de aço oxidável.

Em Pelotas/RS, em estudos de manifestações patológicas, foi encontrado descolamento com empolamento em edificações de diferentes idades. O trabalho de Azevedo et al. (2008b) encontrou o referido dano no prédio da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas (Figura 6), que na época do levantamento possuía seis anos de construção. Já Lannes (2011) encontrou este problema em uma edificação histórica do século XIX (Figura 7).



Figura 6 – Descolamento com empolamento no pavimento térreo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPel.

Fonte: AZEVEDO et al., 2008b.



Figura 7 – Umidade com empolamento em edificação histórica na cidade de Pelotas/RS.

Fonte: LANNES, 2011.

2.1.2.2 Fissuras e trincas

Fissuras e trincas são pequenas aberturas que podem surgir tanto na estrutura como no revestimento de uma edificação (PERES, 2004). Referindo-se ao reboco, Flores-Colen e De Brito (2005) afirmam que trinca/fissura é qualquer abertura longitudinal que se estende pelo reboco. Para Peres (2004) o que difere trinca de fissura é sua abertura, a qual considera fissura uma abertura até 0,5mm e trinca aquelas com abertura de 0,5mm a 1,5mm.

Flores-Colen e De Brito (2005) afirmam que esta manifestação patológica é comum nos rebocos e que esta anomalia é a que mais influencia no desempenho do reboco externo.

Bauer (1997) considera que nas argamassas de revestimento a incidência de fissuras pode ocorrer devido à movimentação ou fissuração da base, devido a fatores relativos à execução do revestimento argamassado, solicitações higrotérmicas, e por retração hidráulica da argamassa.

Segundo Moch (2009), as edificações atualmente são construídas com paredes de menor espessura que antigamente, visando redução de custos, assim, a estrutura é mais solicitada, estando desta forma, também mais suscetível a movimentações causadas tanto por variações de temperatura e umidade, e conseqüentemente a presença de fissuras/trincas.

Para o estado do Rio Grande do Sul, Magalhães (2004) estudou as configurações típicas e a incidência de fissuras em alvenaria. Este encontrou a predominância de fissuras causadas por variação de temperatura e de fissuras causadas por recalque de fundações, considerando a incidência e a intensidade respectivamente.

As fissuras podem possuir basicamente duas configurações, estas podem ser mapeadas ou isoladas.

a) Fissuras mapeadas

As fissuras mapeadas são as de abertura bem pequena em várias direções. Para Gouveia et al. (2013), esse dano pode ser explicado devido à retração da argamassa de revestimento.

Segundo Sampaio (2010), os principais fatores que influenciam o aparecimento de fissuras mapeadas são: consumo de aglomerante, porcentagem de finos existentes na mistura e o teor de água de assentamento. A mesma autora acrescenta que outros fatores como má aderência entre a argamassa e a base, a espessura delas, o tempo de aplicação entre uma e outra, a rápida perda de água durante o endurecimento devido ao vento ou à insolação também influenciam o seu aparecimento.

As fissuras mapeadas aparecem geralmente nos revestimentos de fachada. Os estudos de Terra (2001) e Lannes (2011) encontraram esta manifestação patológica em fachadas na cidade de Pelotas/RS. Mattos et al. (2002) em seu trabalho na área central da cidade de Pelotas verificou que 25,71% das edificações estudadas possuíam fissuras mapeadas em suas fachadas, sendo este um dos problemas mais frequentes encontrados na amostra estudada. A figura 8 apresenta uma fachada com fissuras mapeadas na área central da cidade de Pelotas/RS.



Figura 8 – Fissura mapeada em fachada de um prédio central na cidade de Pelotas/RS.

Fonte: TERRA, 2001.

b) Fissuras isoladas

As fissuras isoladas podem se desenvolver nas direções horizontal, vertical, diagonal ou combinação destas (SAMPAIO, 2010). Na figura 9, Holanda (2002) apresentou as configurações básicas das fissuras isoladas em alvenaria.

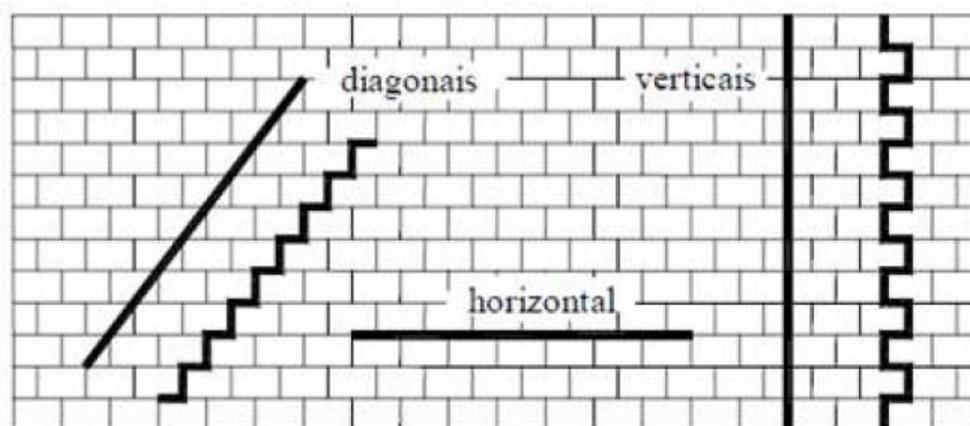


Figura 9 – Configurações básicas das fissuras em alvenaria.

Fonte: HOLANDA (2002).

Para Bauer (1997), as prováveis causas para o aparecimento de fissuras isoladas são: consumo elevado de cimento na argamassa de revestimento; teor de finos elevado na argamassa de revestimento; consumo elevado de água de amassamento na argamassa de revestimento; número e espessura das camadas (ABNT NBR 7200, 1998); argamassa com baixa retenção de água; cura deficiente e/ou falta de cura; aplicação de camadas de argamassas com resistências inadequadas interpostas (ABNT NBR 7200, 1998); cobrimento deficiente do concreto; base com blocos de concreto não curados, com resistência inferior à especificada e/ou com dimensões fora da tolerância; base de tijolos maciços com resistência inferior à especificada; falta de chapisco no fundo das vigas; chapisco preparado com areia fina; argamassa de assentamento da alvenaria não ter retraído; levantar alvenaria de pelo menos dois andares superiores; aplicação de cargas em lajes vizinhas à alvenaria; laterais de pilares sem amarração ou executada de maneira deficiente (ABNT NBR 8545, 1984); material de encunhamento sujeito à retração; elevação da alvenaria em um único lado; uso de concretos com composições diferentes; tipo de lançamentos diferentes (convencional/ bombeado); ausência de verga, contra verga e cintas; laje em balanço com ferragem negativa deslocada; encunhamento deve ser realizado do último pavimento para o primeiro; laje com sobrecargas; falta ou deficiência de isolamento térmico na laje de cobertura; recalque diferencial da estrutura; execução de revestimento contínuo sobre junta de dilatação da estrutura; platibanda com número insuficiente ou sem

pilaretes e cinta de amarração; e, interfaces por instalações executadas posteriormente ao revestimento.

Na grande maioria dos estudos de manifestações patológicas em edificações realizados na cidade de Pelotas/RS foram encontradas fissuras e/ou trincas em vários elementos dos prédios estudados, como em Terra (2001), Peres (2001), Mattos et al. (2002), Lannes (2011), Azevedo et al. (2008a) e Azevedo et al. (2008b). A figura 10 apresenta uma trinca na fachada de revestimento argamassado no prédio da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas (AZEVEDO et al., 2008b).



Figura 10 – Trinca no peitoril na fachada do prédio da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas.

Fonte: AZEVEDO et al., 2008b.

2.1.2.3 Descolamento de revestimento

Descolamentos ocorrem quando se separam uma ou mais camadas dos revestimentos de argamassa, podendo apresentar extensão variável, desde áreas restritas até dimensões que abrangem a totalidade de uma alvenaria (BAUER, 1997).

Carasek e Cascudo (2007) relatam que o descolamento do revestimento, principalmente aplicado sobre as estruturas de concreto armado e protendido, é uma das manifestações patológicas cada vez mais frequentes, e também afirmam que

isto está sendo relatado por diversos autores. Para English Heritage (2011) quanto maior a área de descolamento maior o risco de colapso.

Os descolamentos podem manifestar-se com empolamento, em placas, ou com pulverulência (BAUER, 1997).

a) Descolamento com empolamento: é quando a superfície do reboco descola do emboço, formando bolhas que aumentam progressivamente (SEGAT, 2005). Esta manifestação patológica já foi explicada mais detalhadamente no item 2.1.3.1.3 (descolamento com empolamento), considerando que este dano é causado pela presença de umidade nas edificações.

b) Descolamento em placas: Bauer (1997) define descolamento em placas como deficiência de aderência entre camadas de argamassa ou das mesmas com a base. Sob percussão o revestimento que contém descolamento em placas apresenta som cavo (CINCOTTO, 1988).

As causas mais prováveis para a ocorrência do descolamento por placas, segundo Cincotto (1988) são: superfície apresenta placas frequentes de mica; argamassa muito rica (excesso de cimento); argamassa magra; argamassa em espessura excessiva (ABNT NBR 7200, 1998); superfície da base muito lisa; superfície da base contaminada com substâncias hidrófugas; ausência de camada de chapisco. Bauer (1997) acrescenta: molhagem deficiente da base, comprometendo a hidratação do cimento da argamassa; chapisco preparado com areia fina; acabamento superficial inadequado de camada intermediária; aplicação de camadas de argamassas com resistência inadequadas interpostas (a resistência deve ser reduzida da base para o material de acabamento, NBR 7200 (ABNT, 1998)).

Em um estudo realizado por Terra (2001) em fachadas da zona central da cidade de Pelotas/RS, encontrou-se que o descolamento em placa foi uma das manifestações patológicas mais frequentes, ficando atrás somente das manchas e umidade ascensional, conforme demonstrado na figura 11.



Figura 11 – Descolamento em placa em revestimento de argamassa inorgânica em fachadas da zona central da cidade de Pelotas/RS.

Fonte: TERRA, 2001.

c) Descolamento com pulverulência: Para Cincotto (1988), descolamento com pulverulência ocorre quando a película de tinta descola arrastando o reboco e desagregando-se facilmente, apresentando som cavo sob percussão. Segundo Bauer (1997), o descolamento com pulverulência também pode ser chamado de argamassa friável e é a desagregação do revestimento, tendo como consequência o esfarelamento da argamassa ao ser pressionada manualmente.

Segundo Cincotto (1988), as causas mais prováveis para a ocorrência do descolamento por pulverulência são: excesso de finos no agregado; traço pobre em aglomerantes; traço excessivamente rico em cal; ausência de carbonatação da cal e reboco com espessura excessiva. Bauer (1997) complementa com: emprego de adições substitutas da cal hidratada, sem propriedades de aglomerante; hidratação inadequada da fração cimento da argamassa; argamassa utilizada após prazo de utilização (tempo de pega do cimento); tempo de estocagem ou estocagem inadequada, comprometendo a qualidade da argamassa; emprego de argamassa contendo cimento e adição de gesso (reação expansiva pela formação de etringita).

Em um estudo realizado por Ferreira et al. (2010) em prédios de Minas Gerais, onde encontrou quantidade expressiva de descolamentos com pulverulência, afirmou que esta degradação é agravada pela umidade ascendente e pelas deficiências nas esquadrias que permitem a percolação da água de chuva.

Na cidade de Pelotas/RS também se encontrou problema de descolamento com pulverulência, conforme estudo realizado por Kurz et al. (2014) em um empreendimento de habitação de interesse social (Figura 12).



Figura 12 – Descolamento com pulverulência em empreendimento de habitação de interesse social na Pelotas/RS.

Fonte: KURZ et al., 2014.

d) Descascamento de Pintura: Além dos descolamentos citados acima, o descolamento de revestimento também pode ocasionar o descascamento das pinturas (PERES, 2001). Segundo Cincotto (1983 apud PERES, 2001), o descascamento da pintura pode ser manifestado por: perda de aderência da película; pulverulência ou descolamentos, com posterior perda de aderência; escamação da película; preparo inadequado do substrato ou ausência de preparação; aplicação em substrato instável; aplicação em base úmida; tinta com baixa resistência a álcalis aplicada sobre substrato úmido e alcalino havendo perda de aderência, sinais de pulverulências e manchas de umidade; aplicação de tinta que forme película impermeável, em base úmida.

No trabalho realizado por Lannes (2011) em prédios históricos preservados na cidade de Pelotas/RS, a autora encontrou descolamento de pintura na fachada principal de revestimento argamassado da casa Eliseu Maciel, conforme demonstrado na figura 13.



Figura 13 – Descolamento de pintura no revestimento argamassado na fachada principal do prédio Eliseu Maciel na cidade de Pelotas/RS.

Fonte: LANNES, 2011.

2.1.2.4 Sujidade

Apesar de alguns autores não considerarem a sujidade/manchamento, principalmente de fachadas, uma manifestação patológica, devido a mesma não apresentar nenhum risco de colapso a edificação, este problema é frequentemente encontrado em estudos. Com isso, é importante uma explicação deste problema.

Segundo Bauer (1997), é muito comum nas médias e grandes cidades o recobrimento dos revestimentos externos de edificações por pó, fuligem e partículas contaminantes. O mesmo autor continua informando que a adesão das partículas pode ocorrer desde um meio apoio sobre a microplataforma, e neste caso a partícula pode ser facilmente varrida por um simples vento, ou, até uma verdadeira aglutinação que pode tornar impossível sua eliminação a não ser exclusivamente por meios de limpeza mecânica.

Bauer (1997) também enumera os fatores que influenciam o manchamento das fachadas das edificações: vento; chuva direta; chuva escorrida; temperatura; porosidade do material de revestimento; textura superficial; formas da fachada; cor dos materiais.

Em Pelotas/RS, no trabalho realizado por Lannes (2011) na casa Eliseu Maciel, esta encontrou sujidade em todas as fachadas do prédio, principalmente nos

detalhes e ornamentos que compunham a mesma, conforme figura 14. Mais recentemente e na cidade vizinha à Pelotas, Rio Grande, no estudo de Torres e Da Silva (2015), também foi encontrado sujidade em todas as fachadas de uma residência na referida cidade, conforme figura 15.



Figura 14 – Sujidade na cimalha da fachada da casa Eliseu Maciel Pelotas/RS.

Fonte: LANNES, 2011.



Figura 15 – Sujidade com origem de colapso da calha em residência na cidade de Rio Grande/RS.

Fonte: TORRES E DA SILVA, 2015.

As prováveis causas das manifestações patológicas apresentadas nesse capítulo são as mais encontradas na literatura, porém cada caso de anomalia em edificações deve ser estudado separadamente, analisando-se as características em que estas construções estão inseridas e submetidas.

2.2 Métodos de identificação e armazenamento de dados de manifestações patológicas em edificações

Dentre as diversas etapas do diagnóstico de manifestações patológicas em edificações, os métodos de identificação desses danos são essenciais para o desenvolvimento das demais etapas do referido diagnóstico, bem como o armazenamento desses dados para posteriores consultas e estudos.

2.2.1 Identificação de manifestações patológicas em edificações

Segundo Lichtenstein (1986), a preocupação com os problemas em edificações é muito antiga, podendo-se dizer que nasceu com o próprio ato de construir. Porém, estes estudos restringiam-se a problemas mais comuns, geralmente aqueles que provocavam falta de segurança estrutural.

Para Lichtenstein (1986), as análises de danos nas edificações baseavam-se geralmente em intuições pessoais fundamentadas nas experiências dos profissionais. E, segundo Watt (2007), estes defeitos são descobertos, quer pelos ocupantes através da manifestação de uma falha óbvia ou durante uma inspeção intencional ou avaliação do edifício por um profissional da construção.

Porém, Watt (2007) afirmou que para realização de um levantamento e avaliação de uma edificação que combinam no diagnóstico de defeitos na estrutura, na fabricação e nos serviços, juntamente com a previsão de como esses problemas podem se desenvolver no futuro, requer uma compreensão detalhada do edifício.

Segundo Silva et al. (2016), na última década, diferentes metodologias para a previsão da vida útil e diferentes ferramentas de apoio ao processo de tomada de decisões relativas à manutenção de construções foram desenvolvidas. Os mesmos autores continuam informando que, no entanto, estes modelos têm várias deficiências, essencialmente devido: a complexidade dos fenômenos de degradação, a falta de compreensão dos mecanismos de degradação e como estes afetam os elementos de construção e a escassez de métodos confiáveis para quantificar a durabilidade e vida útil do edifício.

Lichtenstein, em 1986, já havia percebido a falta de uma metodologia universalmente aceita para analisar as manifestações patológicas em edificações, e

propõe um método formado por três partes: levantamento de subsídios, diagnóstico da situação e definição de conduta.

O levantamento de subsídios é o acúmulo e organização de informações necessárias e suficientes para o entendimento do fenômeno; o diagnóstico da situação é o entendimento das múltiplas relações de causa e efeito que caracterizam o problema patológico; e a definição de conduta é prescrever o trabalho a ser executado para resolver o problema. Através dessas etapas, Lichtenstein (1986) desenvolveu um fluxograma, conforme demonstrado na figura 16.

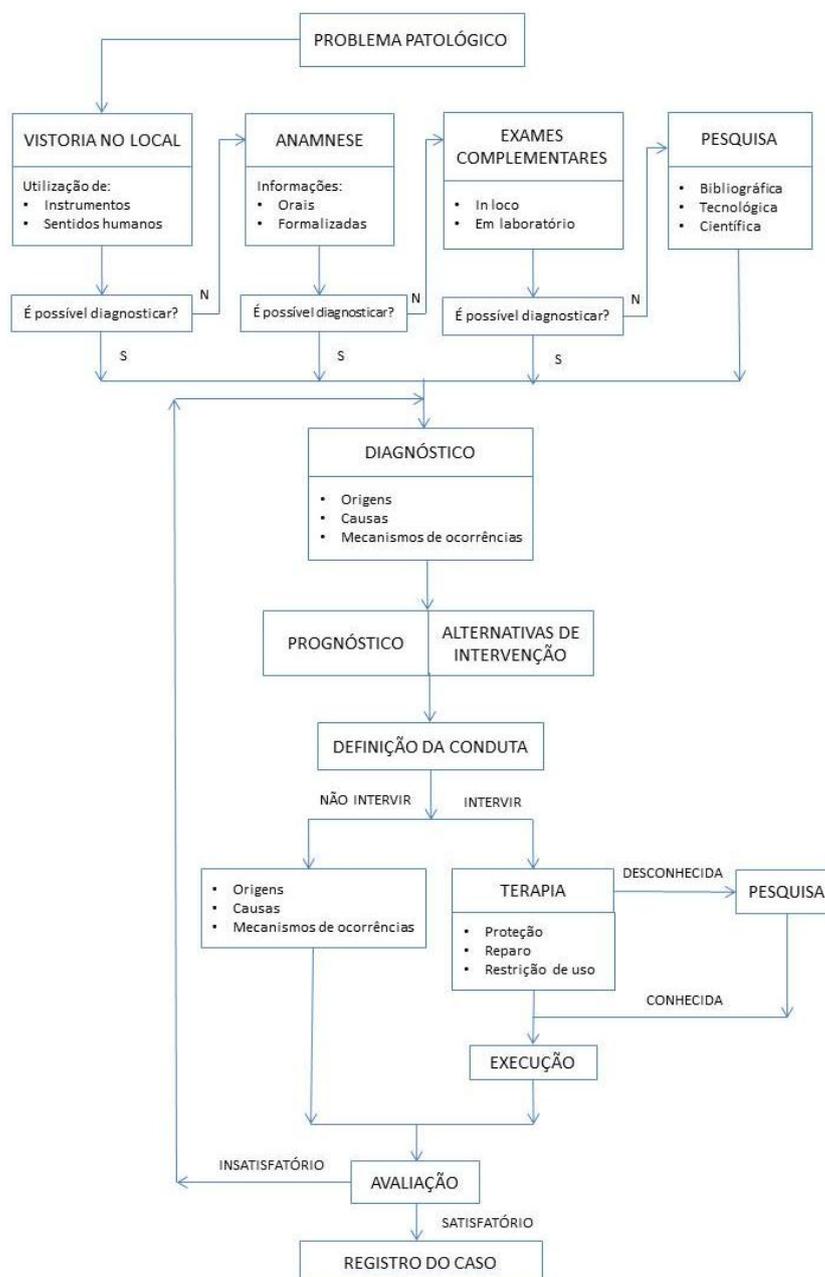


Figura 16 – Fluxograma de atuação para resolução de problemas patológicos.

Fonte: Adaptado de LICHTENSTEIN, 1986.

O método proposto por Lichtenstein em 1986 é, até os dias atuais, um dos mais utilizados nas pesquisas de análise de manifestações patológicas em edificações. A partir da proposta de Lichtenstein, os trabalhos realizados de análise de manifestações patológicas foram adaptando-se a esse método para atender as necessidades específicas das pesquisas.

Para Lichtenstein (1986) e Tinoco (2009) os registros e organização dos subsídios coletados no levantamento são de fundamental importância na formulação do diagnóstico.

2.2.1.1 Métodos de análise na fase de investigação

Para Watt (2007), os principais meios de obtenção de informações sobre a construção e condição de um edifício vêm da inspeção ou avaliação deste.

Segundo Tinoco (2009) a investigação de danos de uma edificação pode ocorrer através de três métodos:

a) Método Direto: as explorações são realizadas através do contato e manipulação direta sobre a edificação em estudo. Quase sempre a melhor maneira é elaboração de esboços e desenhos à mão livre. O método direto utiliza também ações de fragmentação ou destruição de parte dos elementos com manifestações patológicas. As ações destrutivas garantem o mais amplo e imediato conhecimento sobre o objeto investigado, pois, em princípio, dá acesso imediato ao conhecimento das causas e origens das deteriorações.

b) Método Indireto: as investigações se realizam de maneira analítica a partir da interpretação dos mais diversos tipos de documentos inscritos, gráficos, iconográficos, testemunhos orais, emprego de tecnologias e instrumentos especiais. Trata-se de ações de características não destrutivas, baseadas em interpretação de dados que fundamentam hipóteses e conclusões. Também aqui a elaboração de esboços e desenhos à mão livre permite criar associações com os estudos na documentação.

c) Método Misto: a investigação vale dos recursos e tecnologias não-destrutivas para garantir a mínima invasão nos elementos construtivos. Nesse

método busca-se o equilíbrio entre as necessidades de aprofundamento das investigações e as capacidades de investimentos em tecnologias avançadas.

Freitas et al. (2008) apud Ferreira (2010) considera que cada caso é um caso particular, podendo-se assim, de uma forma geral, adotar a seguinte metodologia para realização inicial de um diagnóstico:

a) Análise da informação escrita e desenhada: desenhos gerais de pormenor; especificações técnicas de trabalhos executados; “história” de eventuais intervenções;

b) Realização de um inquérito: identificar as partes mais degradadas que devem ser visitadas; verificar o carácter sistemático de certos problemas patológicos; detectar as exigências dos utilizadores;

c) Visita ao interior e exterior dos edifícios;

d) Realização de um levantamento fotográfico do edifício e suas manifestações patológicas, sendo de grande importância quando não dispomos de informação desenhada;

e) Medidas (ensaios) in situ ou em laboratório;

d) Efetuar um conjunto de sondagens, que permitam caracterizar a composição de determinados elementos construtivos, caso seja necessário.

Para ajudar nas informações e observações das manifestações patológicas de uma edificação, existem ensaios realizados in loco, que geralmente são não destrutivos ou reduzidamente destrutivos. Segundo Beraldo e Vieira (2003), são ensaios realizados sem ou pouca alteração nas características físicas, mecânicas ou dimensionais e, sem interferir em seu uso posterior.

Ferreira (2010) realizou fluxogramas de algumas técnicas realizadas in loco classificando-as nos princípios em que se baseiam: mecânicas, sensoriais, eletroquímicas, químicas, elétricas e hidrodinâmicas, conforme apresentado nas figuras 17, 18, 19 e 20.

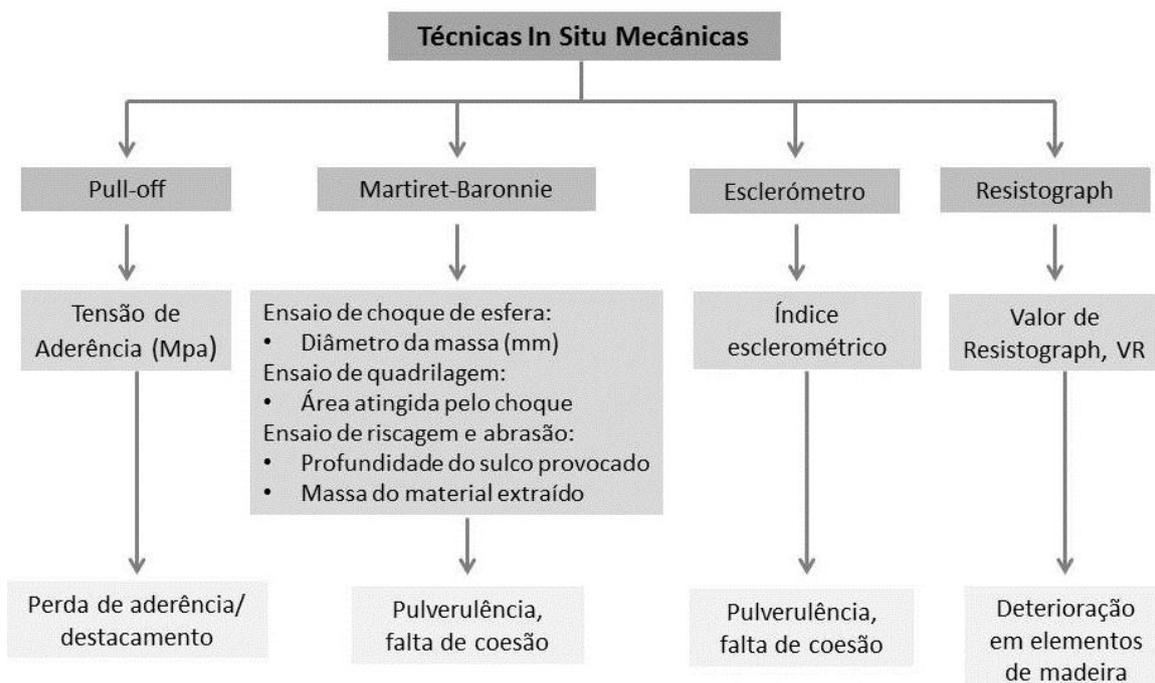


Figura 17 – Técnicas in situ mecânicas: parâmetros medidos/avaliados e tipos de manifestações patológicas.

Fonte: Adaptado de FERREIRA, 2010.

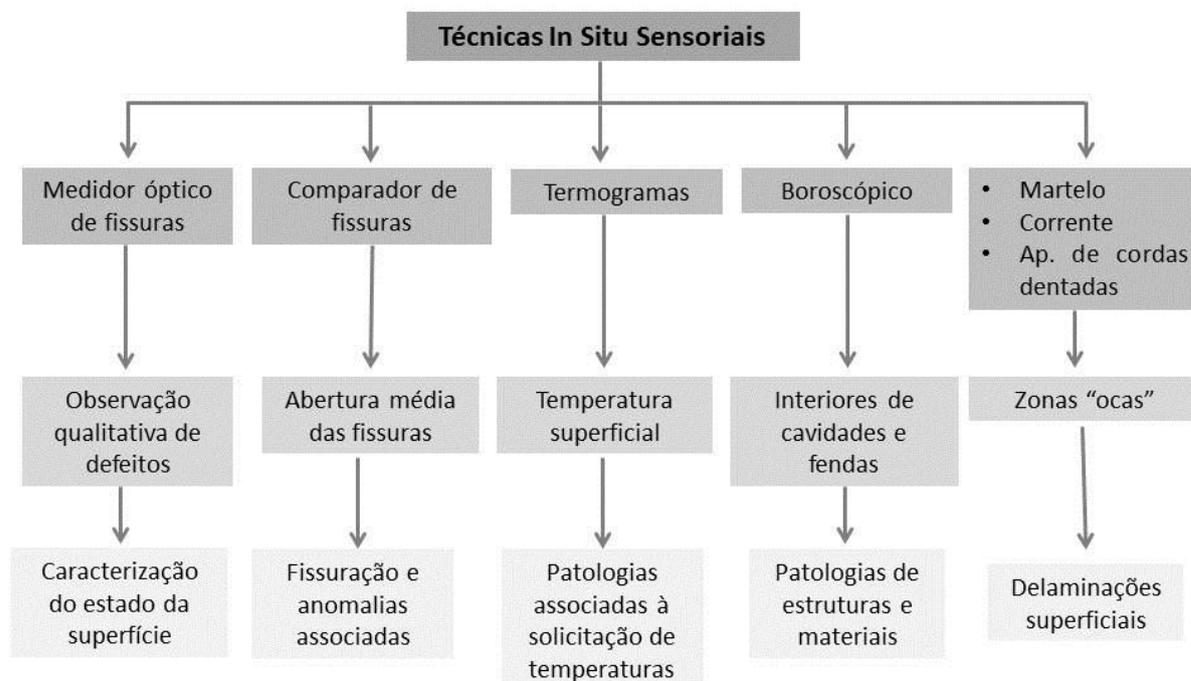


Figura 18 – Técnicas in situ sensoriais: parâmetros medidos/avaliados e tipos de manifestações patológicas.

Fonte: Adaptado de FERREIRA, 2010.

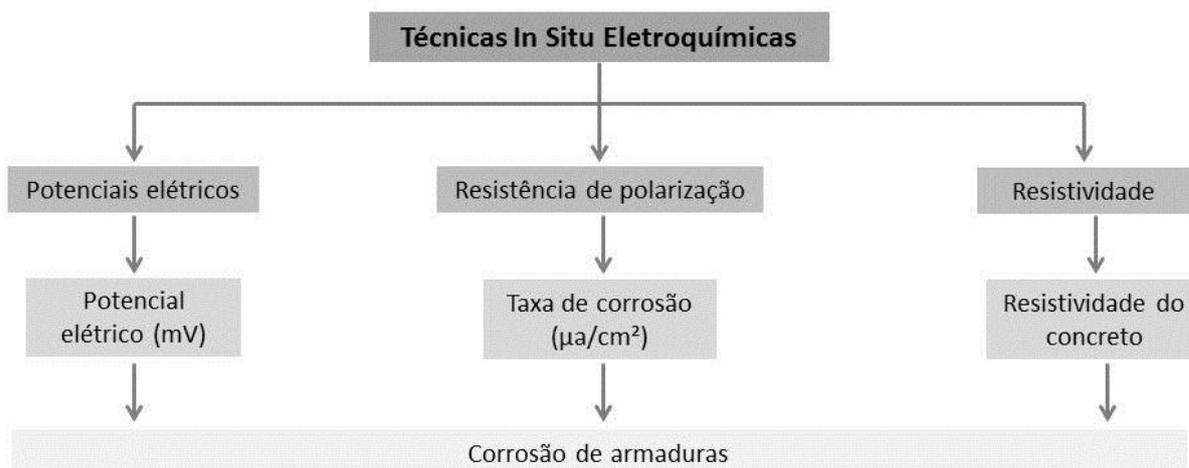


Figura 19 – Técnicas in situ eletroquímicas: parâmetros medidos/avaliados e tipos de manifestações patológicas.

Fonte: Adaptado de FERREIRA, 2010.

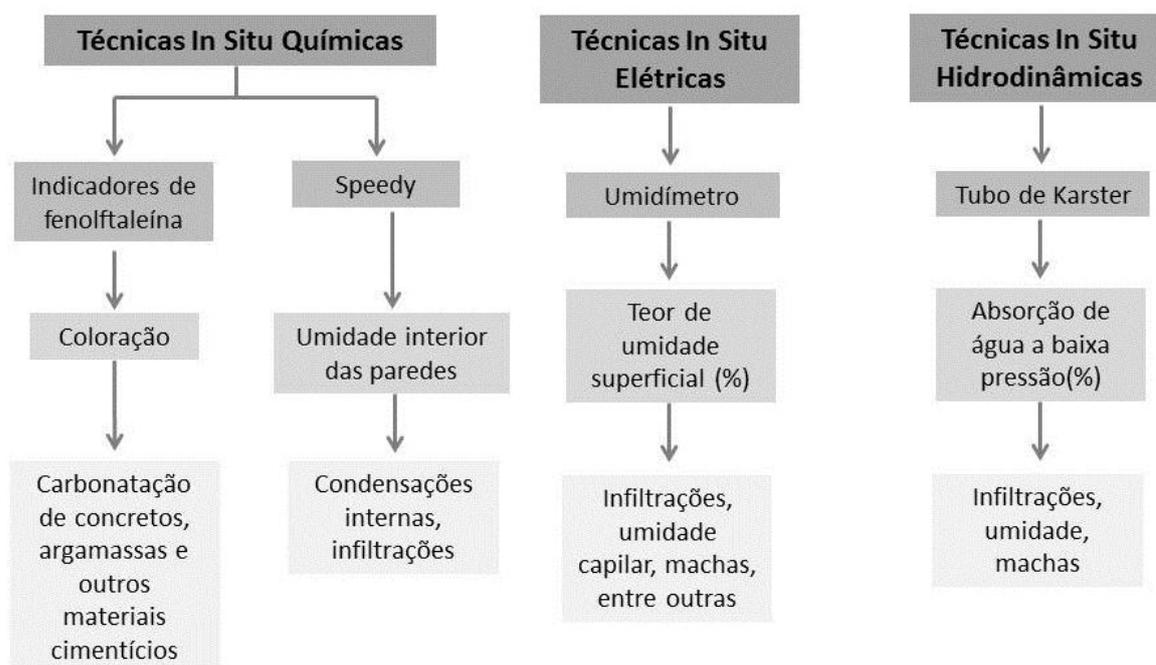


Figura 20 – Técnicas in situ químicas, elétricas e hidrodinâmicas: parâmetros medidos/avaliados e tipos de manifestações patológicas.

Fonte: Adaptado de FERREIRA, 2010.

Além de todos esses ensaios, alguns instrumentos simples podem ajudar no levantamento das manifestações patológicas em edificações, como nível d'água, fio de prumo, régua e/ou trena, hidrômetro elétrico, psicrômetro, termômetro de contato, pacômetro, papel indicado de pH, dilatômetro, testemunhos de metal ou vidro,

endoscópio e lupa graduada (LICHTENSTEIN, 1986). Pode-se acrescentar, também, o fissurômetro para analisar a abertura das fissuras.

Com o desenvolvimento da tecnologia, esta vem sendo cada vez mais utilizada para análise de manifestações patológicas em edificações. Delgado (2016) fez uma coletânea de trabalhos que contribuíram para a sistematização e disseminação de conhecimentos relacionados à patologia das edificações, sua durabilidade e técnicas de diagnóstico, que utilizaram a tecnologia no seu desenvolvimento, como o scanner 3D laser, termovisor infravermelho, além de programas computacionais, mostrando assim, os avanços mais recentes na área de patologia das construções.

Apesar do desenvolvimento de novos equipamentos tecnológicos, a inspeção visual acompanhada da utilização da câmera fotográfica continua sendo os métodos mais utilizados para análise de problemas patológicos.

2.2.1.1.1 Observação visual

Segundo Barros e Lehfeld (2007), observar é aplicar atentamente os sentidos a um objeto para adquirir dele um conhecimento claro e preciso, devendo ser exata, completa, sucessiva e metódica. Para os mesmos autores, a observação deve não apenas ver, mas examinar, entender e auscultar os fatos.

A observação visual é um dos métodos mais importantes e um dos primeiros a serem realizados na inspeção de edificações com problemas patológicos. Segundo Silva et al. (2016), este é um meio acessível, rápido de realização e pode ser muito útil em fornecer informações relevantes sobre o processo de degradação da construção. Para os mesmos autores, normalmente, a inspeção visual é considerada para o pesquisador o recolhimento no local de dados relativos ao tipo de defeito, a sua intensidade e sua extensão. Os autores continuam informando que as inspeções visuais são um método facilmente compreendido, mas apresentam algumas limitações uma vez que sua precisão depende significativamente na experiência/conhecimento e classificação de critérios do analisador.

Watt (1999) apud Alves e Rachid (2016) também destaca mais duas desvantagens na avaliação visual: possuir subjetividade, assim, a inspeção visual abre espaço para a variação do julgamento de quem realiza e os resultados da

avaliação estão sujeitos à vulnerabilidade; e, somente uma única observação visual não é suficiente para detectar problemas em uma fase inicial ou latente.

Mas Alves e Rachid (2016) destacam vantagens da observação visual, como a sua simplicidade e a sua ligação com a manutenção estratégica. E os mesmos autores complementam, que do ponto de vista operacional, a avaliação visual torna-se interessante por não exigir atividades adicionais, tais como o isolamento das dependências das edificações.

Colen et al. (2008), focando-se na observação visual de paredes rebocadas, afirmam que esta permite a identificação de danos e a avaliação das possíveis causas e condições de serviço, que complementam documentos obtidos numa fase anterior (registros de reclamações, elementos do projeto, relatórios de intervenções, entre outros), permitindo também a avaliação da necessidade de efetuar testes complementares.

E, considerando o elemento de fachada, para Colen et al. (2008) a observação visual é limitada às áreas acessíveis das fachadas, isto devido à ausência de meios permanentes de acesso nos edifícios. Normalmente, uma inspeção visual é feita apenas no rés do chão a poucos metros de distância das paredes. E segundo Silva et al. (2016), esta observação também depende das condições atmosféricas no momento da inspeção (por exemplo, a dificuldade de detectar defeitos em revestimentos claro e escuro quando sob exposição solar direta).

2.2.1.1.2 Registros fotográficos

Segundo Kossoy (2001), a fotografia representa a imagem do real, fornecendo testemunho visual e material dos fatos aos espectadores ausentes à cena.

A fotografia foi criada na década de 1830, e desde sua criação até a década de 1990, a imagem gerada pelas câmeras fotográficas analógicas era química, porém, nos últimos anos houve uma mudança dramática e inexorável, tornando-a digital (CARPICECI, 2012). Para o mesmo autor, essa mudança possibilitou a intervenção e manipulação da imagem por software gráfico, dando uma abordagem contemporânea à fotografia.

A fotografia sempre esteve presente na arquitetura. No período pioneiro da fotografia a arquitetura foi intensamente enfocada, quando a técnica incipiente exigia tempos de exposição prolongados, limitação a qual a estaticidade das estruturas arquitetônicas vinha ao encontro sem criar empecilhos (CARVALHO e WOLFF, 2008). Também, segundo Carvalho e Wolff (2008), com o passar do tempo a fotografia não se limitou ao registro de monumentos de arquitetura consolidadas e de obras construídas. Outras vertentes, crescentemente utilizaram-se do registro fotográfico nas fases de execução de novas obras, de obras existentes antes de serem restauradas e durante o processo de restauro, e no levantamento de detalhes construtivos. Acrescenta-se, também, nos levantamentos de manifestações patológicas.

Segundo Alves e Rachid (2016), o registro fotográfico, incorporado ao processo de contabilidade de anomalias, tornar-se uma ferramenta fundamental na identificação e no mapeamento das manifestações patológicas encontradas em uma edificação.

Nos estudos de manifestações patológicas são registrados, normalmente, dois tipos de imagens: imagens gerais da situação da edificação e imagens aproximadas dos problemas patológicos existentes na edificação em estudo. As imagens gerais permitem ter um parâmetro da situação de degradação da edificação. As imagens aproximadas permitem identificar os tipos de problemas patológicos existentes na edificação e o seu estado de agressividade para com a mesma.

Com a facilidade das câmeras fotográficas digitais em alta resolução, estão sendo desenvolvidos trabalhos de análise de manifestações patológicas em edificações com inovações na utilização da fotografia. Como por exemplo, Costa (2014) e Melo Jr. et al. (2014), os quais dividiram a edificação estudada em várias imagens, a uma distância compatível com a resolução da câmera, e montaram um mosaico da edificação, conforme figura 21. Isto possibilitou que com a aproximação da imagem, consegue-se visualizar as manifestações patológicas existentes na edificação. Além da máquina fotográfica, esses trabalhos utilizaram-se de outros equipamentos tecnológicos para o registro das imagens. Costa (2014) gerou imagens panorâmicas através de plataforma robótica e Melo Jr. et al. (2014) obteve imagens através de uma câmara fotográfica de alta resolução acoplada em um veículo aéreo não tripulado.

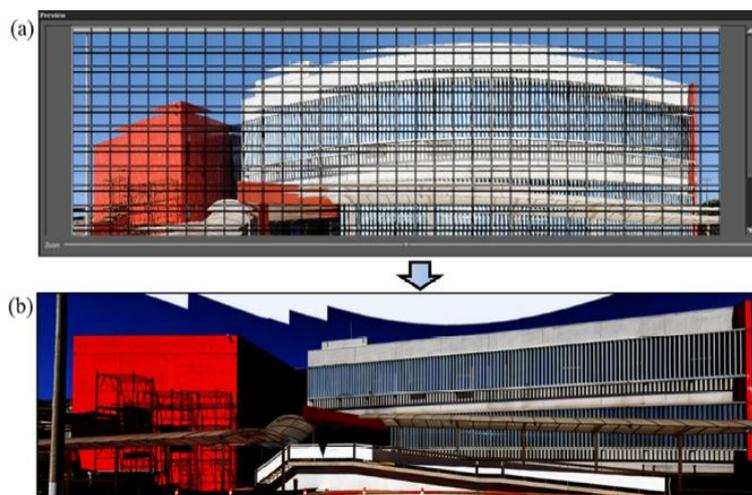


Figura 21 – Geração de imagem panorâmica do Instituto de Educação Superior de Brasília: (a) mosaico de fotografias e (b) imagem panorâmica.

Fonte: COSTA, 2014.

Outro exemplo de metodologia utilizada para coleta de imagens de edificações é a fotogrametria, que segundo Coelho e Brito (2007) é a reconstituição do espaço tridimensional, ou parte do mesmo, através de imagens bidimensionais, advindas da gravação de padrões de ondas eletromagnéticas, sem contato físico direto entre o sensor e o objeto de interesse. Para o estudo de manifestações patológicas, Schuler et al. (2010), Costa (2014) e Melo Jr. et al. (2014) utilizaram-se desta tecnologia.

Apesar de todas essas tecnologias existentes atualmente, Carvalho e Wolff (2008) afirmam que para analisar as fotografias exige-se conhecimento das especificidades que as geraram, seus autores, suas motivações, recursos técnicos disponíveis e empregados, as circunstâncias que envolvem a obtenção e assim por diante.

2.2.2 Armazenamento de dados de levantamentos de manifestações patológicas em edificações

Segundo Watt (2007), um estudo de danos patológicos serve para expandir a gama de investigações realizadas na área de manifestações patológicas das edificações e para reunir diferentes informações que são necessárias para tomada

de decisões orientadas sobre como a construção pode ser reparada, mantida e melhor utilizada no momento atual e no futuro.

Para Lichtenstein (1986), resolvido um caso individual, o conhecimento adquirido deve ser direcionado no sentido do desenvolvimento global dos estudos de manifestações patológicas das construções. Este estudo desenvolve-se basicamente a partir do desenvolvimento teórico dos fenômenos naturais e a partir da divulgação dos conhecimentos práticos obtidos no tratamento de cada tipo de problema patológico.

Assim, segundo Thompson e Dowding (2002) apud Douglas e Ranson (2013), no estudo de manifestações patológicas em edificações pode-se utilizar a análise de decisão e modelos utilizados em outras pesquisas para o julgamento e a tomada de decisão, mas isso deve ser complementado com recursos cognitivos e práticos. O que também é confirmado por Lichtenstein (1986), onde este afirma que os estudos anteriores realizados servem de subsídios essenciais para o diagnóstico de casos semelhantes e para a definição da conduta terapêutica mais eficiente.

Segundo Douglas e Ranson (2013), isto coloca novos e variados desafios para os técnicos que realizam os estudos patológicos em edificações, pois é necessário acessar, avaliar e incorporar a sua pesquisa dados baseados em evidências anteriores para o seu julgamento e sua tomada de decisão.

Com isso, é necessário estabelecer uma uniformização na catalogação e divulgação dos dados, visto que o estudo dos problemas a partir de suas manifestações características propicia um entendimento mais aprofundado de suas causas, subsidia os trabalhos de recuperação e manutenção, além de contribuir para o entendimento do processo de produção, minimizando a incidência de novos problemas (Dal Molin, 1988 apud Guimarães et al., 2004).

2.2.2.1 Fichas de Catalogação

As fichas de catalogação de manifestações patológicas, também podem ser nomeada de fichas de identificação de danos (FIDs), que segundo Tinoco (2009) são documentos normalizados com registros e anotações gráficas e fotográficas sobre os danos existentes numa edificação. Segundo o mesmo autor as fichas devem 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.

Entre maio de 1982 e março de 1990, foi elaborado um dos primeiros conjuntos de fichas de manifestações patológicas pelo Departamento de Prevenção de Defeitos na construção do “Building Research Establishment–BRE”, o qual elaborou e publicou um total de 144 fichas de patologia (*Defect Action Sheet – DAS*). As fichas apresentavam a seguinte estrutura: descrição da manifestação patológica e respectivas causas recorrendo a imagens e fotografias, identificação das principais medidas de prevenção através da apresentação de esquemas ilustrativos e listagem das referências bibliográficas relacionadas (ALVES, 2008). O mesmo autor continua informando que em junho de 1993, o grupo “Building Pathology” do CIB – W086 editou uma publicação - “Building Pathology – A State of the Art Report”, onde o sexto capítulo foi inteiramente dedicado às fichas de manifestações patológicas patologia, alertando para a sua importância e a necessidade de se proceder à sistematização do conhecimento. E desde 1996 o Building Research Establishment–BRE vem publicando a série “Good Repair Guide”, que segundo Alves (2008) são guias práticos desenvolvidos no sentido de facilitarem a identificação, o diagnóstico e a reparação das patologias dos edifícios mais correntes no Reino Unido. As manifestações patológicas são apresentadas de uma forma genérica, sendo analisadas as possíveis causas e especificadas soluções para a sua reparação.

Considerando o avanço da internet, os catálogos de manifestações patológicas começaram a ser disponibilizados via web.

Em Portugal, o Grupo de Estudos da Patologia da Construção – PATORREB desenvolveu um catálogo de fichas de patologia elaboradas por diversas universidades portuguesas, as quais contêm a descrição do problema, os métodos de diagnóstico utilizados, a definição das principais causas dos problemas estudados e soluções possíveis de reparação (DE FREITAS et al., 2007). Esse catálogo pode ser acessado através do endereço eletrônico www.patorreb.com, disponível desde 2004, e as fichas encontram-se agrupadas em função do elemento construtivo no qual se manifestou o problema (DE FREITAS et al., 2007), conforme demonstrado na figura 22.



Figura 22 – Parte de patologias do site da PATORREB.

Fonte: www.patorreb.com. Acesso em 2016.

Outro exemplo de catalogação de manifestações patológicas em edificações disponível pela internet é o desenvolvido pela Autoridade para a Construção de Edifícios e a Universidade Nacional de Singapura (NUS), o qual teve a finalidade de estudar problemas de diferentes tipos de edifícios sujeitos a climas tropicais, este foi concluído em 2004 (ALVES, 2008). Disponível no endereço <https://www.hpbc.bdg.nus.edu.sg/v2/>, está dividido em quatro seções: biblioteca de problemas patológicos, manual de materiais, ensaios não-destrutivos e manutenção de sistemas pontuais. Na parte da biblioteca defeito é oferecida uma plataforma de fácil utilização com uma vasta coleção de diferentes tipos de danos em construção e suas causas, suportada com ilustrações visuais, fotografias, animações e diagramas mecanismo, além da compilação das melhores práticas, manutenção e técnicas de diagnóstico e métodos de reparação (NUS, 2016), conforme demonstrado na figura 23.

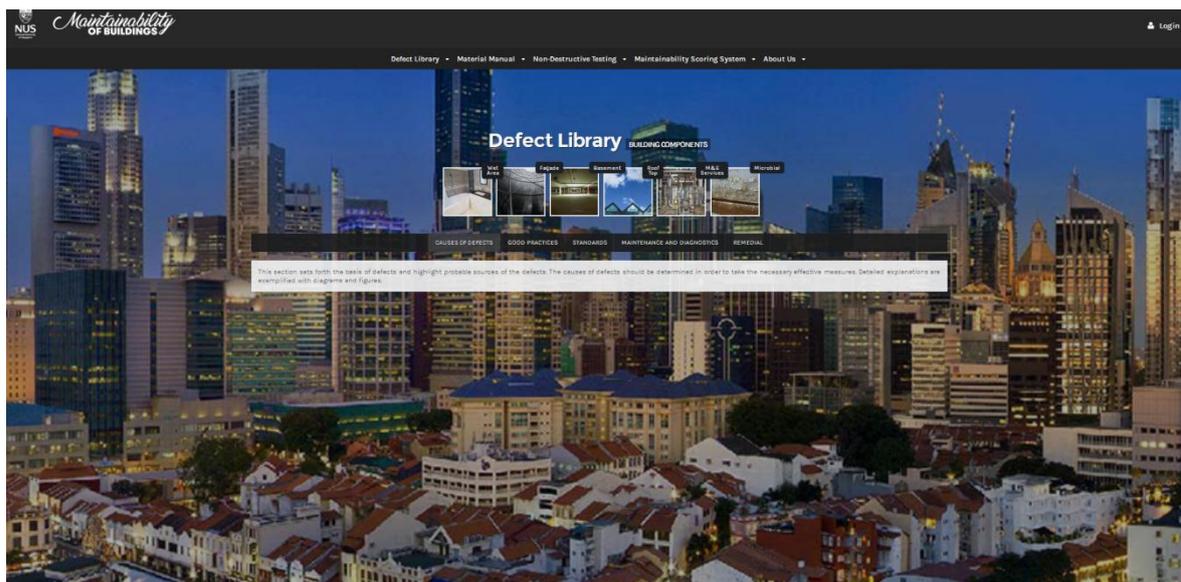


Figura 23 – Biblioteca de manifestações patológicas do site da NUS.

Fonte: www.hpbc.bdg.nus.edu.sg/v2/. Acesso em 2016.

Estes catálogos são banco de dados de estudos realizados, os quais são armazenados e disponibilizados para os usuários de qualquer parte do mundo que estejam interessados em acessar dados sobre manifestações patológicas em edificações. Esses trabalhos são essenciais para o desenvolvimento e evolução da área de estudo de problemas patológicos em edificações.

2.2.2.2 Desenvolvimento de banco de dados

Nos últimos anos, estão sendo geradas toneladas de informações diariamente, de diversas formas e de diferentes fontes. Estas necessitam ser armazenadas de forma que sua consulta seja prática, de fácil propagação, e que sirvam de fonte de referência daqui alguns anos (JOBSTRAIBIZER, 2010). Visando estas necessidades, foram desenvolvidos os bancos de dados.

Segundo Haldar (2015), um banco de dados é um repositório que contém muitos itens individuais de dados. O mesmo autor continua informando que um item de dados normalmente não existe isoladamente no banco de dados, os itens de dados estão relacionados uns com os outros. Para Teorey et al. (2011), essa coleção de dados armazenados inter-relacionados atende as necessidades de

vários usuários dentro de uma ou mais organizações. E ainda, Nield (2016) define banco de dados como algo que colete e organize dados.

Existem várias vantagens na utilização de banco de dados comparado ao armazenamento tradicional de informações (arquivos), que para Dyonysio et al. (2013) são:

- Densidade: o grande volume de arquivos em papel ou digital não existirá;
- Velocidade: o ser humano em relação ao computador tem velocidade bem menor no que diz respeito a atualizar e obter dados;
- Atualidade: a qualquer momento em poucos segundos os computadores poderão disponibilizar informações atualizadas;
- Proteção: a perda não intencional e o acesso ilegal podem ser bem protegidos através de senhas de bloqueios e senhas.

Os mesmos autores, Dyonysio et al. (2013), complementam com vantagens tecnológicas:

- Controle de redundância: a repetição de informação não acontecerá;
- Compartilhamento de dados: vários acessos a vários usuários;
- Restrição de acesso não autorizado: nem todos os usuários estarão autorizados a ter acesso total ao banco de dados no que diz respeito à leitura ou gravação de informações;
- Sistema de backup e recovery: no caso de falha do hardware ou do software o banco de dados faz uma recuperação da situação anteriormente encontrada;
- Integridade: unicidade do dado, ou seja, o dado estará gravado em um único local uma única vez;
- Suporte a transações: uma operação só pode ser validada se todas as outras operações da transação também o forem.

Segundo Jobstraibizer (2010), existem no mercado, e em franco desenvolvimento, diversos tipos, marcas e modelos de banco de dados. E de acordo com a mesma autora, aqueles baseados na linguagem SQL (Structured Query Language) e suas vertentes são os mais comumente utilizados, entre estes está o MySQL, que em 2010 já possuía 10 milhões de usuários.

O MySQL foi criado na década de 90 pelo finlandês Michael Widenius e os suecos David Axmark e Allan Larsson (LEITE, 2008) e vem sofrendo constantes melhorias (JOBSTRAIBIZER, 2010). Segundo Leite (2008) a utilização do prefixo

“My” utilizado juntamente com a sigla SQL (Structured Query Language) nunca foi bem esclarecida pelos seus criadores, em princípio dizem que foi devido ao fato de guardarem seus arquivos em diretórios que começavam com *My* (meu).

Com o passar o tempo, o MySQL vem transformando-se em um banco de dados robusto, confiável e de fácil gerenciamento (ULLMAN, 2006). E o mesmo autor surpreende-se como que o MySQL tem conseguido manter-se desde de suas raízes em código aberto, ou seja, está disponível, para alguns usos, sem qualquer despesa.

Para Jobstraibizer (2010), os recursos do MySQL não deixam nada a desejar frente aos grandes e caríssimos bancos de dados concorrentes. Outra vantagem é a fácil portabilidade entre os diferentes sistemas operacionais existentes. Carvalho (2015) elaborou um mapa mental das características do MySQL, conforme demonstrado na figura 24.

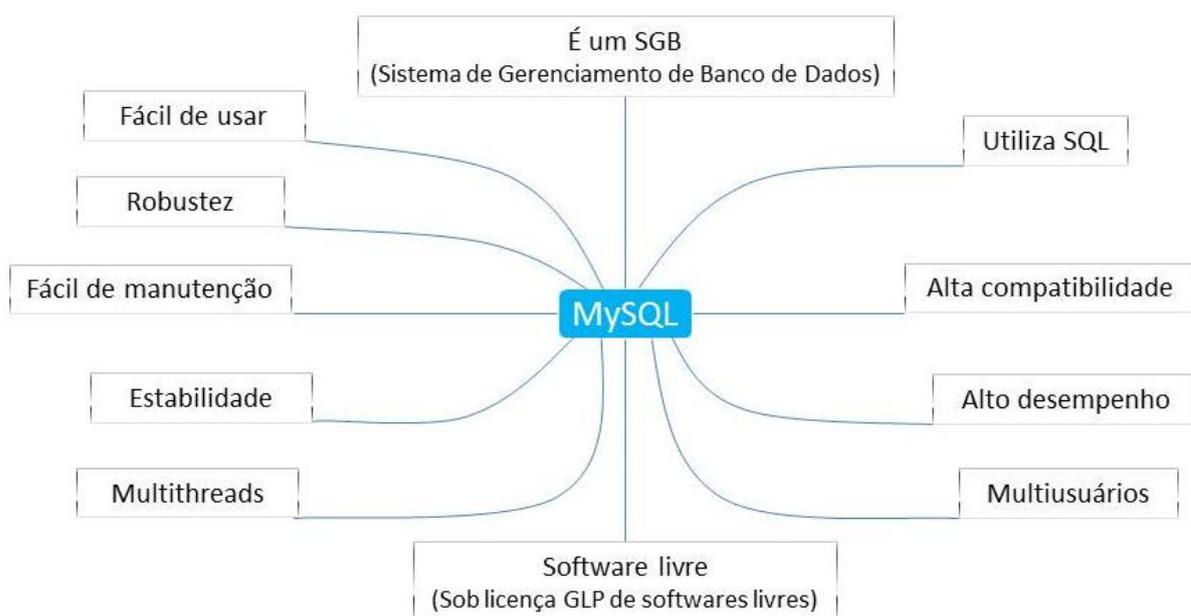


Figura 24 – Características do MySQL.

Fonte: Adaptado de CARVALHO, 2015.

Segundo McLaughlin (2012), muitas linguagens de programação podem interagir com um banco de dados, basta baixar e instalar um código extra ou pequenos plug-ins. Uma das linguagens mais utilizadas no MySQL é o PHP, que de acordo com McLaughlin (2012), diferentemente das outras linguagens, vem pronta

para se conectar ao referido banco de dados. Para Bhardwaj (2016), atualmente PHP tornou-se uma das linguagens mais populares.

Para Welling e Thompson (2008), a melhor característica do PHP e do MySQL é que eles funcionam com qualquer sistema operacional.

Com a internet, segundo McGath (2014), o PHP tornou-se uma linguagem de scripting de uso geral amplamente utilizada para desenvolvimento web e podendo ser incorporado em HTML.

Para facilitar a compreensão do funcionamento de acesso ao banco de dados com script PHP, McGath (2014) criou um fluxograma, conforme demonstrado na figura 25, onde, segundo o autor, um usuário solicita exibição de uma página da web em seu navegador, o qual solicita a página ao servidor web e recebe a página em resposta através do protocolo HTML. Quando uma página web contém script PHP no servidor web, este é chamado primeiro para processar o código e, se necessário, solicitar dados à um banco de dados como MySQL antes de enviar a resposta ao navegador. Utiliza-se o HTTP entre o navegador e o servidor da web, que é o padrão de comunicação comum que permite que qualquer computador conectado a qualquer servidor web tenha acesso a arquivos através da mesma.



Figura 25 – Fluxograma de acesso ao banco de dados MySQL.

Fonte: Adaptado de MCGATH, 2014.

No próximo capítulo é apresentada a metodologia de pesquisa utilizada para o desenvolvimento deste trabalho.

3. Metodologia de pesquisa

Considerando o objetivo deste estudo utilizou-se como método de pesquisa o método observacional, sendo este um dos mais utilizados nas ciências sociais (GIL, 1991). Segundo a classificação de Gil (1991), a qual a observação pode ser simples, participante e sistemática, utilizou-se nesta pesquisa a observação sistemática. Nesta o pesquisador necessita previamente elaborar um plano de observação, estabelecendo antecipadamente as categorias necessárias à análise da situação (GIL, 1991). Incluindo a indicação do campo, do tempo, da duração da observação, bem como os instrumentos que serão utilizados e como serão registradas as informações obtidas (RUDIO, 2013). A figura 26 localiza o método utilizado neste trabalho entre os métodos científicos.

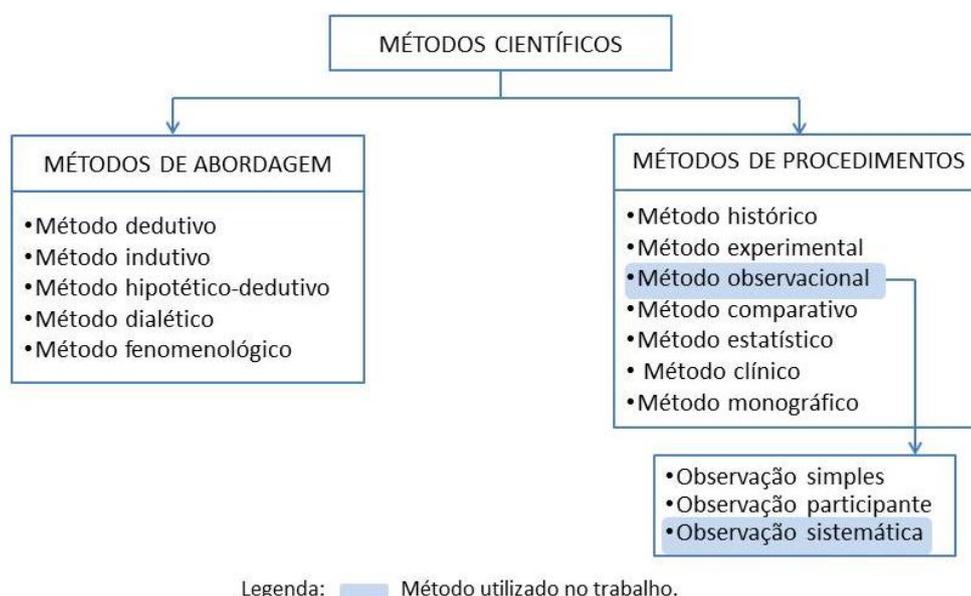


Figura 26 – Método de pesquisa utilizado no trabalho.

3.1 Delineamento de pesquisa

Para esta pesquisa foi realizado o delineamento conforme apresentado na figura 27.

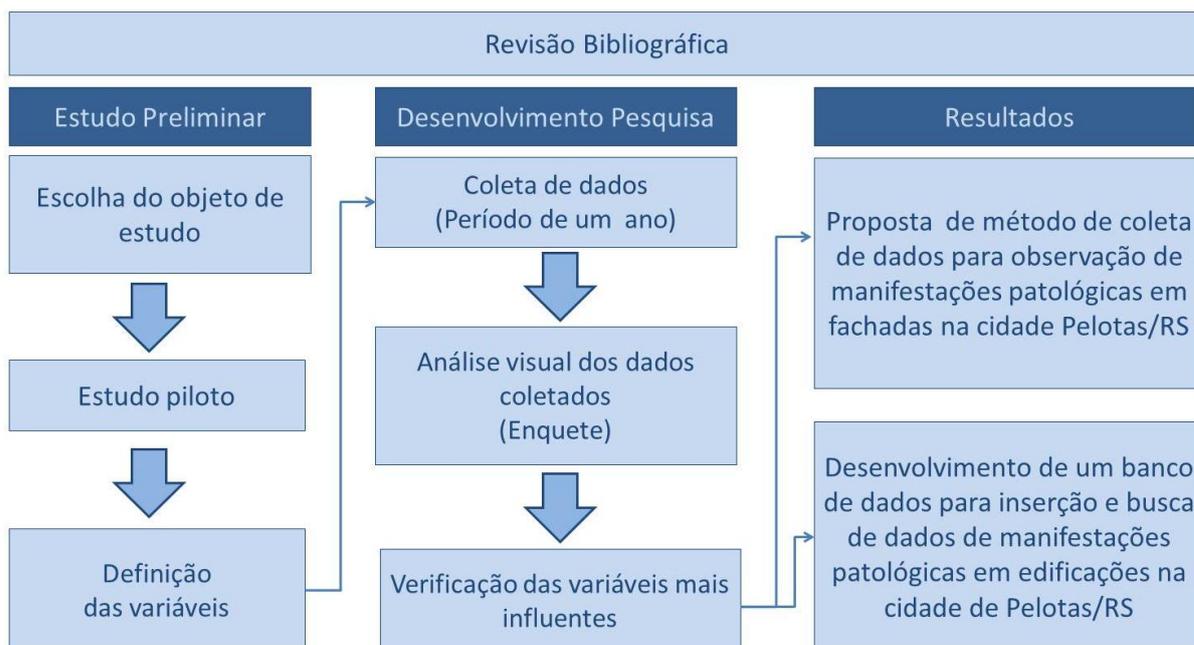


Figura 27 – Delineamento de pesquisa.

3.2 Objeto de estudo

Para definição do objeto de estudo adequado para esta pesquisa fixaram-se, além das posições solares das fachadas, os seguintes parâmetros:

- Fachadas com revestimento argamassado, devido a esse revestimento ser um dos mais utilizados no Brasil (GASPAR E BRITO, 2005; COSTA, 2013), inclusive na cidade de Pelotas/RS (TERRA, 2001);

- Fachadas com manifestações patológicas de fissuras, umidade e descolamento de revestimento. Assim foram compreendidos os três grupos de classificação sugerida por Ioshimoto (1994) e também, analisados os danos encontrados com mais frequência na cidade de Pelotas (TERRA, 2001; AZEVEDO et al., 2008);

- Edificações com mesma tecnologia de construção: mesma época de construção e mesmos materiais, minimizando assim, a influência destes fatores na análise das manifestações patológicas.

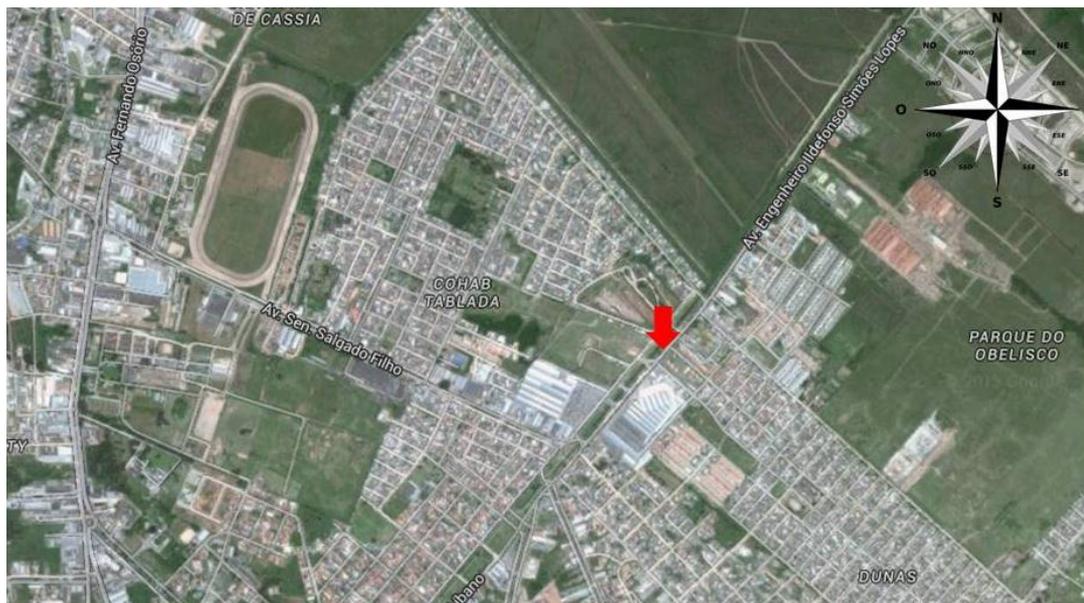
- Edificações com um ou dois pavimentos, pois a coleta de dados realizou-se no pavimento térreo, pois segundo estudo de Terra (2001) foi o qual possui mais lesões e assim possibilitou a captura de imagens perpendicular à superfície com dano, evitando assim a distorção do problema patológico na fotografia.

Várias edificações adequaram-se aos parâmetros fixados acima. Porém, devido ao aumento do acesso à moradia aos segmentos populacionais de baixa renda, escolheu-se trabalhar com as edificações de habitação de interesse social. Dessa tipologia de empreendimentos existentes na cidade de Pelotas/RS o PAR (Programa de Arrendamento Residencial) tem uma maior disseminação, sendo a cidade de maior produção deste tipo empreendimento no Rio Grande do Sul (CHIARELLI, 2014).

Na cidade de Pelotas, foram licenciados quinze conjuntos habitacionais do PAR e destes somente três foram de casas: Princesa do Sul, Querência e Charqueadas. O Princesa do Sul é um condomínio fechado, o Querência e o Charqueadas são condomínios abertos, sendo que o Querência foi construído e entregue primeiramente e devido a necessidade de acesso durante o período de um ano escolheu-se o Residencial Querência como objeto de estudo.

O Residencial Querência foi construído pelo Programa de Arrendamento Residencial (PAR) em alvenaria estrutural e entregue em duas etapas, os Querências I e II no ano de 2006 e o Querência III no ano de 2008. Este condomínio localiza-se na Rua Alcides Veleda no bairro Três Vendas, próximo à Avenida Ildelfonso Simões Lopes, conforme figura 28.

O condomínio foi desenvolvido em sobrados em fita, e cada quarteirão possui duas fitas interligadas por uma rua interna. As fitas possuem de 33 a 39 unidades. Cada unidade possui área total de 43,90m², com dois dormitórios, sala, banheiro, cozinha, área de serviço e vaga para automóveis. A área de uso coletivo é constituída de quiosques com churrasqueira e pia e playground. Uma imagem geral do condomínio é apresentada na figura 29.



LEGENDA: ↓ CONDOMÍNIO QUERÊNCIA

Figura 28 – Localização do Condomínio Querência.

Fonte: Adaptado do GoogleMaps <<https://www.google.com.br/maps>>, 2015.



Figura 29 – Fachadas principais do Residencial Querência.

O projeto foi desenvolvido acompanhando as ruas públicas existentes no local, assim as fachadas principais dos sobrados ficaram voltadas para as posições solares sudeste e noroestes, conforme demonstrado na planta de implantação fornecida pela Construtora Roberto Ferreira, apresentada na figura 30. Com isso, utilizou-se estas orientações solares para a realização do trabalho.

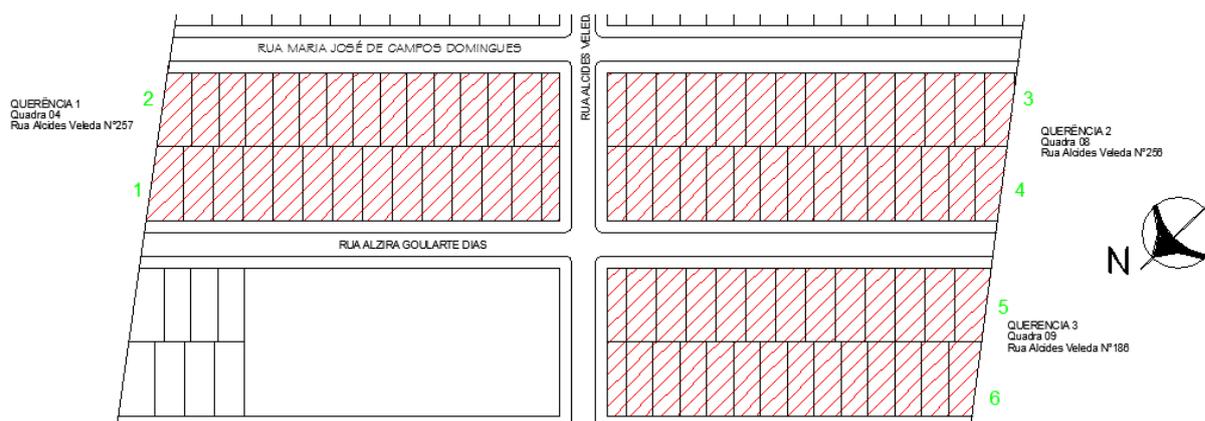


Figura 30 – Implantação do Residencial Querência (Adaptado de planta fornecida pela Construtora Roberto Ferreira em 2006).

3.3 Estudo piloto

O estudo piloto teve dois objetivos: realizar o mapeamento das manifestações patológicas nas fachadas principais do Residencial Querência e verificar, para os danos de fissura, descolamento, umidade com presença de sujeidade e de microrganismos, qual a distância que os mesmos ficam mais visíveis em uma imagem fotográfica.

3.3.1 Mapeamento das manifestações patológicas

O mapeamento das manifestações patológicas teve como objetivo marcar os pontos das fachadas que possuíam anomalias. Para, a partir desta informação, selecionar os pontos de coleta de dados dos problemas patológicos a serem estudados posteriormente.

Na preparação para a realização do mapeamento foram desenhadas, através do software AutoCAD, as fachadas principais dos três Blocos do Residencial Querência. No levantamento das manifestações patológicas in loco, levaram-se os desenhos impressos das fachadas e desenhou-se sobre estes as anomalias encontradas nas fachadas analisadas. Esse levantamento não teve objetivo de quantificar as manifestações patológicas, como suas dimensões, mas sim de

verificar sua presença nas edificações em estudo. Neste momento, também, foram fotografados alguns dos danos encontrados.

Com posse dos dados do levantamento, realizou-se o mapa de danos. Para o mapa de danos elaborou-se uma convenção para representar as manifestações patológicas existentes nas fachadas principais do Residencial Querência, conforme figura 31, devido a não possuir um modelo de convenções universal.

CONVENÇÕES

■	FISSURA
■	DESCOLAMENTO
■	UMIDADE C/ OU S/ SUJIDADE E C/ OU S/ PRESENÇA DE MICRORGANISMOS

Figura 31 – Convenção de representação das manifestações patológicas.

Com isso, foi realizado o mapa de danos através dos desenhos das fachadas no software AutoCAD, como exemplificado na figura 32. Os mapas de danos completos encontram-se no Apêndice A.



Figura 32 – Parte do mapa de danos de parte da fachada sudeste do Querência 03.

Analisando-se os mapas de danos, percebeu-se que as fachadas sudeste possuem mais manifestações patológicas que a fachada noroeste nos três blocos, principalmente na presença de umidade com presença de sujidade e microrganismos, sendo esta a manifestação mais recorrente em todas as fachadas, seguida pelas fissuras, as quais destacaram-se as verticais localizadas na divisão dos sobrados e as horizontais entre as janelas do pavimento superior. A viga de fundação apresentou presença de mancha de umidade com presença de microrganismos em todo o condomínio.

3.3.2 Análise das distâncias para coleta de dados das manifestações patológicas

Após analisar-se o mapa de danos, esquematizou-se a coleta de imagens do estudo de distâncias. Selecionou-se pontos na fachada sudeste do Querência 3 e na fachada noroeste dos Querências 1 e 2, conforme demonstrado na figura 33.

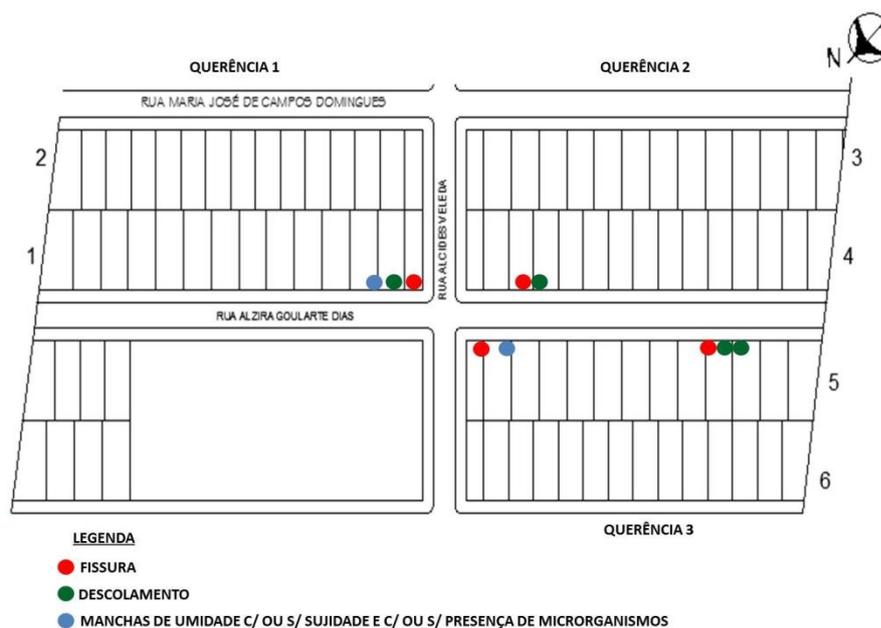


Figura 33 – Pontos de coleta de dados do estudo piloto.

O condomínio estudado possui a fachada pintada em dois tons de amarelo, um mais escuro e um mais claro, conforme figura 34. Com isso, escolheu-se em cada posição solar um ponto de cada problema patológico em cada um dos tons, exceto as manchas de umidade com presença de microrganismos que foram coletadas em um único ponto em cada posição solar, devido as mesmas estarem na viga de fundação que não possui coloração.



Figura 34 – Colorações das fachadas do Residencial Querência.

Foi esquematizada a coleta começando na fita 5 do Querência 3, após na fita 4 do Querência 2 e finalizando na fita 1 do Querência 1, conforme demonstrado na figura 35.

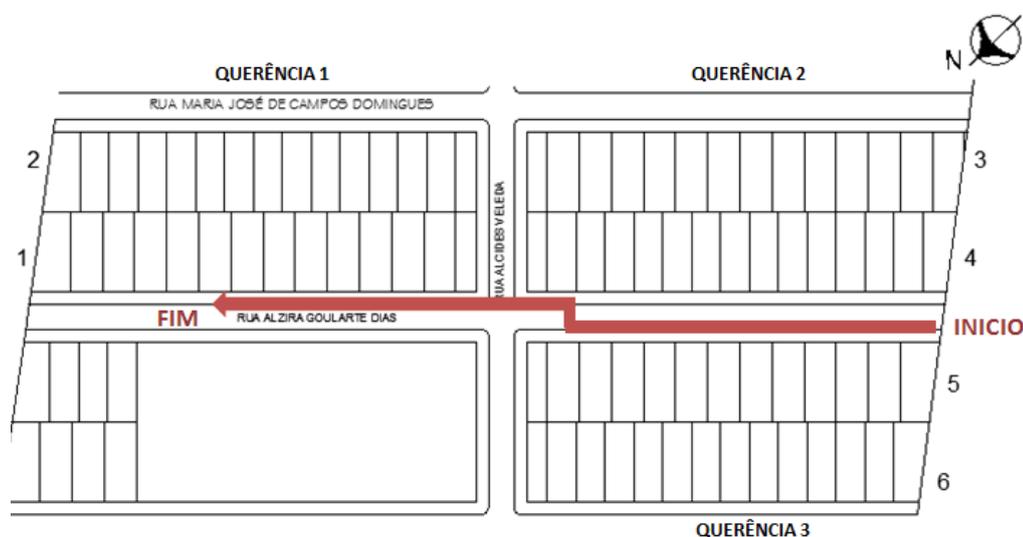


Figura 35 – Esquematização da coleta de dados.

Os pontos escolhidos e a esquematização de coleta de dados delineada foram desenvolvidos de acordo com a proximidade e facilidade de coletar as imagens próximas aos horários pré-definidos nesta pesquisa. Estes horários foram às 8:00 horas, às 12:00 horas e às 16:00 horas, onde os mesmos foram definidos para incluir o turno da manhã, onde o sol está próximo da posição leste, o meio-dia, onde o sol está perpendicular à Terra e tarde, onde o sol está próximo da posição oeste.

Além dos horários, definiu-se as distâncias as quais foram fotografadas as manifestações patológicas. Esse valor corresponde a distância entre a lente da câmera fotográfica e a superfície que possui o dano, definindo-se 0,50 metro, 1,00 metro, 1,50 metros, 2,00 metros e 2,50 metros. E em cada posição foram registradas 5 imagens com a resolução máxima da câmera e sem flash. A coleta de dados ocorreu no outono e utilizou-se uma máquina fotográfica, um tripé e uma trena, conforme demonstrado na figura 36.



Figura 36 – Coleta das imagens fotográficas do estudo piloto.

As manifestações patológicas escolhidas estavam no máximo a 1,50 metros do nível do solo, devido ao limite da altura alcançada pelo tripé.

Para facilitar a análise, colocaram-se as imagens em tabelas para cada manifestação patológica estudada. Estas tabelas contém o horário, a coloração da fachada e a distância, conforme exemplificado na tabela 1. Quando não há influência da cor, esta coluna foi desconsiderada. As demais tabelas de análise preenchidas encontram-se no Apêndice B.

Tabela 1 – Análise de distância de descolamento da fachada sudeste.

Hora	Distância (metros)				
	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
8:00					
12:00					
16:00					

Comparando as imagens registradas, percebeu-se que as distâncias as quais as manifestações patológicas estudadas tornam-se com boa visibilidade nas imagens são 0,50m e 1,00m e em alguns casos 1,50m. A partir destas distâncias os danos começam a perder visibilidade nas imagens, principalmente as fissuras.

Decidiu-se utilizar nas próximas etapas da pesquisa a distância de 1,00 (um) metro entre a lente da câmera fotográfica e a superfície com manifestação patológica, pois esta distância permite boa visibilidade da mesma e com um pouco da abrangência do seu entorno.

3.4 Definição das variáveis

Para esta pesquisa foram escolhidas variáveis qualitativas não ordenáveis, que são variáveis que possibilitam a classificação em categorias sem qualquer ordenação (GIL, 1991).

Considerando cada uma das orientações solares e cada uma das manifestações patológicas estudadas, foram analisadas duas variáveis que poderiam influenciar na imagem fotográfica: horário do dia e época do ano.

3.4.1 Horário do dia

Foram realizadas coletas de dados no turno da manhã (8:00 horas), ao meio-dia (12:00 horas) e à tarde (16:00 horas), devido a posição do sol nestes períodos do dia. Foi descartado o turno da noite devido à pouca visibilidade que este horário do dia proporciona para captação de uma imagem fotográfica sem a utilização da ferramenta flash.

As coletas de imagens começaram em torno de 15 minutos antes de cada horário definido e terminaram aproximadamente 15 minutos após o horário definido.

3.4.2 Época do ano

Foram realizadas coleta de dados pelo período de um ano. Considerou-se as datas próximas ao solstício de inverno e verão e equinócios de outono e primavera, além de dias intermediários a essas datas marcos para realização das coletas de dados, conforme apresentado na tabela 2. As condições do dia de coleta de dados foram variadas, somente não foi realizada coleta em dias chuvosos.

Tabela 2 – Cronograma de coleta de dados.

Datas de Coleta de Dados	Estação do Ano
12 de agosto de 2015	Inverno
25 de setembro de 2015	Primavera
09 de novembro de 2015	Primavera
21 de dezembro de 2015	Verão
11 de fevereiro de 2016	Verão
23 de março de 2016	Outono
04 de maio de 2016	Outono
21 de junho de 2016	Inverno

3.5 Coleta de dados

Igualmente ao estudo piloto, foram coletados dados nas duas tonalidades de pintura da parede (amarelo claro e amarelo escuro) para cada manifestação

patológica e para cada posição solar das fachadas, exceto nas manchas de umidade que se localizam nas vigas de fundação a qual não possui pintura.

Selecionou-se pontos na fachada sudeste do Querência 3 e na fachada noroeste dos Querências 1 e 2, conforme demonstrado na figura 37.

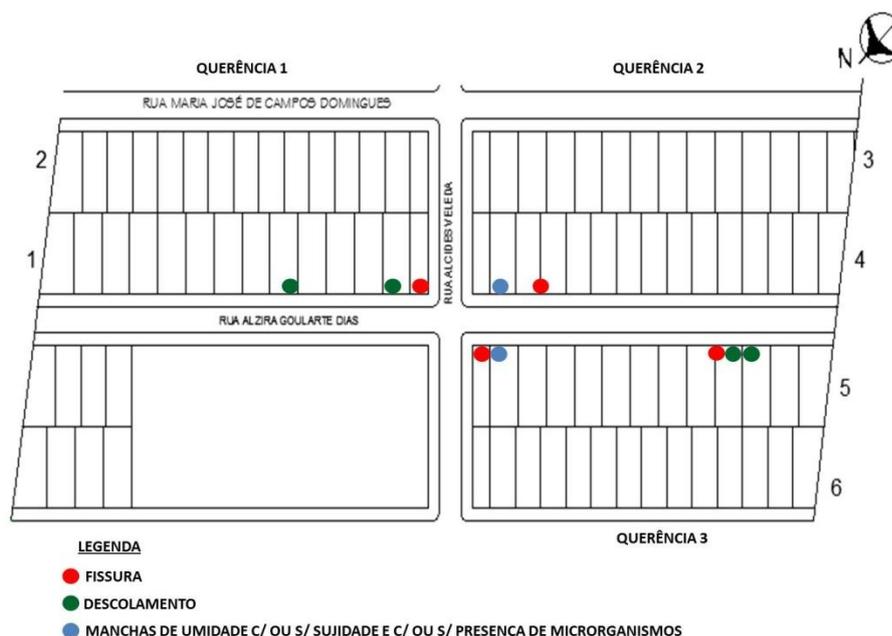


Figura 37 – Pontos de coleta de dados.

A coleta de dados, também foi esquematizada conforme o estudo piloto, como já demonstrado na figura 28. Começando na fita 5 do Querência 3, após na fita 4 do Querência 2 e finalizando na fita 1 do Querência 1. E também foram registradas cinco imagens fotográficas por ponto de análise, para garantia de possuir uma imagem de boa qualidade, com a resolução máxima da câmera e sem flash.

Para a realização da coleta de dados foram utilizados os seguintes equipamentos: trena com fita em aço de alcance de cinco metros; tripé para máquina digital universal com nível e alcance de um metro de altura; e, máquina digital semiprofissional marca Sony, modelo DSC-HX 200.

Escolheu-se uma máquina fotográfica semiprofissional devido a sua facilidade de manuseio e sua qualidade de imagem. Utilizou-se na coleta de dados o programa automático da máquina, não colocando nenhum filtro e nenhum efeito.

3.6 Análise visual dos dados coletados

Após a coleta de dados foi realizada a análise e a interpretação dos dados obtidos. A análise foi realizada a partir de observações visuais das imagens fotográficas registradas em cada dia e cada hora. Assim, como no estudo piloto, os dados foram organizados em tabelas para cada manifestação patológica com cada posição solar da fachada. Estas tabelas contêm as imagens coletadas organizadas nos dias e horas da coleta de dados. As fotografias inseridas na tabela foram formatadas com o mesmo tamanho de 4,09cm x 5,25cm para não interferir na análise. A tabela 3 exemplifica as tabelas geradas, as demais encontram-se no Apêndice C.

Tabela 3 – Imagens para análise do descolamento da fachada sudeste.

		Date e Estação da Coleta de Dados							
		Inverno		Primavera		Verão		Outono	
		12/08/2015	25/09/2015	09/11/2015	21/12/2015	11/02/2016	23/03/2016	04/05/2016	21/06/2016
		nublado	parc. nublado	pred. ensolarado	pred. nublado	ensolarado	parc. nublado	pred. nublado	parc. nublado
Descolamento Sudeste	Fachada Amarelo Escuro e Fachada Amarelo Clara	08:00							
	12:00								
	16:00								

Considerando o caráter qualitativo desta pesquisa, o qual não tem a intenção de caracterizar uma população, Maranhão (2016) considera que pode ser adequado explorar de 15 a 30 entrevistas de especialistas ou quem tem a experiência na área estudada. E o mesmo autor considera que ultimamente tem-se utilizado o plano de amostra de indivíduos por conveniência, seleção, escolha. Com isso, as tabelas foram analisadas por 30 pessoas com conhecimento na área de Patologia das Construções, e estes responderam uma enquete desenvolvida neste trabalho, a qual teve como objetivo verificar em qual imagem o problema patológico analisado estava de mais fácil visualização. Desses participantes:

- Doze são Engenheiros(as) Civis ou Arquitetos e Urbanistas que trabalham na área de construção e projetos, variando tempo de serviço de menos de um ano à 35 anos. Porém a maioria dos participantes tem atuação entre 4 e 8 anos;

- Oito são professores com formação em Engenharia Civil ou Arquitetura que atuam nas faculdades de Arquitetura e Urbanismo da UFPel e/ou Engenharia Civil da UFPel e dos cursos Técnicos do Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul);
- Oito são estudantes. Destes, quatro do curso de arquitetura e Urbanismo, dois do curso de Engenharia Civil e dois do curso de Edificações;
- Dois técnicos em edificações com tempos de serviço na área de Construção Civil de 24 e 34 anos.

O gráfico apresentado na figura 38 demonstra a caracterização dos participantes da enquete.

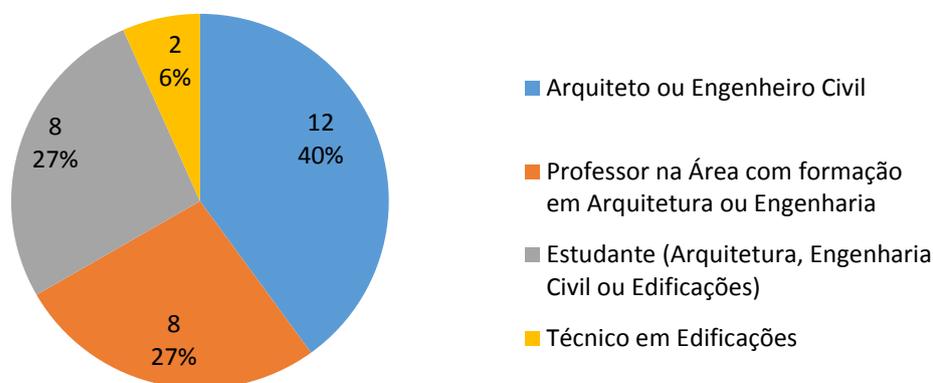


Figura 38 – Gráfico de caracterização dos participantes da enquete.

Nesta enquete, os participantes analisaram as tabelas impressas com imagens em boa resolução e escolheram em qual horário e qual data a manifestação patológica ficou mais fácil de ser visualizada. Também, pôde ser considerada uma opção de que o mesmo não encontrou diferença significativa nas imagens, conforme demonstrado na figura 39.

Na enquete foram considerados os danos de descolamento, fissuras e umidade com presença de microrganismo e de sujidade.



Universidade Federal de Pelotas
Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo
Mestrado em Arquitetura e Urbanismo



Enquete para colaboração para trabalho de Mestrado “Modelo de Coleta de Dados para Observação de Manifestações Patológicas em Fachadas na Cidade de Pelotas/RS”.

Profissão:
 Arquiteto(a) / Engenheiro(a) Civil
 Professor(a)
 Estudante. Curso _____
 Outra. Qual? _____

Analisando visualmente as tabelas com imagens fotográficas de manifestações patológicas, disponibilizadas em arquivos PDF, marcar na tabela abaixo, para cada dano e para cada posição solar da fachada, o **horário** e o **data** de coleta a qual o problema patológico tornou-se de mais **fácil visualização** na fotografia, como exemplificado no modelo a seguir.

Exemplo:

Manifestação Patológica	Fachada	Coloração (Amarelo)	Horário			Data							Não encontrei diferença significativa entre as imagens	
			08:00	12:00	16:00	12/08/15	25/09/15	09/11/15	21/12/15	11/02/16	23/03/16	04/05/16		21/06/16
Fissuras	Sudeste	Claro	x							x				

Enquete (a ser preenchida pelo participante):

Manifestação Patológica	Fachada	Coloração (Amarelo)	Horário			Data								Não encontrei diferença significativa entre as imagens
			08:00	12:00	16:00	12/08/15	25/09/15	09/11/15	21/12/15	11/02/16	23/03/16	04/05/16	21/06/16	
Fissuras	Sudeste	Escuro												
		Claro												
	Noroeste	Escuro												
		Claro												
Descolamento	Sudeste	Escuro												
		Claro												
	Noroeste	Escuro												
		Claro												
Umidade/Microrganismo	Sudeste	-												
	Noroeste	-												

Figura 39 – Estrutura da enquete.

3.7 Análise dos resultados da enquete e proposta de método de coleta de dados para observação de manifestações patológicas em fachadas na cidade de Pelotas/RS

Após a aplicação da enquete, contabilizaram-se quais foram as datas e horários do dia apontados pelos participantes.

O horário e o dia os quais obtiveram maior número de apontamentos foram considerados o horário e a época do ano mais propícia para registrar cada uma das manifestações patológicas estudadas, nas fachadas com orientações solares noroeste e sudeste, considerando as condições climáticas ocorridas nos dias das coletas de dados.

Posteriormente à realização das análises e verificação das variáveis mais influentes, foi possível propor um método de coleta de dados para observação das manifestações patológicas de fissuras, descolamentos e mancha de umidade com presença de microrganismos e sujidade.

3.8 Desenvolvimento do banco de dados para inserção de dados de manifestações patológicas em edificações na cidade de Pelotas/RS

Para organização, armazenamento e compartilhamento dos dados coletados neste trabalho, e também para os demais dados coletados e a serem coletados em estudos de manifestações patológicas em edificações na cidade de Pelotas/RS, foi desenvolvido um banco de dados.

Este banco de dados contempla uma parte de inserção de dados e uma parte de busca de dados.

Os parâmetros considerados na inserção de dados foram a imagem, os dados da captura da imagem, a localização do elemento na edificação, a superfície, a aparência visual, as possíveis causas e as medidas de reparo para a referida manifestação patológica. E, os parâmetros considerados na busca de dados foram a imagem do usuário, os dados da captura da imagem, a localização do elemento na edificação e a superfície, a aparência visual da manifestação patológica, obtendo como resposta da busca as imagens do banco de dados para comparação visual com a imagem do usuário, apresentando as possíveis causas e as medidas de reparo do dano patológico.

Para melhor compreensão do funcionamento do banco de dados, foi elaborado um desenho com seus parâmetros, conforme as figuras 40, 41 e 42.

Para desenvolvimento computacional do banco de dados, foi utilizado o banco de dados MySQL com script PHP através da web (HTML), programado por um profissional da área da informática. Este banco de dados foi realizado com design responsivo, o qual se adequa a qualquer dispositivo móvel de acesso (smartphones, tablets, notebook, desktops, etc.).

O banco de dados foi hospedado em um servidor online, o qual poderá ser acessado de qualquer lugar. A parte de inserção de dados será restrita aos usuários que possuem as informações para realização do *login*, através de um usuário e senha, assim liberando o acesso a esta parte. Já, a parte de busca de dados será disponível aos usuários. Foi escolhido um servidor que suportasse um banco de dados e que fosse gratuito. Dos existentes do mercado foi utilizado o Hostinger, pois este atende as necessidades do fluxo de dados do banco de dados desenvolvido,

fornecendo um espaço em disco de 2000MB, transferência de dados de 100GB e backups ilimitados, além do mesmo ser brasileiro.

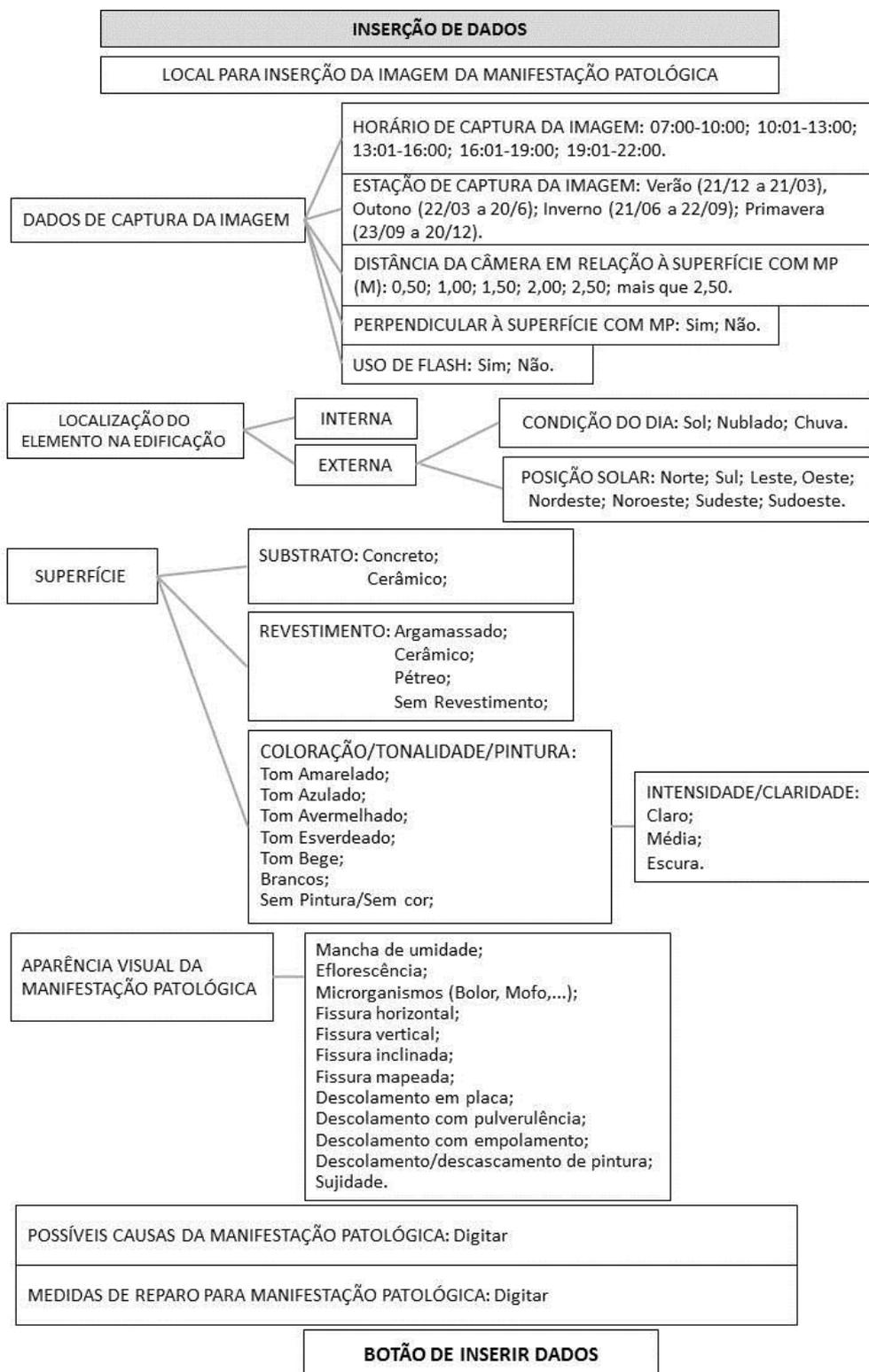


Figura 40 – Inserção de dados no banco de dados.

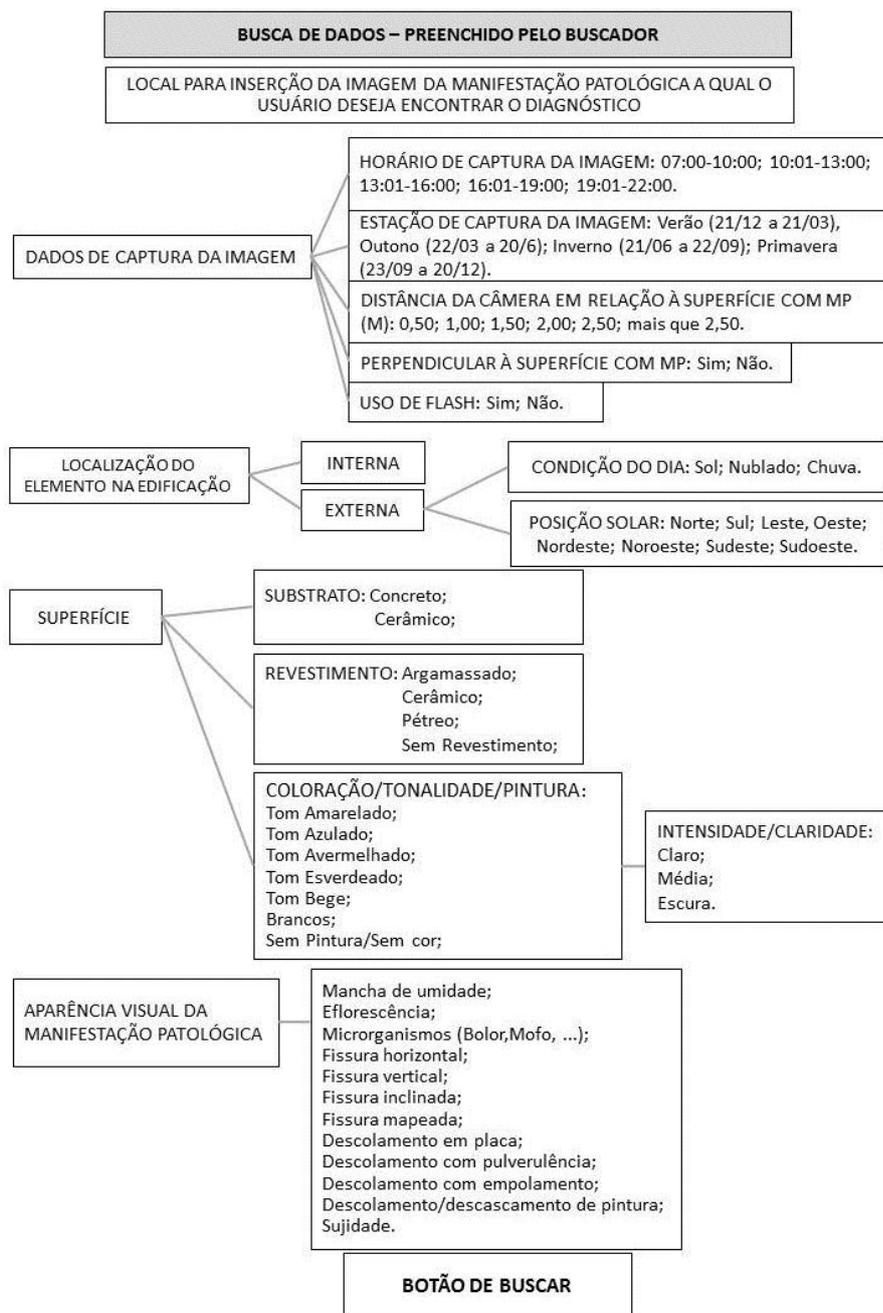


Figura 41 – Busca de dados no banco de dados.

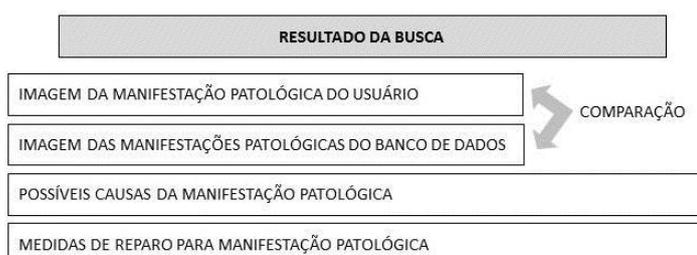


Figura 42 – Resultado da busca de dados no banco de dados.

No próximo capítulo são apresentados os resultados obtidos neste estudo.

4. Resultados e discussões

Os resultados deste estudo foram obtidos em duas etapas: a primeira refere-se à coleta de dados de manifestações patológicas para sua identificação em fachadas através de imagens fotográficas, e a segunda refere-se ao desenvolvimento de um banco de dados para inserção e busca de problemas patológicos.

4.1 Resultados da coleta de dados para identificação de manifestações patológicas em fachadas

Para propor um método de coleta de dados de identificação de manifestações patológicas foram registradas imagens fotográficas de fissura, descolamento e umidade com presença de microrganismos durante o período de um ano, realizando duas coletas de dados por estação, totalizando oito coletas.

4.1.1 Condições dos dias de coleta de dados

A primeira coleta ocorreu na estação de inverno, no dia 12 de agosto de 2015. Após, seguiu-se a ordem das estações com as coletas de primavera ocorrendo nos dias 25 de setembro de 2015 e 09 de novembro de 2015, as coletas de verão nos dias 21 de dezembro de 2015 e 11 de fevereiro de 2016, as coletas de outono nos dias 23 de março de 2016 e 04 de maio de 2016 e, por fim, retornou-se ao inverno com coleta no dia 21 de junho de 2016. As condições climáticas dos dias citados acima foram retiradas da fonte The Weather Channel, no horário das 12:00 horas, e estavam conforme tabela 4 abaixo:

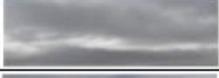
Tabela 4 – Condições climáticas dos dias de coleta de dados.

Fonte: The Weather Channel.

	Data e Estação da Coleta de Dados							
	Inverno	Primavera		Verão		Outono		Inverno
	12/08/2015	25/09/2015	09/11/2015	21/12/2015	11/02/2016	23/03/2016	04/05/2016	21/06/2016
Temperatura Máxima (°C)	24	19	29	27	29	26	17	17
Temperatura Mínima (°C)	19	16	18	22	22	17	8	8
Hora do nascer do Sol	07:07	06:14	06:24	06:20	07:04	06:35	07:03	07:28
Hora que o sol se pos	18:00	18:27	20:00	20:34	20:22	18:36	17:48	17:33
Umidade Relativa (%)	94	94	94	83	74	61	77	100
Velocidade do Vento (Km/h)	3	19	3	21	19	10	3	3
Direção do Vento	lés-sudeste	oés-sudoeste	norte	lés-nordeste	lés-sudeste	sul	oeste	su-sudoeste
Precipitação (cm)	0,1	4,3	0	0	0	0	0	0
Pressão (hPa)	1.019	1.009	1.013	1.016	11.016	1.019	1.023	1.033
Visibilidade (km)	5	6	8	10	10	10	9,7	3,1
Índice UV	0	1	1	1	6	5	3	1
Descrição da Condição do Dia	nublado	parc. nublado	pred. ensolarado	pred. nublado	ensolarado	parc. nublado	pred. nublado	parc. nublado

Também foram registradas imagens das condições do céu nos dias das coletas de dados, conforme demonstrado na tabela 5:

Tabela 5 – Condições do céu nos dias de coleta de dados.

Condição do Céu				
Estação do Ano	Data	Hora		
		08:00	12:00	16:00
Inverno	12/08/2015			
Primavera	25/09/2015			
	09/11/2015			
Verão	21/12/2015			
	11/02/2016			
Outono	23/03/2016			
	04/05/2016			
Inverno	21/06/2016			

Pode-se perceber que as condições diárias variaram nos dias de coleta de dados, possuindo dias com a presença de sol e dias nublados. Esta variável não pode ser controlada.

Nos dias 09 de novembro de 2015, 21 de dezembro de 2015 e 11 de fevereiro de 2016 o Brasil estava no horário de verão e decidiu-se manter os horários pré-estabelecidos (8:00, 12:00 e 16:00 horas) nestas coletas também.

4.1.2 Análise das imagens fotográficas para identificação de manifestações patológicas em fachadas

Abaixo são apresentados os resultados da enquete para cada manifestação patológica analisada e para cada posição solar da fachada em relação aos horários e estações do ano.

4.1.2.1 Fissura

• Fachada sudeste

Para a manifestação patológica de fissura localizada na fachada sudeste, em relação ao horário do dia, a maioria dos participantes, 48%, apontaram que o referido dano tornou-se de mais fácil visualização em imagens capturadas no horário das 16:00 horas. Sucedido pelo horário de 12:00 horas, com 25% e o horário de 08:00 horas com 17%. Somente 10% não encontraram diferença significativa entre as imagens. Conforme demonstrado na figura 43.

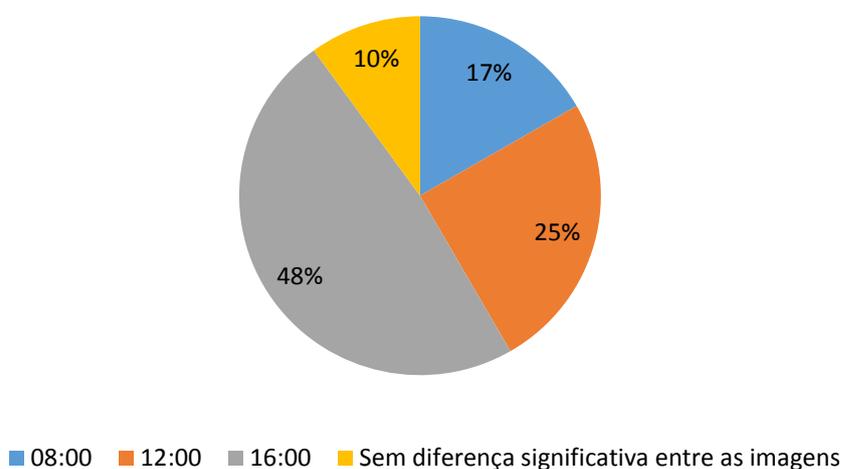


Figura 43 – Horários do dia para as fissuras da fachada sudeste.

Considerando as colorações da fachada, em ambas os participantes apontaram mais fácil visualização da fissura no horário das 16:00 horas. Em seguida apontaram o horário das 12:00 horas e muito próximo a este o horário das 08:00 horas. Porém, somente na fachada de coloração amarelo claro houve a consideração de não encontrarem diferença significativa entre as imagens, conforme é apresentado na figura 44.

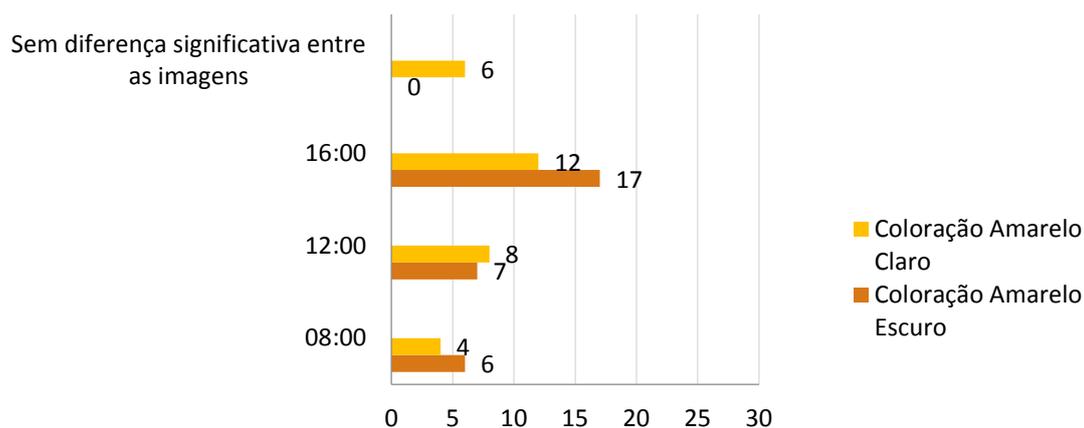


Figura 44 – Horários do dia para as fissuras da fachada sudeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.

Em relação às estações do ano, 38% dos participantes apontaram mais fácil visualização na primavera, seguido por outono e verão, com 22% cada. Somente 8% marcaram inverno e 10% não encontram diferença significativa entre as imagens. Os resultados estão apresentados na figura 45.

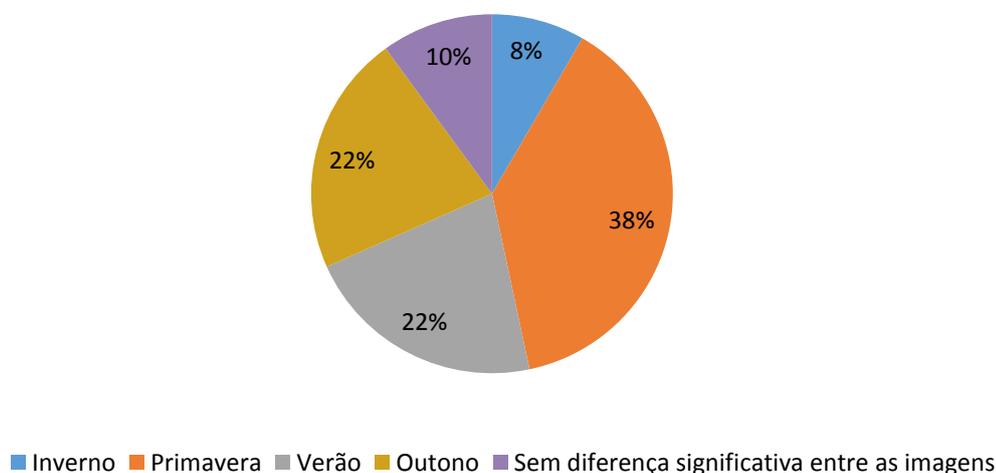


Figura 45 – Estações do ano para as fissuras da fachada sudeste.

Porém, quando se analisam as colorações das fachadas, percebe-se que na fachada com coloração amarelo mais escura 70% dos participantes visualizaram a fissura na estação da primavera, enquanto na coloração amarelo mais claro foram apontadas as estações de verão, com 40% e de outono, com 33%. Isto pode ser melhor visualizado na figura 46.

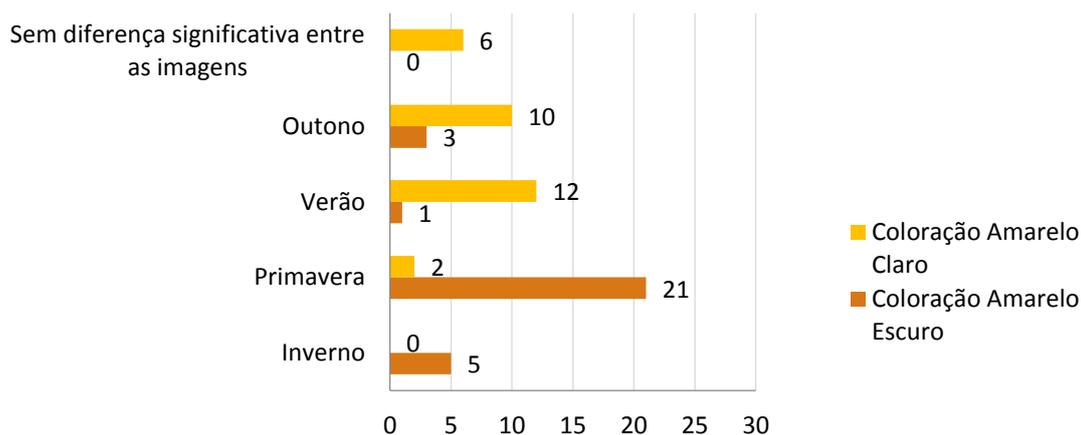


Figura 46 – Estações do ano para as fissuras da fachada sudeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.

• Fachada noroeste

No problema patológico de fissura localizada na fachada noroeste, em relação ao horário do dia, 37% dos participantes responderam o horário 12:00 horas como o de mais fácil visualização do dano na imagem fotográfica. Muito próximo ficou o horário das 08:00 horas, com 35%, e somente 8% apontaram o horário das 16:00 horas. Dos participantes, 20%, não encontraram diferença significativa entre as imagens, conforme demonstrado na figura 47.

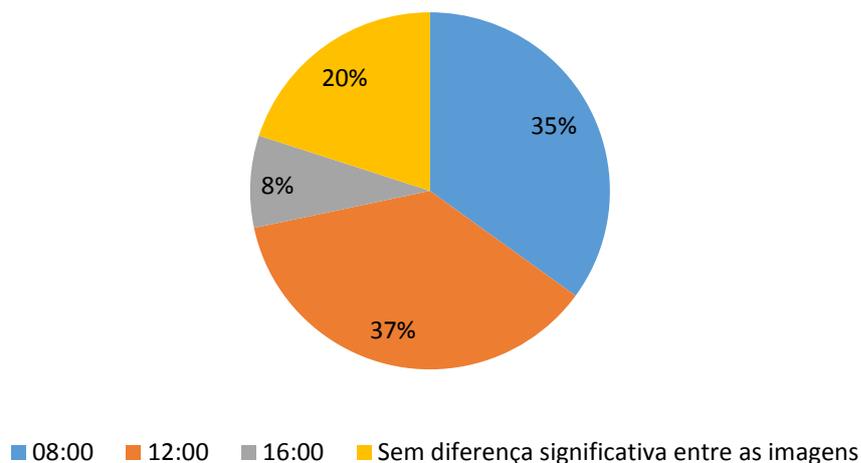


Figura 47 – Horários do dia para as fissuras da fachada noroeste.

Nas colorações das fachadas, a que é pintada com a cor amarelo mais escuro obteve o horário das 12:00 horas como de mais fácil visualização do dano, enquanto que a fachada pintada com cor amarelo mais claro, obteve o horário das 08:00 horas, conforme demonstrado na figura 48.

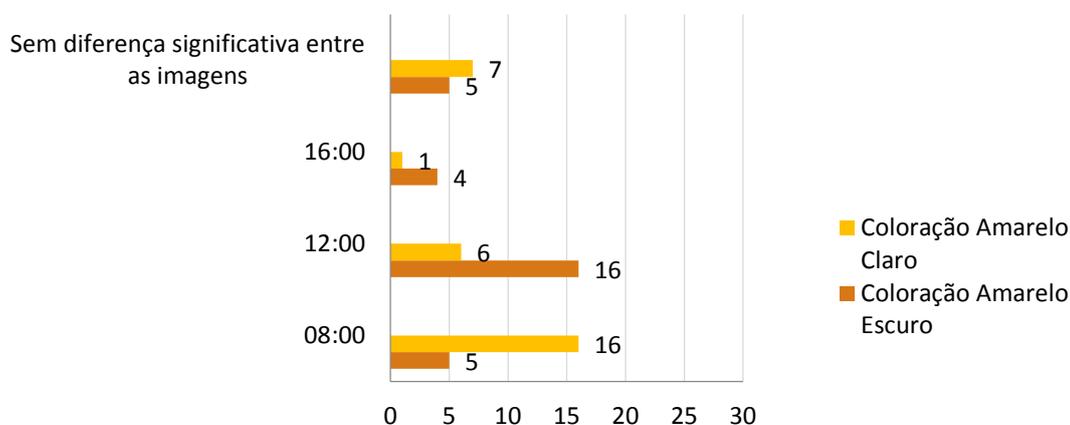


Figura 48 – Horários do dia para as fissuras da fachada noroeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.

Considerando as estações do ano, houve um equilíbrio entre elas, destacando-se mais o inverno (28%), seguido pela primavera (22%), outono (17%) e verão (13%). Também, houve um equilíbrio com a opção de sem diferença significativa das imagens, a qual foi apontada por 20% dos participantes, conforme apresentado na figura 49. Este equilíbrio foi percebido também nas colorações das fachadas, conforme figura 50.

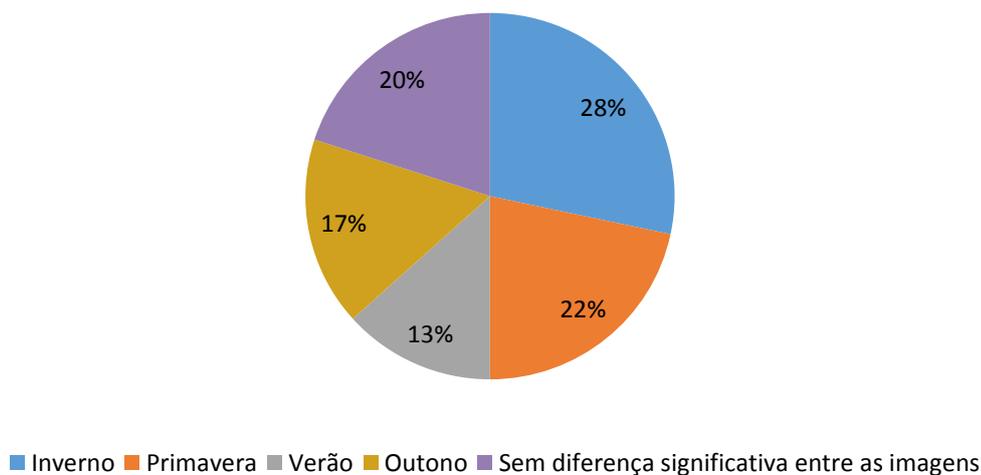


Figura 49 – Estações do ano para as fissuras da fachada noroeste.

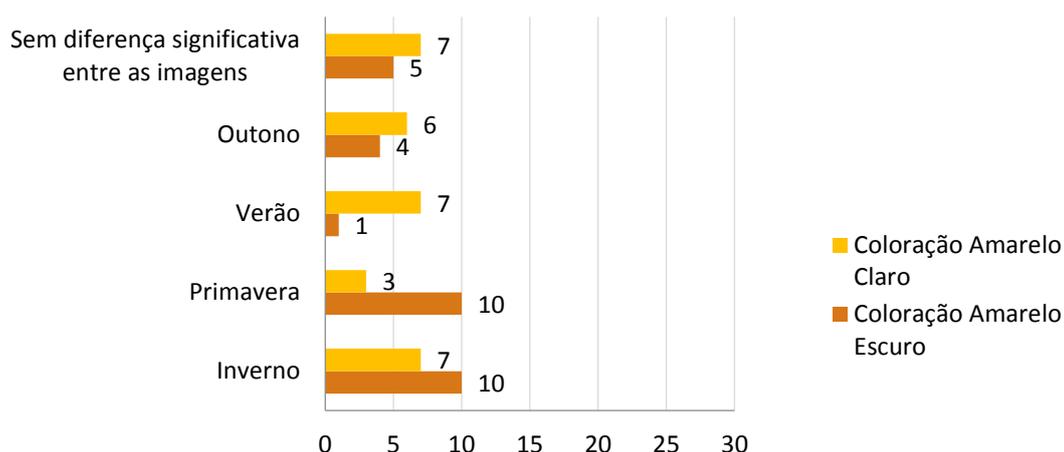


Figura 50 – Estações do ano para as fissuras da fachada noroeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.

Em análise aos resultados apresentados para a manifestação patológica de fissura, pode-se perceber que o horário do dia a qual a fachada não recebeu insolação direta - sudeste às 16:00 horas e noroeste às 8:00 e 12:00 horas - foram os mais apontados pelos participantes como de visualização mais fácil para este dano na imagem fotográfica.

Nas estações do ano, no geral não houve uma predominância relevante de alguma delas. Porém, pode-se perceber que na fachada de coloração mais escura, foram apontadas mais vezes as estações da primavera e inverno em ambas as posições solares das fachadas. Na fachada com coloração mais clara houve um

equilíbrio das estações na fachada noroeste e uma predominância das estações de verão e outono na fachada sudeste.

Em relação ao não encontro de diferença significativa entre as imagens, a fachada que possui coloração mais clara obteve maior apontamento.

4.1.2.2 Descolamento

• Fachada sudeste

No problema patológico de descolamento na fachada sudeste, mais da metade dos participantes não encontrou diferença significativa entre as imagens, tanto na fachada de coloração mais clara, quanto na fachada de coloração mais escura.

Considerando os demais participantes, os quais não apontaram esta opção, em relação aos horários do dia, o horário das 08:00 horas foi respondido por 20% dos participantes, o horário das 12:00 horas por 15% e por último o horário das 16:00 horas com 7%. Em relação às colorações das fachadas, a com pintura amarelo mais escuro teve como maior número de marcações o horário das 08:00 horas e a com pintura amarelo mais claro houve um equilíbrio entre os horários. Estes dados são apresentados nas figuras 51 e 52.

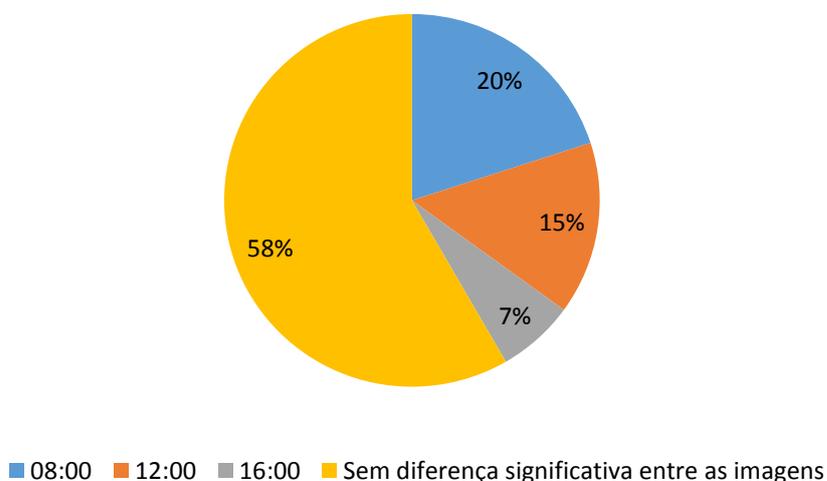


Figura 51 – Horários do dia para descolamentos da fachada sudeste.

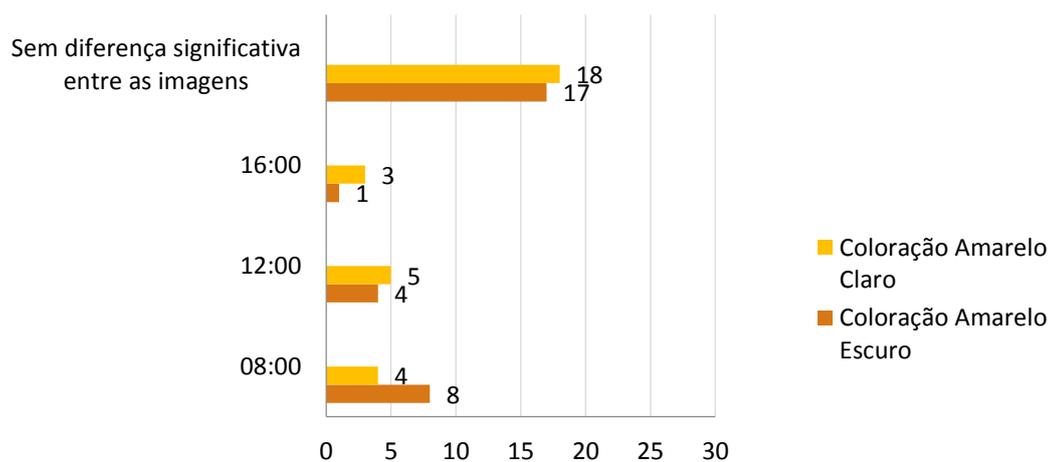


Figura 52 – Horários do dia para descolamentos da fachada sudeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.

Em relação às estações do ano, 27% escolheram a primavera, 10% o verão, 3% o inverno e somente 2% o outono. De acordo com as colorações, também houve uma igualdade entre as mesmas, conforme apresentado nas figuras 53 e 54.

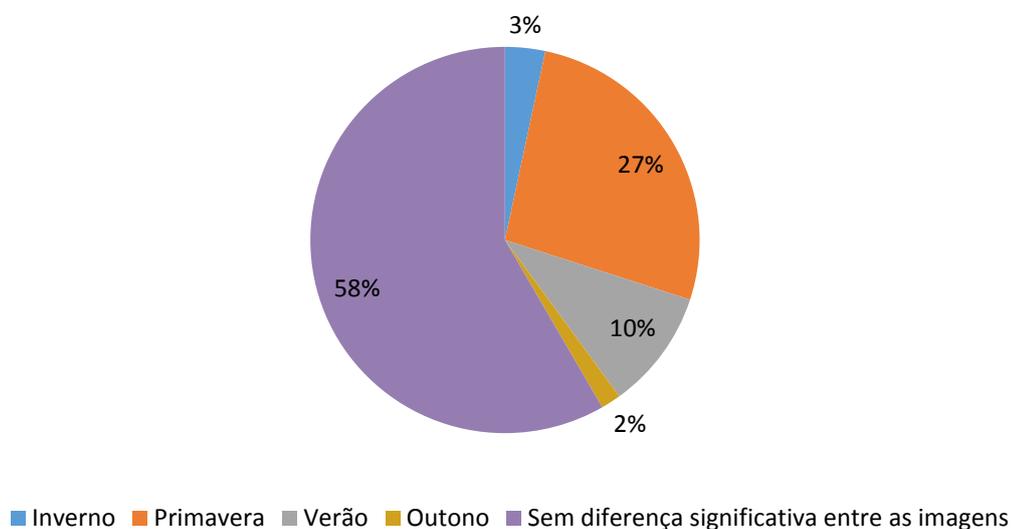


Figura 53 – Estações do ano para descolamento da fachada sudeste.

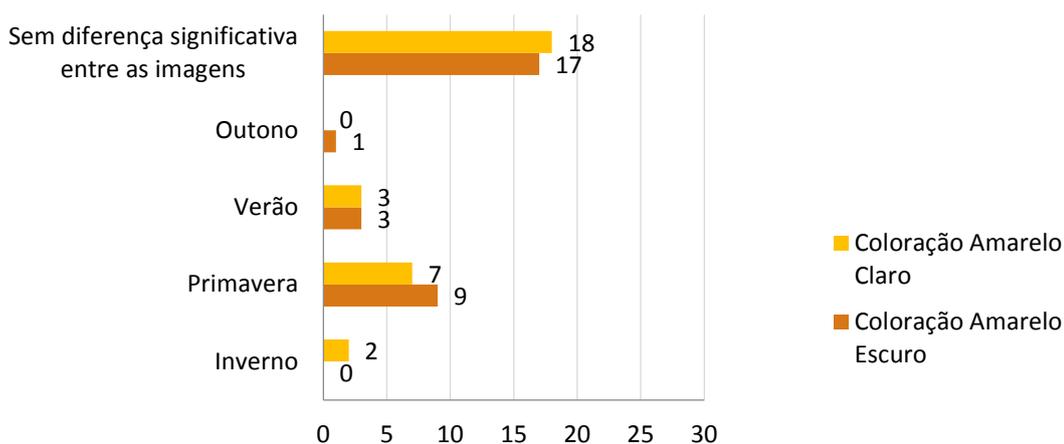


Figura 54 – Estações do ano para descolamentos da fachada sudeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.

• Fachada noroeste

No problema patológico de descolamento na fachada noroeste a metade dos participantes não encontrou diferença significativa entre as imagens, tanto na fachada de coloração mais clara, quanto na fachada de coloração mais escura.

Dos demais participantes, houve um equilíbrio de respostas em relação ao horário do dia, com 18% para 12:00 horas, 17% para 08:00 horas e 15% para 16:00 horas. Este equilíbrio encontrou-se também nas colorações de fachadas, conforme apresentado nas figuras 55 e 56.

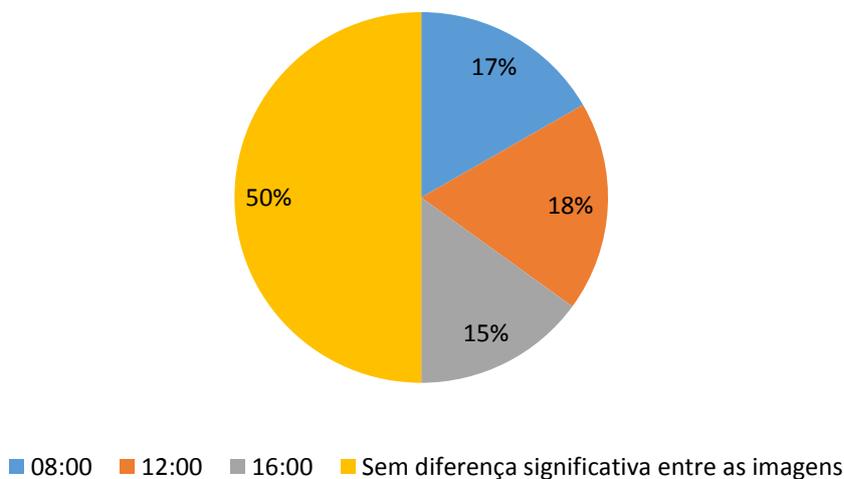


Figura 55 – Horários do dia para descolamentos da fachada noroeste.

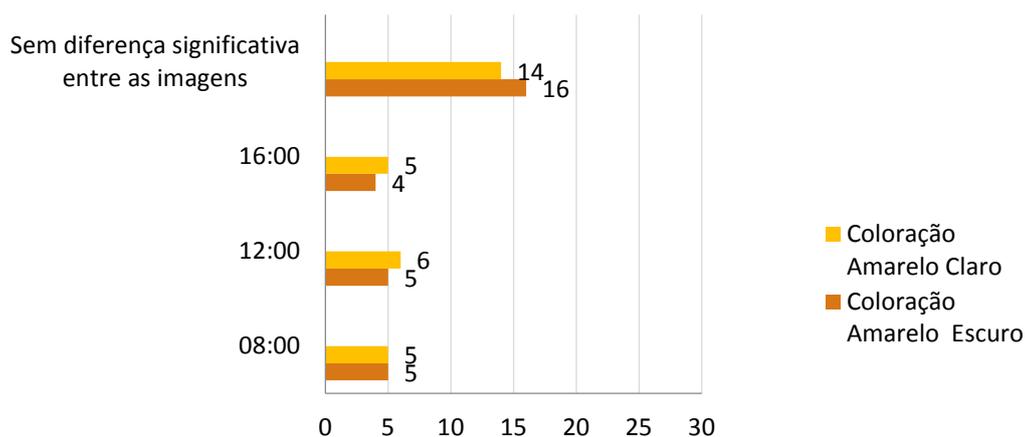


Figura 56 – Horários do dia para descolamentos da fachada noroeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.

Em relação às estações do ano, os demais participantes responderam 22% no inverno, 11% no outono, 10% na primavera e 7% no verão, conforme figura 57.

Nas colorações das fachadas, a estação de inverno foi a mais escolhida para a coloração amarelo claro e a estação da primavera para a coloração amarelo mais escuro, como apresentado na figura 58.

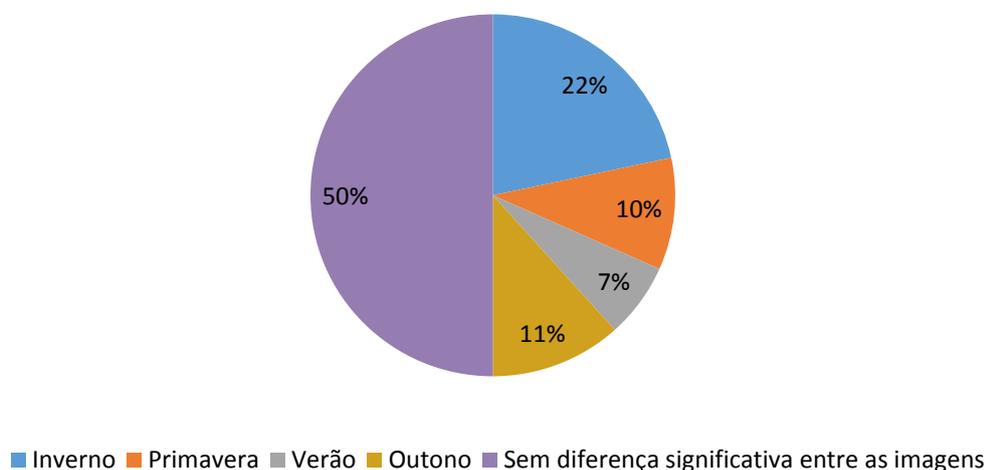


Figura 57 – Estações do ano para descolamento da fachada noroeste.

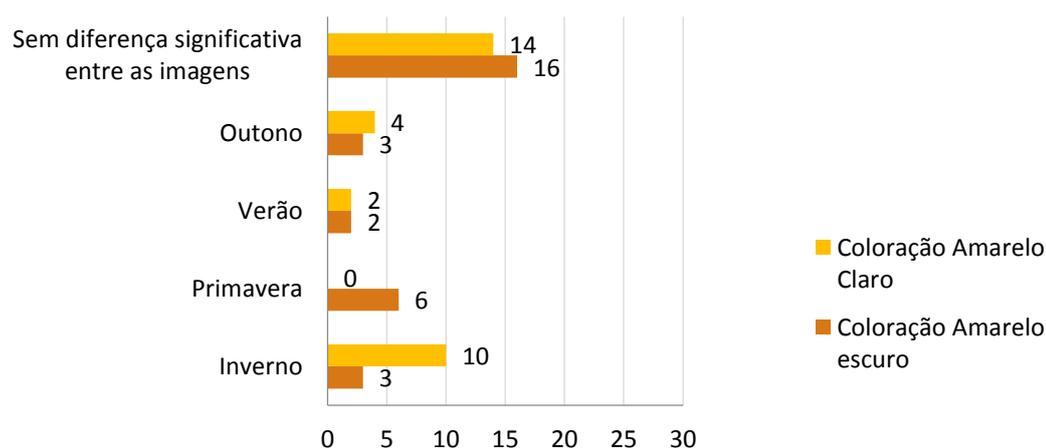


Figura 58 – Estações do ano para descolamentos da fachada noroeste nas colorações amarelo claro e amarelo escuro.

Analisando-se os resultados obtidos na manifestação patológica de descolamento, em ambas as posições solares das fachadas, sudeste e noroeste, pode-se perceber que a maioria dos participantes não encontrou diferença significativa entre as imagens. Isto pode ter ocorrido devido a este dano ser de fácil percepção visual, pois a argamassa ao descolar da fachada leva consigo a camada de pintura deixando a superfície à mostra.

4.1.2.3 Umidade com ou sem microrganismos e com ou sem sujidade

• Fachada sudeste

Na manifestação patológica de umidade com ou sem presença de microrganismos e sujidade, em relação ao horário do dia, mais da metade dos participantes (60%) responderam que o horário em que o problema patológico tornou-se de mais fácil visualização na imagem foi às 12:00 horas, seguido pelo horário das 08:00 horas, com 27%. O horário das 16:00 horas obteve resposta de somente 3% dos participantes. Somente 10% dos que responderam a enquete não encontram diferença significativa entre as imagens. Estes dados são apresentados na figura 59.

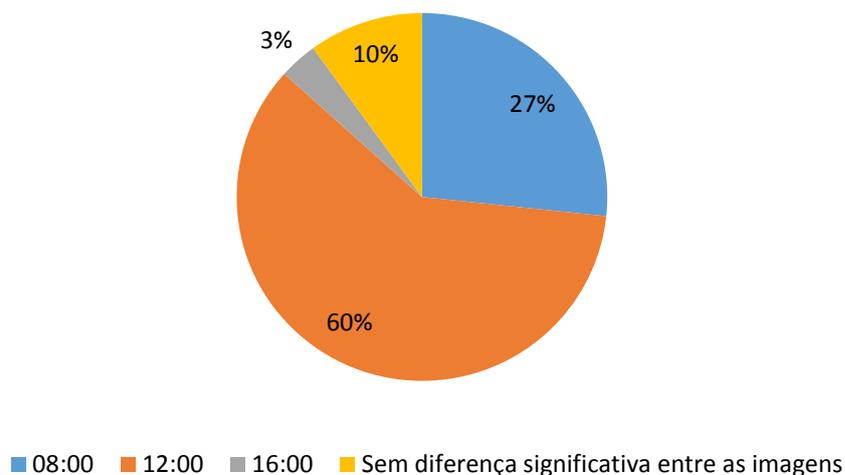


Figura 59 – Horários do dia para umidade com ou sem presença de microrganismos e sujidade da fachada sudeste.

Considerando as estações do ano, metade dos participantes da enquete responderam que a estação da primavera foi a que a manifestação patológica de umidade com ou sem presença de microrganismo e sujidade tornou-se de mais fácil visualização na imagem fotográfica. Após, 20% apontou a estação de inverno, 13% de verão e 7% de outono. Dos participantes, 10% não encontraram diferença significativa entre as imagens, conforme demonstrado na figura 60.

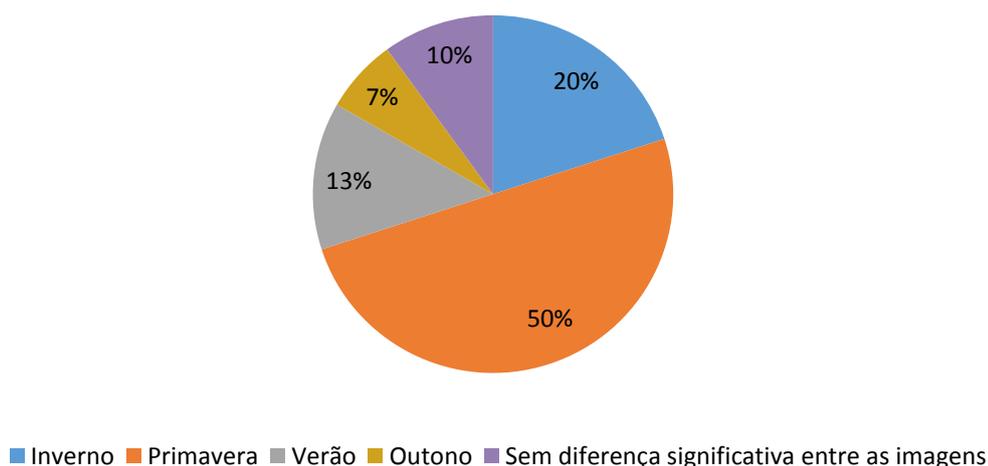


Figura 60 – Estações do ano para umidade com ou sem presença de microrganismos e sujidade da fachada sudeste.

• Fachada noroeste

Na fachada noroeste, para a manifestação patológica de umidade com ou sem presença de microrganismos e sujidade, igualmente a fachada sudeste, em relação aos horários do dia, a maioria dos participantes responderam que o horário das 12:00 horas foi o que a manifestação patológica se tornou de mais fácil visualização nas imagens fotográficas, seguido pelo horário das 08:00 horas, com 27% e o horário das 16:00 horas, com 20%. Somente 7% dos participantes não encontraram diferença significativa entre as imagens. Estes dados são apresentados na figura 61.

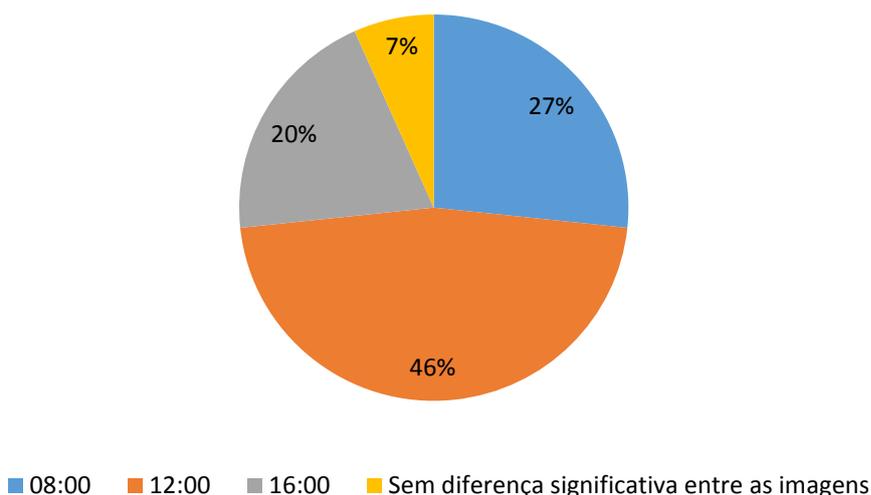


Figura 61 – Horários do dia para umidade com ou sem presença de microrganismos e sujidade da fachada noroeste.

Nas estações do ano, igualmente a fachada sudeste, a mais apontada pelos participantes foi primavera, com 43%, e com porcentagem muito próxima, de 40%, ficou o inverno. Apenas 7% responderam verão e 3% o outono. E 7% dos participantes não encontraram diferença significativa entre as imagens, conforme figura 62.

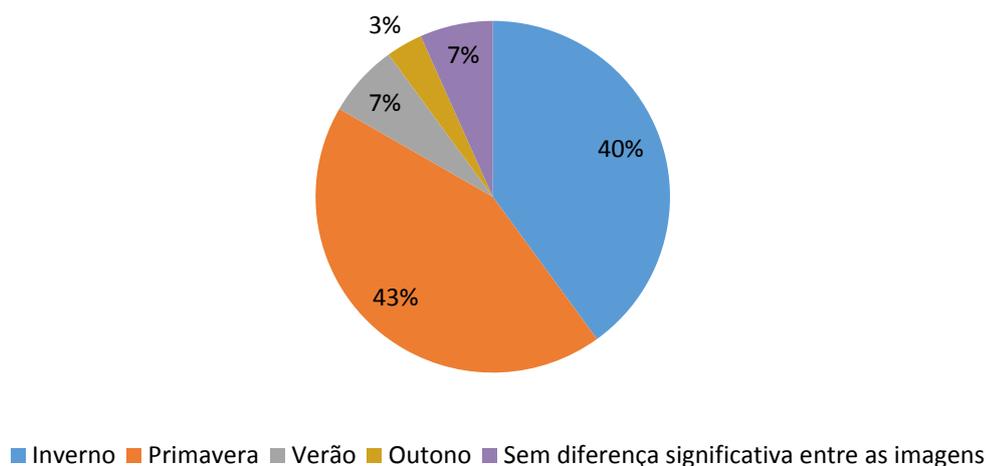


Figura 62 – Estações do ano para umidade com ou sem presença de microrganismos e sujeira da fachada noroeste.

Em análise dos resultados de mancha de umidade com ou sem presença de microrganismo e sujeira, pode-se perceber que tanto na fachada sudeste como na fachada noroeste, o horário o qual os participantes acharam que o referido dano ficou mais visível na imagem foi às 12:00 horas. Isso pode ter ocorrido devido a este horário o sol estar perpendicular à Terra, gerando uma condição de incidência de iluminação natural indireta e uniforme nas fachadas, ou seja, padronizando os elementos e assim facilitando a visualização das manifestações.

Também, percebeu-se uma igualdade nos resultados da fachada sudeste e da fachada noroeste, na estação do ano. Os participantes consideraram que o problema patológico de umidade com ou sem presença de microrganismos e sujeira tornou-se de mais fácil visualização na primavera. Isto pode ter ocorrido, pois os fungos dependem, além de outros fatores, de umidade relativa (UR) e temperatura favorável para o desenvolvimento dos mesmos. Segundo Guerra (2012), UR superior à 65% associada a uma temperatura em torno de 20°C já é suficiente para o desenvolvimento de fungos. A cidade de Pelotas/RS, durante todo o ano, possui umidade relativa média acima de 80%, propícia ao desenvolvimento de microrganismos. Ademais, a temperatura durante o período de estudo a qual ficou mais próxima dos 20°C foi na primavera, conforme os dados da Embrapa Clima Temperado, o que pode ter influenciado a maior presença de microrganismo nesta estação do ano.

As tabelas 6 e 7 apresentam um resumo dos resultados encontrados na coleta de dados das manifestações patológicas de fissura, descolamento e umidade com ou sem presença de microrganismos e sujidade e nas fachadas sudeste e noroeste, para os horários do dia e estações do ano respectivamente.

Tabela 6 – Resumo dos resultados dos horários do dia.

Manifestação Patológica	Orientação Solar	Horários do Dia			
		8h	12h	16h	SDS
Fissura	Sudeste	17%	25%	48%	10%
	Noroeste	35%	37%	8%	20%
Descolamento	Sudeste	20%	15%	7%	58%
	Noroeste	17%	18%	15%	50%
Umidade c/ ou s/ microrganismos e sujidade	Sudeste	27%	60%	3%	10%
	Noroeste	27%	46%	20%	7%

*SDS= Sem diferença significativa entre as imagens

Tabela 7 – Resumo dos resultados das estações do ano.

Manifestação Patológica	Orientação Solar	Estações do Ano				
		Inverno	Primavera	Verão	Outono	SDS
Fissura	Sudeste	8%	38%	22%	22%	10%
	Noroeste	28%	22%	13%	17%	20%
Descolamento	Sudeste	3%	27%	10%	2%	58%
	Noroeste	22%	10%	7%	11%	50%
Umidade c/ ou s/ microrganismos e sujidade	Sudeste	20%	50%	13%	7%	10%
	Noroeste	40%	43%	7%	3%	7%

*SDS= Sem diferença significativa entre as imagens

Analisando as tabelas acima pode-se concluir que em relação ao horário do dia houve uma diversidade de respostas comparando as manifestações patológicas e as fachadas estudadas. Porém, nas estações do ano percebeu-se uma predominância de resposta comparando as manifestações patológicas de fissura, descolamento e umidade com ou sem presença de microrganismos e sujidade, na fachada sudeste, excluindo-se a opção de sem diferença significativa entre as imagens, a estação da primavera teve maior apontamento nos três danos e na fachada noroeste a estação do inverno foi a mais respondida no problema de fissura e descolamento, no dano de umidade com ou sem presença de microrganismo a estação do inverno ficou em segunda opção por apenas um participante.

Na bibliografia não encontrou-se trabalho semelhante a este, considerando a influência do horário do dia e da estação do ano na perceptibilidade das

manifestações patológicas em imagens fotográficas, por isso não há uma possível comparação de resultados.

4.2 Banco de dados para inserção e busca de manifestações patológicas

Com a programação do banco de dados, foi gerada uma ferramenta computacional que servirá para inserção e busca de manifestações patológicas em edificações na cidade de Pelotas/RS.

Este banco de dados está disponível através do endereço <http://mpspelotas.esy.es/>.

A ferramenta apresenta em sua página inicial (home) um texto com apresentação e os ícones para inserção de dados e busca no banco de dados, conforme demonstrado na figura 63.

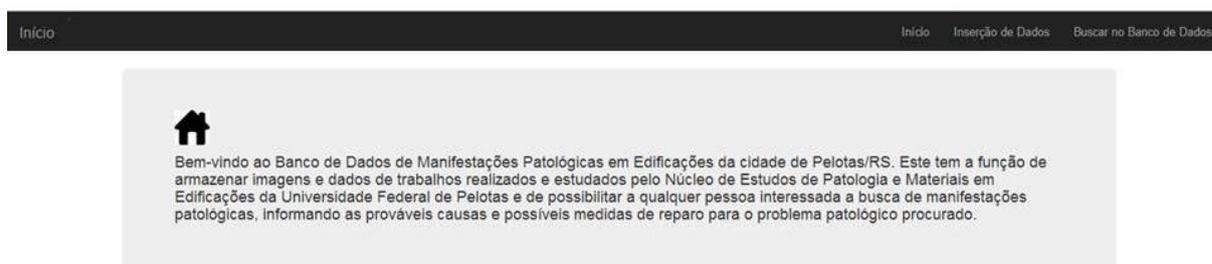


Figura 63 – Tela inicial do banco de dados.

4.2.1 Inserção de dados

Acessando a aba de inserção de dados, é solicitado um *login*, com usuário e senha, estas informações são restritas a quem possui esses dados, liberando o acesso para realizar a inclusão de dados no sistema, conforme figura 64. Após o acesso é liberado o preenchimento dos dados.

Figura 64 – Tela de inserção da imagem da manifestação patológica.

Primeiramente, é apresentado um espaço para inserção da fotografia da manifestação patológica, conforme demonstrado na figura 65. Esta imagem terá o tamanho máximo de 1MB devido ao banco de dados não suportar imagens com tamanhos maiores e poderá ter as extensões jpeg, jpg e png, que são as mais usuais para imagens. Posteriormente, começa-se o formulário para inserção das informações sobre a referida imagem.

Figura 65 – Tela de inserção da imagem da manifestação patológica.

A primeira parte do formulário refere-se aos dados de captura da imagem, possuindo os parâmetros abaixo enumerados e conforme apresentado na figura 66.

- Horário de captura da imagem: 07:00 às 10:00, 10:01 às 13:00, 13:01 às 16:00, 16:01 às 19:00, ou, das 19:01 às 22:00 horas;
- Estação de captura da imagem: verão (21/12 a 21/03), outono (22/03 a 20/06), inverno (21/06 a 22/09) ou primavera (23/09 a 20/12);
- Distância da câmera em relação à superfície que possui manifestação patológica: 0,5m, 1,0m, 1,5 m, 2,0m, 2,5m ou mais de 2,5m;

- Perpendicularidade à superfície que apresenta manifestação patológica: sim ou não;
- Uso de flash: sim ou não.

Início Início Inserção de Dados Buscar no Banco de Dados

Dados de Captura da Imagem

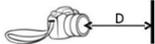
Horário de Captura

07:00 - 10:00 h
 10:01 - 13:00 h
 13:01 - 16:00 h
 16:01 - 19:00 h
 19:01 - 22:00 h

Estação de Captura

Verão (21/12 a 21/03)
 Outono (22/03 a 20/06)
 Inverno (21/06 a 22/09)
 Primavera (23/09 a 20/12)

Distância da Câmera em relação à superfície que possui Manifestação Patológica



0,5 M
 1,0 M
 1,5 M
 2,0 M
 2,5 M
 Mais que 2,5 M

Perpendicularidade à superfície com Manifestação Patológica

Sim
 Não

Uso de Flash

Sim
 Não

Figura 66 – Tela de inserção dos dados de captura da imagem.

Após, é solicitado a posição do elemento na edificação o qual possui problema patológico, sendo possível ser interno ou externo. Caso for externo tem-se mais duas informações a serem preenchidas:

- Condição do dia: sol, nublado ou chuva;
- Posição solar: norte, sul, leste, oeste, nordeste, noroeste, sudeste ou sudoeste.

O preenchimento desta etapa encontra-se demonstrada na figura 67.

microrganismos, fissura horizontal, fissura vertical, fissura inclinada, fissura mapeada, descolamento em placa, descolamento com pulverulência, descolamento com empolamento, descascamento de pintura ou sujidade. Esta etapa encontra-se demonstrada na figura 69.

Neste parâmetro do formulário há a possibilidade de marcar mais de uma opção, pois as manifestações patológicas podem ocorrer combinadas/simultaneamente em um mesmo caso. Os outros parâmetros descritos acima são de simples escolha, ou seja, há a possibilidade de marcar somente uma opção.

Figura 69 – Tela de inserção dos dados da aparência visual da manifestação patológica.

Na parte final da etapa de inserção de dados é apresentado um espaço para digitação das possíveis causas da manifestação patológica e medidas de reparo para a mesma, além do botão de adição do conteúdo no banco de dados, conforme apresentado na figura 70.

Figura 70 – Tela de inserção dos dados das possíveis causas e medidas de reparo da manifestação patológica e botão de adicionar o conteúdo.

Se todas as etapas foram preenchidas corretamente, após apertar o botão de adicionar conteúdo é gerada uma mensagem de que a imagem foi inserida com sucesso, conforme figura 71. Caso alguma etapa não foi preenchida é gerada uma

mensagem de imagem não adicionada e solicitação da verificação se todos os campos foram preenchidos corretamente, conforme figura 72. Esta imagem só será inserida se todos os parâmetros presentes do formulário forem respondidos.



Figura 71 – Tela com mensagem de sucesso na inserção da imagem.



Figura 72 – Tela com mensagem de imagem não adicionada e verificação dos campos preenchidos.

Essas imagens e informações ficam armazenadas no banco de dados, com um número de referência, conforme demonstrado na figura 73.

ID	horariocap	estacao	distanciacam	perpend	localizacao	flash	foto	substrato	revestimento	coloracao	intensidade
1	1	1	1	1	1	1	[BLOB - 64 KB]	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	2	[BLOB - 2.6 KB]	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	[BLOB - 2.6 KB]	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	[BLOB - 6.5 KB]	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	[BLOB - 64 KB]	1	1	1	1

Figura 73 – Armazenamento do banco de dados.

4.2.2 Busca de dados

Na etapa de busca de manifestações patológicas no banco de dados é solicitado ao usuário a inserção da imagem a qual este está procurando informações, com tamanho recomendável de no máximo 1MB e extensões jpeg, jpg

e png e após o preenchimento do formulário com os dados da captura da imagem, localização do elemento da edificação, informação sobre a superfície e aparência visual da manifestação patológica, estas possuindo as mesmas opções da parte de inserção de dados. Após o preenchimento de todos os parâmetros é apresentado um botão de busca no banco de dados, conforme apresentado nas figuras 74 e 75.

Início
Início
Inserção de Dados
Buscar no Banco de Dados



Formulário de Busca

Carregar imagem da Manifestação Patológica existente em sua edificação* Imagem: Nenhum arquivo selecionado.

*Tamanho recomendado menor que 1MB. Imagens maiores podem tornar a busca lenta.
*.JPG, *.JPG, *.PNG

Dados de Captura da Imagem

Horário da Captura	<input checked="" type="radio"/> 07:00 - 10:00 h <input type="radio"/> 10:01 - 13:00 h <input type="radio"/> 13:01 - 16:00 h <input type="radio"/> 16:01 - 19:00 h <input type="radio"/> 19:01 - 22:00 h
Estação da Captura	<input checked="" type="radio"/> Verão (21/12 a 21/03) <input type="radio"/> Outono (22/03 a 20/06) <input type="radio"/> Inverno (21/06 a 22/09)
Distância da Câmera em relação à superfície que possui Manifestação Patológica 	<input checked="" type="radio"/> 0,5 M <input type="radio"/> 1,0 M <input type="radio"/> 1,5 M <input type="radio"/> 2,0 M <input type="radio"/> 2,5 M <input type="radio"/> Mais que 2,5 M
Perpendicularidade à Superfície com Manifestação Patológica	<input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não
Uso de Flash	<input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não

Localização do Elemento que possui Manifestação Patológica na Edificação

Localização	<input checked="" type="radio"/> Interna <input type="radio"/> Externa
Condição do Dia	<input checked="" type="radio"/> Sol <input type="radio"/> Nublado <input type="radio"/> Chuva
Posição Solar	<input checked="" type="radio"/> Norte <input type="radio"/> Sul <input type="radio"/> Leste <input type="radio"/> Oeste <input type="radio"/> Nordeste <input type="radio"/> Noroeste <input type="radio"/> Sudeste <input type="radio"/> Sudoeste

Figura 74 – Formulário busca de dados – parte de inserção de imagem dados de captura da imagem e localização do elemento que possui manifestação patológica na edificação.

Superfície

Substrato	<input checked="" type="radio"/> Concreto <input type="radio"/> Cerâmico
Revestimento	<input checked="" type="radio"/> Argamassado <input type="radio"/> Cerâmico <input type="radio"/> Pétreo <input type="radio"/> Sem Revestimento
Coloração/ Tonalidade/ Pintura	<input checked="" type="radio"/> Tom Amarelado <input type="radio"/> Tom Azulado <input type="radio"/> Tom Avermelhado <input type="radio"/> Tom Esverdeado <input type="radio"/> Tom Bege <input type="radio"/> Brancos <input type="radio"/> Sem Pintura/ Sem Cor
Intensidade/ Claridade da Pintura	<input checked="" type="radio"/> Claro <input type="radio"/> Médio <input type="radio"/> Escuro
Aparência Visual da Manifestação Patológica	
	<input checked="" type="radio"/> Mancha de umidade <input type="radio"/> Eflorescência <input type="radio"/> Microrganismos (bolor, mofo, ...) <input type="radio"/> Fissura Horizontal <input type="radio"/> Fissura Vertical <input type="radio"/> Fissura Inclinação <input type="radio"/> Fissura Mapeada <input type="radio"/> Descolamento em Placa <input type="radio"/> Descolamento com Pulverulência <input type="radio"/> Descolamento com Empolamento <input type="radio"/> Descolamento/descascamento de pintura <input type="radio"/> Sujidade



Figura 75 – Formulário busca de dados – parte da superfície, aparência visual da manifestação patológica e botão de busca.

Após clicar no botão de busca no banco de dados, o sistema de gerenciamento do banco de dados realiza uma busca nas imagens e apresenta as quais possuem os mesmos parâmetros informados pelo usuário.

Assim, será gerada uma tela com a imagem inserida pelo usuário ao lado das imagens das manifestações patológicas de mesmos parâmetros contidas no banco de dados. Desta forma o usuário poderá realizar uma análise visual comparando as duas imagens. Caso as mesmas sejam semelhantes, o usuário poderá utilizar as informações geradas das possíveis causas da referida manifestação patológica e as medidas de reparo para a mesma. No caso de as imagens não possuírem semelhanças, deverá ser realizada uma nova busca. Nas figuras 76, 77 e 78 são apresentados exemplos de resultados das buscas para os danos de fissura, descolamento e umidade com presença de microrganismo apresentados na coleta de dados desse trabalho.

Início Início Inserção de Dados Buscar no Banco de Dados



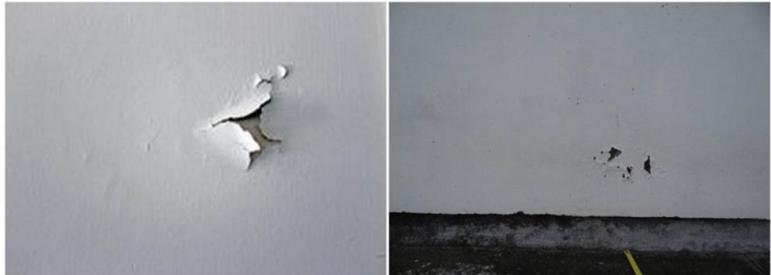
Possíveis causas da manifestação patológica: Recalque ocasionado pelo adensamento do solo.

Medidas de reparo para manifestação patológica: Fissura Ativa: Abertura de sulco sobre a fissura e aplicação de selante, aplicação de impermeabilizante e tela de poliéster e refazer o acabamento do revestimento. Fissura Passiva: Remoção do revestimento na parte danificada, aplicação de tela metálica, tirante ou grampos e refazer o revestimento.

Se sua imagem não for semelhante ao resultado desta busca, sugerimos realizar nova busca através do "Buscar Diagnóstico" no canto direito superior desta página

Figura 76 – Exemplo de resultado da busca no banco de dados para fissura inclinada.

Início Início Inserção de Dados Buscar no Banco de Dados



Possíveis causas da manifestação patológica: Preparo inadequado ou falta de preparação do substrato. Aplicação da tinta em substrato com presença de umidade (úmido). Aplicação de tinta baixa qualidade.

Medidas de reparo para manifestação patológica: Remoção das partes soltas e mal aderidas da pintura com espátula, escova de aço e lixa, aplicação de um fundo preparador para paredes à base de água, se necessário nivelar a superfície com massa acrílica e refazer a pintura.

Se sua imagem não for semelhante ao resultado desta busca, sugerimos realizar nova busca através do "Buscar Diagnóstico" no canto direito superior desta página

Figura 77 – Exemplo de resultado da busca no banco de dados para descolamento de pintura.

Início Início Inserção de Dados Buscar no Banco de Dados



Possíveis causas da manifestação patológica: Absorção da água existente no solo pelas fundações por absorção e capilaridade. Umidade constante. Área com pouca exposição solar.

Medidas de reparo para manifestação patológica: Aplicação de impermeabilizante semiflexível com trincha/broxa. Fazer revestimento com argamassa composta por aditivos hidrofugantes e fungicidas.

Se sua imagem não for semelhante ao resultado desta busca, sugerimos realizar nova busca através do "Buscar Diagnóstico" no canto direito superior desta página

Figura 78 – Exemplo de resultado da busca no banco de dados para umidade com presença de microrganismos na viga de fundação.

Comparando o banco de dados desenvolvido com o banco de dados de fichas de catalogação existentes com acesso via internet, como PATORREB e NUS, a diferenciação do banco desenvolvido neste trabalho é que ele possibilita que o usuário o qual está realizando a busca possa inserir a sua imagem para comparação direta (lado a lado) com as imagens existentes no banco de dados para possível diagnóstico. Enquanto as fichas de catalogação apresentam todas as etapas para a realização do diagnóstico.

No próximo capítulo estão apresentadas as conclusões e considerações finais sobre os resultados encontrados neste trabalho.

5. Conclusões

Com os resultados da enquete sobre visibilidade das manifestações patológicas em imagens fotográficas, pode-se expor o seguinte:

- O dano de descolamento de revestimento argamassado e/ou camada de tinta não foi influenciado pelos horários do dia e pelas estações do ano, pois este dano deixa aparente o substrato, que geralmente, tem coloração diferente da pintura. Com isso, torna-se de fácil visualização, independente das condições externas do dia;

- O problema patológico de fissura teve influência do horário do dia, sendo considerado de mais fácil visualização quando não há projeção direta dos raios solares na fachada. Isto pode ocorrer pois quando o sol ilumina diretamente a superfície, gera uma refletância maior na imagem fotográfica, dificultando a visualização do referido dano;

- Na manifestação patológica de umidade com presença de microrganismos houve uma predominância nos resultados tanto na variável do horário do dia quanto da estação do ano. O horário das 12:00 horas foi considerado o de mais fácil visualização em imagens fotográficas do referido dano, como já mencionado. Isto pode ter ocorrido devido a este horário o sol estar perpendicular à Terra, ocasionando uma iluminação mais uniforme e sem incidência direta do sol nas fachadas. A estação da primavera foi considerada a que possibilitou mais visibilidade da umidade com microrganismo nas fotografias. Isto pode ter ocorrido devido aos fatores favoráveis de desenvolvimento de microrganismos (fungos), umidade relativa (UR) superior a 65% associada a uma temperatura em torno de 20°C.

A criação do banco de dados de manifestações patológicas em edificações para a cidade de Pelotas/RS possibilitou a organização e informatização dos dados obtidos neste estudo trabalho e de demais estudos a serem realizados utilizando a metodologia de pesquisa proposta. Possibilitando a inserção de dados via internet de qualquer local.

A busca de dados aberta via web possibilitou que qualquer usuário que estejam interessados em obter informações sobre causas e soluções de manifestações patológicas em edificações na cidade de Pelotas/RS tenha acesso a aos dados contidos no banco de dados.

A definição dos parâmetros da captura da imagem fotográfica, horário do dia e época do ano, viabilizará que o banco de dados de manifestações patológicas em edificações da cidade de Pelotas/RS seja utilizado também por pessoas que não são especialistas na área. A partir das imagens, o usuário poderá comparar o dano existente nas fotografias com o dano ao qual o mesmo procura informações, sendo este conhecimento passado de forma rápida e de fácil compreensão, auxiliando na resolução do problema a partir de informações geradas por especialistas na área.

Assim, este trabalho tem uma abrangência de atender, não somente a comunidade que trabalha e estuda a área de manifestações patológicas em edificações, mas também o público em geral ao qual está interessado em obter informações sobre o referido assunto.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Por fim, em relação a estudos futuros, pode-se sugerir:

- Analisar outras tipologias de manifestações patológicas em fachadas, sobre a influência do horário do dia e estação do ano;
- Realizar o estudo em outros revestimentos de fachada, como o cerâmico, que juntamente com o revestimento argamassado, é um dos mais utilizados no Brasil;
- Observar a influência do horário do dia e da época do ano em fachadas voltadas para demais posições solares, além da sudeste e noroeste;
- Após alimentação do banco de dados, utilizar os dados inseridos para estudos de causas mais prováveis de manifestações patológicas em edificações na cidade de Pelota/RS;
- Fazer um estudo com os usuários do banco de dados, verificando as facilidades e dificuldades encontradas por eles na utilização da ferramenta computacional e propor melhorias para a mesma;

- Desenvolver um programa computacional (aplicativo) de comparação direta de imagens de manifestações patológicas para a cidade de Pelotas/RS, sem a necessidade de inserção de informações.

Referências bibliográficas

ALVES, G. P.; RACHID, L. E. F. Evaluation of constructive pathological manifestation in public building: The Olympic Stadium of Cascavel City, PR. In: DELGADO, J. M. P. Q. (editor). **Case Studies of Building Pathology in Cultural Heritage** (e-book). Singapore: Springer, 2016.

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

ANTUNES, Giselle Reis. **Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimento de Fachada em Brasília** – Sistematização da Incidência de Casos. 2010. 178f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de Revestimentos de Argamassa**. São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545**: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. 8 p. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. 13 p. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 13528**: Revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. 4 p. Rio de Janeiro, 2010.

AZEVEDO, S. L.; ROTA, A., SALVADOR, B. R.; LAMEGO, F. Levantamento e análise das manifestações patológicas no PAR Regente (Pelotas/RS) e possíveis medidas profiláticas. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Fortaleza, 2008a.

AZEVEDO, S. L.; SALVADOR, B. R.; LAMEGO, F.. Um estudo de caso: análise das manifestações patológicas da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas. **In:** XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Fortaleza, 2008b.

BAUER, R. J. F. Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica. **In:** II Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Salvador, Bahia, 1997.

BARROS, A. J. da S.; LEHFELD, N. A. de S.. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 3ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BEASLEY, K. J. Building facade failure risk assessment. **Journal of Performance of Constructed Facilities**. Vol.28(5), p.02514001, 10/2014.

BERALDO, A. L.; VIEIRA, F. F. Ensaio não destrutivo (END) aplicados à argamassa com adição de fibra de sisal. **In:** III Pan-American Conference for Nondestructive Testing. Rio de Janeiro, 2003.

BHARDWAJ, H. **PHP MySQL for advanced learning**. 2nd edition. New Delhi: FSP Media Publications, 2016.

BORGES, E. A. M.; CARASEK, H.; CASCUDO, O. Mapeamento de danos em monumentos históricos Art Decó. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. v. 8. n. 3. p.20-37. 2014.

CARASEK, H.; CASCUDO, O. Descolamento de revestimentos de argamassa aplicados sobre estruturas de concreto – Estudo de casos brasileiros. **In:** 2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção. Lisboa, 2007.

CARPICECI, M. **Fotografia Digitale e Architettura**: Storia, strumenti ed elaborazioni com le odierne attrezzature fotografiche e informatiche. Roma: Aracne Editrice S.r.l, 2012.

CARVALHO, M. C. W.; WOLFF, S. F. S. Arquitetura e Fotografia no Século XIX. **In:** FABRIS; A (Org). **Fotografia**: Usos e Funções no Século XIX. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. p. 131-172.

CARVALHO, V.. **MySQL**: Comece com o principal banco de dados open source do mercado (e-book). São Paulo: Casa do Código, 2015.

CEOTTO, L. H.; BANDUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. Revestimentos de Argamassas: boas práticas em projeto, execução e avaliação. **Recomendações Técnicas Habitare**, v. 1. 96 p. Porto Alegre: ANTAC 2005.

CHAVES, Ana Margarida Vaz Alves. **Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas**. 2009. 176f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade de Minho, Guimarães, 2009.

CHEW, M. Y. L.; WONG, C. W.; KANG, L. H. **Building Facades**: A guide to common defects in tropical climates. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.: Singapore, 1998.

CHIARELLI, L. M. Á. Linguagens contemporâneas em conjuntos do Programa PAR em Pelotas, através de estudo de álbum fotográfico. **Projectare**, Pelotas, v. 6, p. 84-96, 2014.

CHIN, I. R.; PETRY, L.. Design and testing to reduce efflorescence potential in new brick masonry walls. In: MELANDER, J. M. and LAUERSDORF, L. R. (editors). **Masonry**: Design and Construction, Problems and Repair. ASTM: Philadelphia, 1993.

CHWAST, J.; TODOROVIC, J.; JANSSEN, H.; ELSEN, J.. Gypsum efflorescence on clay brick masonry: field survey and literature study. **Construction and Building Materials**. V. 85. P. 57-64. June 2015.

CINCOTTO, M. A. Patologia das Argamassas de Revestimento, 1983. In: PERES, R. M. Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico – um estudo de caso, Porto Alegre, 2001. p. 31.

CINCOTTO, M. A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações. In: 1º Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil. Florianópolis, 1988.

COELHO, L.; BRITO, J. N. **Fotogrametria Digital**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2007.

COLEN, I. F.; BRITO, J.; FREITAS, V. Stains in facades' rednering – Diagnosis and maintenance techniques' classification. **Construction and Building Materials**. Volume 22, Issue 3, Pages 211–221, March 2008.

CONSOLI, O. J.; REPETTE, W. L. Desempenho de fachadas: análise de componentes sob aspecto do projeto arquitetônico. **In:** Workshop – Desempenho de sistemas construtivos. UnoChapecó, Chapecó, 2006.

CORNARO, C.; SAPORI, D.; MARCONI, N.. Sustainability aspects related to preservation of historical buildings: a case of intervention. **In:** 16th CIRIAF National Congress. Assisi – Italy, 2016.

COSTA, Márcia Silvano. **Identificação de danos em fachadas de edificações por meio de imagens panorâmicas geradas por plataforma robótica.** 2013. 184f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

COSTA, Pedro Laranja d'Araujo. **Patologias do Processo Executivo de Revestimentos de Fachada de edifícios.** 2013. 81f. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

CREMONINI, Ruy Alberto. **Incidência de Manifestações Patológicas em unidades escolares na região de Porto Alegre:** Recomendações para projeto, execução e manutenção. 1988. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

CUNHA, Andreza de Oliveira. **Estudo da tinta/textura como revestimento externo em substrato de argamassa.** 2011. 129f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Departamento de Engenharia de Materiais de Construção da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

DAL MOLIN, Denise Carpena Coitinho. **Fissuras em Concreto Armado:** Análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul. 1988. 238f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pós-Graduação em Engenharia Civil Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

DELGADO, J. M. P. Q. (editor). **Recent developments in building diagnosis Techniques** (e-book). Singapore: Springer, 2016.

DE FREITAS, V. P; ALVES, S. M; SOUSA, M. Um contributo para a sistematização do conhecimento da patologia da construção – www.patorreb.com. **In:** 2º Congresso

Nacional de Argamassa de Construção da Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassa de Construção. Lisboa, 2007.

DIONYSIO, R. C. C.; GALASSI, C. R.; FORMICE, C. R.. **Modelagem de banco de dados**: apostila técnica com exercícios resolvidos. Taquaritinga: AgBook, 2013.

DOUGLAS, J.; RANSOM, B.. **Understanding building failures**. Fourth edition. New York: Routledge, 2013.

EDRA, Ana Lúcia Gomes. **Estudo de formação e controlo de fenómeno eflorescência**. 2008. 99f. Tese de Mestrado (Mestrado Integrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química da Universidade do Porto, Porto, 2008.

ENGLISH HERITAGE. **Practical building conservation**: Mortars, plasters and renders. HENRY, A.; STEWART, J. (editors). London: Ashgate, 2011.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio Online**: O dicionário da Língua Portuguesa. Disponível em: <www.dicionariodoaurelio.com>. Acessado em: 30 de março de 2015.

FERREIRA, B. B. D; SILVA, A. P.; CARVALHO, A. N. J.. Tipificação de patologias em revestimento argamassado. **Construindo**. V. 2, N. , p. 40-43, jan/jun 2010.

FERREIRA, Joana Alexandra de Almeida. **Técnicas de diagnóstico de patologias em edifícios**. 2010. 136f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2010.

FLORES-COLEN, I.; DE BRITO, J. Renders. In: GONÇALVES, M. C. and MARGARIDO, F. (editors). **Materials for construction and civil engineering – Science, processing, and design**. Suíça: Springer, 2015.

GASPAR P.; BRITO, J. Mapping defect sensitivity in external mortar renders. **Construction and Building Materials**. V. 19, I. 8, Outubro 2005, p. 571-578.

GARCEZ, Nuno Feliciano da Silva. **Sistema de inspeção e diagnóstico de revestimentos exteriores de coberturas inclinadas**. 2009. 204f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia de Aeródromos) - Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2009.

GIL, A. C. **Método e técnicas de pesquisa social**. 3ª Edição. São Paulo: Atlas, 1991.

GOUVEIA, E. O.; PEREIRA, D. F.; DA SILVA, D. A. B. Levantamento, caracterização e proposição de tratamento de manifestações patológicas presentes nas residências do Conjunto Habitacional Nova Matinha, Tucuruí-PA. **In: IX Congresso Internacional sobre Patologia y Recuperação de Estruturas**. João Pessoa, 2013.

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

GUIMARÃES, L. E.; CARASEK, H.; CASCUDO, O. Metodologia para avaliação e comparação de deterioração de edificações. **A Construção em Goiás**, Goiânia, v. 449, p. 4 - 10, 26 out. 2004.

HALDAR, S. **SQLite Database System Design and Implementation**. Second edition. Sunnyvale: Self-Publishing, 2015.

HEUSER, Carlos Alberto. **Projeto de banco de dados** [recurso eletrônico]. 6. Ed. – Dados eletrônicos. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HERZOG, T.; KRIPPNER, R.; LANG, W. **Facade Construction Manual**. Basel: Birkhäuser – Publish for Architecture, 2004.

HOLANDA, Osvaldo Gomes de Júnior. **Influência de recalque em edifícios de alvenaria estrutural**. 2002. Tese (Doutorado em Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

ISHIMOTO, E. **Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais**. São Paulo: IPT, 1994.

JOBSTRAIBIZER, F. **Criação de Banco de Dados com MySQL**. São Paulo: Digerati Books, 210.

KISS, P. Cuidado, fissuras! **Téchne**: A revista do Engenheiro Civil, São Paulo, ano 11, n. 76, p. 4, julho de 2003.

KNAACK, U.; KLEIN, T.; BILOW, M.; AUER, T. **Façades**: Principles of Construction. Basel: Birkhäuser, 2014.

KOSSOY, B. **Fotografia & História**. 2ª edição revisada. São Paulo: Ateliê Editorial, 2001.

KURZ, M. N.; PALIGA, C. M.; DA SILVA, V. M. B.; TORRES, A. S.. Diagnóstico de manifestações patológicas em fachadas: estudo de caso do Residencial Querência na cidade de Pelotas/RS. Resumo Expandido. In: XVI Encontro de Pós-Graduação da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2014.

LANNES, Liege Dias. **Reincidência de danos em prédio histórico preservado**. 2011. 278f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

LEITE, M. **Acessando banco de dados com ferramentas RAD**: aplicações em Delphi. Rio de Janeiro: Brasport, 2008.

LICHTENSTEIN, N. B. Patologia das Construções. **Boletim Técnico 06/86**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia e Construção Civil. São Paulo, 1986.

LIMA, G. E. S. L.; SOUZA, K. D.; TIBIRIÇÁ, A. C. G. Investigação e diagnóstico de patologias relacionadas às fachadas de um edificação. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Maceió, 2014.

MAGALHÃES, Ernani Freitas de. **Fissuras em alvenaria**: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul. 2004. Dissertação (Mestrado Profissionalizante) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MAIA NETO, F.; SILVA, A, de P.; CARVALHO JR., A. N. Perícias em patologias de revestimentos em fachadas. In: X Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. Porto Alegre, 1999.

MARANHÃO, E. S. P. Amostragem qualitativa. Material apresentado e discutido na disciplina avaliação de serviços e programas de saúde do Departamento de Epidemiologia Métodos Quantitativos em Saúde. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca/Fiocruz. Rio de Janeiro: 13/04/2009. Disponível em:

<<http://www5.ensp.fiocruz.br/biblioteca/home/exibedetalhesBiblioteca.cfm?ID=7812&tipo=B>>. Acessado em 27 de junho de 2016.

MATSUMOTO, C. Y. A importância do Banco de Dados em uma organização. **Maringá Management: Revista de Ciências Empresariais**. v. 3, n 1, p. 45-55. Jan./Jun., 2006.

MATTOS, V. L. D.; TERRA, R. C.; BARBETTA, P. A.; SAMOHYL, R. W. Uso de ferramentas estatísticas para avaliação de revestimentos externos de alvenarias: o caso das fachadas das edificações de Pelotas. **In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Curitiba, 2002.

MCGRATH, M. **PHP & MySQL in easy steps**. Warwickshire: FSC, 2014.

MCLAUGHLIN, B.. **PHP & MySQL: The missing manual**. Second Edition. Sebastopol: O'Reilly, 2012.

MELO JR., C. M.; ALVES, G. S.; EVANGELISTA JR., F; CHRISTAKOU, E. D.; SILVA, L. S.; NEPOMUCENO, A. A. Geração de mapas de danos em fachadas a partir de processamento digital de imagens. **In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Maceió, 2014.

MENEZES, R. R.; FERREIRA, H. S.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C.. Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção – revisão. **Cerâmica**. V. 52. Nº323. p. 37- 49. São Paulo, 2006.

MOCH, Tiago. **Interface esquadria/alvenaria e seu entorno**: análise das manifestações patológicas típicas e propostas de soluções. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

NIELD, T. **Introdução à linguagem SQL**: Abordagem prática para iniciantes. São Paulo: Novatec, 2016.

NUS - National University of Sigapor. Maintainability of buildings. Disponível em: <<https://www.hpbc.bdg.nus.edu.sg/v2/>>. Acessado em: 06 out. 2016.

PERES, Rosilena Martins. **Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico** – um estudo de caso. 2001. 158f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

PERES, R. M. **Manifestações patológicas em edificações**. Pelotas: Ed. da UFPel, 2004.

PRODANOV, C. C.; FREITAS C. E. **Metodologia do Trabalho Científico** [recurso eletrônico]: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2ª Ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RECENA, F. A. P. **Conhecendo argamassa**. 192p. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

RESENDE, M. M.; BARROS, M. M. B.; MEDEIROS, J. S. A influência da manutenção na durabilidade dos revestimentos de fachadas de edifícios. 11 p. In: Workshop sobre durabilidade das construções, São José dos Campos, 2001.

RIBEIRO, R. T. M.. Patologias nas construções históricas. In: BRAGA, M.. (Org.) **Conservação e Restauro**: arquitetura brasileira. Rio de Janeiro: Ed. Rio, 2003.

RUDIO, F. V.. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. 41. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

SAMPAIO, Marliane Brito. **Fissuras em edifícios residenciais em alvenaria estrutural**. 2010. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

SCHULER, C. A. B., ANDRADE, H. J. L. F., ARRUDA, S. A., GOMES, J. D. Mapa de danos de bem material do patrimônio histórico nacional: uma solução utilizando fotogrametria a curta distância. In: III Simpósio Brasileiro de Ciência Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, PE, 2010. p. 001-007.

SEGAT, Gustavo Tramontina. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa**: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS). 2005. 166f. Dissertação (Mestrado Profissionalizantes em Engenharia) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. ver, atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, P.; BRITO, J.; GASPAR, P. L. **Methodologies for Service Life Prediction of Buildings**: With a Focus on Façade Claddings. Suíça: Springer, 2016.

SILVA, Ricardo André da. **Projeto de revestimento de fachada em argamassa**: a questão dos detalhes construtivos. 2011. Trabalho de Diplomação (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

SUNG, Y. Parametric Models of Facade Design of High-Rise Residential Buildings. **International Journal of Engineering and Technology**. V. 8. F. 4. P. 241-248. 2016.

TAGUCHI, Mário Koji. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações**. 2008. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

TEIXEIRA, Pedro Daniel Marques. **Avaliação do Risco no Comportamento face à água de elementos construtivos em fachadas de edifícios correntes**. 2011. Dissertação do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

TEOREY, T.; LIGHTSTONE, S.; NADEU, T.; JAGADISH, H. V.. **Database Modeling and Design**: Logical design. Fifth Edition. Burlington: MORGAN Kaufmann, 2011.

TERRA, Ricardo Curi. **Levantamento de manifestações patológicas em revestimentos de fachadas das edificações da cidade de Pelotas**. 2011. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

TINOCO, J. E. L. **Mapa de Danos**: Recomendações Básicas. CECI – textos para discussão, v. 43, série 2 – gestão de restauro, Olinda, 2009.

TORRES, A. S.; DA SILVA, J. N.; Patologias nos sistemas construtivos das edificações do início do século XX no sul do Rio Grande do Sul – Estudo de caso de residência na cidade de Rio Grande/RS. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. V. 10, Nº 1, p.39-55, 2015.

ULLMAN, L. **MySQL, Second edition**: Lean MySQL the quick and easy way! Berkeley: Cover, 2006.

WATT, D. S. **Building Pathology**: Principles and Practice. Second Edition. Oxford: Blackwell, 2007.

WELLING, L.; Thomson, L.. **PHP and MySQL web development**. Fourth Edition. (e-book). Indianapolis: Developer's Library, 2008.

ZAMELLA, G.; FARAGUNA, A. **Evolutionary Optimisation of Façade Design**: A new approach for the design of building envelopes. London: Springer, 2014.

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