

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
EM REVESTIMENTOS DE FACHADAS DAS EDIFICAÇÕES
DA CIDADE DE PELOTAS.**

RICARDO CURI TERRA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA

Porto Alegre

2001

*“ É a verdade o que assombra,
O descaso o que condena,
A estupidez o que destrói.”*

Renato Russo

Aos meus pais, **Breno** (*in memoriam*) e **Iara Terra**

À minha esposa, **Helena**

Aos meus filhos, **Pedro e Laura**

Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que viabilizaram a realização deste trabalho, especialmente:

Ao amigo e orientador Ruy Alberto Cremonini, pela orientação, apoio e valiosas sugestões apontadas durante o desenvolvimento do trabalho.

À Universidade Católica de Pelotas, pelo incentivo dado para a realização do curso de pós-graduação.

À minha amiga e colega de trabalho Prof^a Viviane Dias de Mattos, pela constante colaboração ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos, colegas e professores do NORIE, pelo companheirismo, experiências e informações técnicas compartilhadas nestes anos de convivência.

Aos acadêmicos da Universidade Católica de Pelotas, Clarissa Bicca Bragança, Raquel da Fonseca Holz e Mônica Crespo Correa, pela colaboração ao longo do trabalho.

Aos funcionários da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo da Prefeitura Municipal de Pelotas, pela contribuição na coleta de dados.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE QUADROS	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 . OBJETIVOS DO TRABALHO	3
1.1.1 Objetivo geral	3
1.1.2 Objetivos específicos	3
1.2 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	4
1.3 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 ASPECTOS GERAIS DOS REVESTIMENTOS DE PAREDES	6
2.1.1 Exigências funcionais dos revestimentos de paredes	6
2.1.2 Regras de qualidade dos revestimentos exteriores de paredes	9
2.1.3 Classificação geral dos revestimentos exteriores de paredes	10
2.2 REVESTIMENTOS EXTERIORES DE ARGAMASSAS INORGÂNICAS	11
2.2.1 Introdução	11
2.2.2 Perspectiva histórica	12
2.2.3 Camadas de constituição	13
2.2.4 Materiais utilizados	14
2.2.5 Classificação funcional	17
2.2.6 Regras de qualidade	18
2.2.7 Aplicação em obra	27
2.3 MANIFESTAÇÕES PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES	29
2.3.1 Fissuras	29
2.3.2 Descolamentos	33
2.3.3 Degradação do aspecto	34

2.4	MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO	37
2.4.1	Reparação de fissuras	38
2.4.2	Reparação de descolamentos	41
2.4.3	Reparação de revestimentos que apresentam degradação do aspecto	42
3	DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA UTILIZADA	44
3.1	ESTUDO PILOTO	44
3.2	POPULAÇÃO ALVO	45
3.3	AMOSTRAGEM	46
3.4	AMOSTRA	46
3.5	INSTRUMENTO	46
3.6	COLETA DE DADOS	48
4	APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	50
4.1	CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES	50
4.1.1	Dados gerais	51
4.1.2	Dados de materiais	55
4.1.3	Dados de conservação	60
4.1.4	Conclusões da caracterização das edificações	62
4.2	CARACTERIZAÇÃO DAS LESÕES	62
4.2.1	Distribuição das lesões	62
4.2.2	Distribuição das lesões por elementos construtivos	64
4.2.3	Distribuição das lesões por materiais empregados nos revestimentos	66
4.2.4	Distribuição das lesões por condição de exposição	67
4.2.5	Análises cruzadas	70
4.2.6	Conclusões da caracterização das lesões	76
4.3	ANÁLISE DAS LESÕES MAIS FREQUENTES	76
4.4	ANÁLISE DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS COM MAIOR QUANTIDADE DE LESÕES	81
4.5	ANÁLISE DAS FACHADAS QUE EMPREGARAM O REVESTIMENTO REBOCO	84
4.5.1	Estudo comparativo entre os revestimentos reboco com argamassas inorgânicas, com ou sem pintura, com outros revestimentos	84
4.5.2	Estudo comparativo entre os revestimentos reboco com pintura e reboco aparente	87
4.5.3	Conclusões sobre o estudo do revestimento reboco com argamassas inorgânicas, com ou sem pintura.	89
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES	91

6 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	93
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
ANEXO A – INSTRUMENTOS UTILIZADOS NA COLETA DE DADOS	102
A-1 INSTRUMENTO UTILIZADO NO ESTUDO PILOTO	103
A-2 INSTRUMENTO DEFINITIVO	104
ANEXO B – DEFINIÇÃO DE TERMOS TÉCNICOS	106
B-1 TIPOS DE LESÃO	107
B-2 TIPOS DE ELEMENTO CONSTRUTIVO	108
ANEXO C – MAPAS DA CIDADE DE PELOTAS	110
ANEXO D – FOTOGRAFIAS DE ALGUMAS LESÕES ENCONTRADAS	113

Lista de Figuras

Figura 2.1 - Fachadas de edificios considerados protegidos ou não do vento e da chuva.	26
Figura 2.2 - Fachadas que possuem guarda-corpos maciços ou vazados, considerados protegidos ou não do vento e da chuva.	27
Figura 2.3 - Distribuição das tensões e fissuras de retração em um elemento da superfície de um revestimento.	31
Figura 2.4 - Técnica da bandagem para correção das fissuras	37
Figura 2.5 - Técnica da tela metálica para correção das fissuras	40
Figura 2.4 - Técnica da selagem para correção das fissuras	41
Figura 4.1 - Distribuição das fachadas por localização da edificação no quarteirão.	51
Figura 4.2 - Distribuição das fachadas, por número de pavimentos.	52
Figura 4.3 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com ano de construção.	53
Figura 4.4 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o tipo de utilização do prédio.	54
Figura 4.5 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com a orientação solar de sua fachada.	54
Figura 4.6 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o material predominante utilizado na construção de suas paredes.	55
Figura 4.7 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o tipo de material utilizado em sua cobertura.	56
Figura 4.8 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o tipo de material utilizado nas esquadrias.	57
Figura 4.9 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com a quantidade de diferentes materiais utilizados em seu revestimento.	58
Figura 4.10 - Distribuição das fachadas edificações, de acordo com o tipo material utilizado em seu revestimento.	59
Figura 4.11 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o estado de conservação.	60
Figura 4.12 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com a quantidade de lesões.	61
Figura 4.13 - Principais tipos de lesão encontradas nas fachadas das edificações da cidade	

de Pelotas.	63
Figura 4.14 - Distribuição das lesões, por elemento construtivo, nas fachadas das edificações da cidade de Pelotas.	65
Figura 4.15 - Distribuição das lesões, por tipo de material, nas fachadas das edificações da cidade de Pelotas.	67
Figura 4.16 - Distribuição das lesões das fachadas analisadas, por nível de exposição.	67
Figura 4.17 - Distribuição das lesões das fachadas analisadas, por incidência.	68
Figura 4.18 - Distribuição das lesões das fachadas analisadas, por pavimentos.	69
Figura 4.19 - Distribuição das lesões das fachadas por orientação.	70
Figura 4.20 - Quantidade média de lesões por fachada, de acordo com a quantidade de pavimentos.	71
Figura 4.21 - Quantidade média de lesões por fachada, de acordo com a época da construção.	72
Figura 4.22 - Quantidade média de lesões por fachada, de acordo com tipo de utilização.	73
Figura 4.23 - Quantidade média de lesões por fachada, de acordo com a orientação solar.	74
Figura 4.24 - Quantidade média de lesões por fachada, de acordo com a localização no quarteirão.	75
Figura 4.25 - Quantidade média de lesões por fachada, de acordo com o material utilizado nas paredes.	75
Figura 4.26 - Quantidade média de lesões por fachada, que empregaram e não empregaram reboco no revestimento das paredes.	85
Figura 4.27 - Quantidade média de lesões em fachada que empregaram reboco com pintura e reboco aparente no revestimento das paredes.	88
Figura C.1 – Mapa da cidade de Pelotas	111
Figura C.2 – Mapa da região central da cidade de Pelotas.	112
Figura D.1 – Descolamento do revestimento de argamassa inorgânica.	114
Figura D.2 – Descolamento do revestimento reboco aparente e trincas no parapeito.	114
Figura D.3 – Descolamento do revestimento tipo Minerplast.	115
Figura D.4 – Descolamento do revestimento tipo Minerplast.	115
Figura D.5 – Fissuras do tipo mapeamento.	116
Figura D.6 – Fissuras do tipo mapeamento, manchas e descolamento da pintura.	116
Figura D.7 – Manchas de sujeira e vegetação parasitária.	117
Figura D.8 – Manchas de sujeira e vegetação parasitária.	117
Figura D.9 – Umidade acidental, manchas de sujeira e vegetação parasitária.	118

Figura D.10 – Umidade ascensional, vegetação parasitária e descolamento e descoloração da pintura. 118

Lista de Tabelas

Tabela 3.1 - Incidência de 274 manifestações patológicas em 153 fachadas de edificações da cidade de Pelotas.	45
Tabela 4.1 - Distribuição das fachadas, por localização da edificação no quarteirão.	51
Tabela 4.2 - Distribuição das fachadas, por número de pavimentos.	52
Tabela 4.3 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com ano de construção.	53
Tabela 4.4 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o tipo de utilização do prédio.	53
Tabela 4.5 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com a orientação solar de sua fachada.	54
Tabela 4.6 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o material predominante utilizado na construção de suas paredes.	55
Tabela 4.7 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o tipo de material utilizado em sua cobertura.	56
Tabela 4.8 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o tipo de material utilizado nas esquadrias.	56
Tabela 4.9 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com a quantidade de diferentes materiais utilizados em seu revestimento.	58
Tabela 4.10 - Distribuição das fachadas edificações, de acordo com o tipo material utilizado em seu revestimento.	59
Tabela 4.11 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o estado de conservação.	60
Tabela 4.12 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com a quantidade de lesões.	61
Tabela 4.13 - Incidência de lesões nas fachadas analisadas.	63
Tabela 4.14 - Distribuição das lesões nas fachadas analisadas, por elemento construtivo.	64
Tabela 4.15 - Distribuição das lesões nas fachadas analisadas, por tipo de material.	66
Tabela 4.16 - Distribuição das lesões das fachadas analisadas, por nível de exposição.	67
Tabela 4.17 - Distribuição das lesões das fachadas analisadas, por incidência.	68
Tabela 4.18 - Distribuição das lesões das fachadas analisadas, por pavimentos.	69

Tabela 4.19 - Distribuição das lesões das fachadas por orientação.	69
Tabela 4.20 - Distribuição, nos elementos construtivos, dos sete tipos de lesão mais freqüentes em fachadas de edificações de Pelotas.	77
Tabela 4.21 - Distribuição, nos diferentes tipos de material, dos sete tipos de lesão mais freqüentes em fachadas de edificações da cidade de Pelotas.	78
Tabela 4.22 - Distribuição das lesões nos cinco elementos construtivos com maior quantidade de patologias encontradas em fachadas de edificações.	82
Tabela 4.23 - Distribuição das lesões, por material, nos cinco elementos construtivos com maior quantidade de patologias encontradas em fachadas de edificações.	83
Tabela 4.24 - Distribuição do estado de conservação das edificações que empregaram e não empregaram reboco no revestimento de sua fachada.	85
Tabela 4.25 - Distribuição da incidência dos seis tipos de lesão mais freqüentes nas fachadas de edificações que empregaram e não empregaram reboco seu revestimento.	86
Tabela 4.26 - Distribuição da localização vertical das lesões encontradas nas fachadas de edificações que empregaram e não empregaram reboco em seu revestimento.	87
Tabela 4.27 - Resultados da comparação do estado de conservação das fachadas de edificações que utilizaram reboco com pintura e reboco aparente no revestimento de suas fachadas.	88
Tabela 4.28 - Distribuição da incidência dos seis tipos de lesão mais freqüentes entre as edificações que utilizaram reboco com pintura e reboco aparente no revestimento de suas fachadas.	89

Lista de Quadros

Quadro 2.1 - Exigências funcionais dos revestimentos de paredes.	07
Quadro 2.2 - Composição granulométrica da “areia normal”.	16
Quadro 2.3- Classificação das condições de exposição dos revestimentos externos de fachada segundo a BS 5262 (BSI, 1976)	24
Quadro 2.4 - Classificação das condições de exposição dos revestimentos externos de fachada segundo a DIN 18550- Part 1 (DIN, 1985)	25
Quadro 2.5 – Comparação entre os métodos de limpeza	43
Quadro 4.1 - Resultados da prova one way ANOVA na comparação da quantidade de lesões por número de pavimentos.	70
Quadro 4.2 - Resultados da prova one way ANOVA na comparação da quantidade de lesões por idade.	71
Quadro 4.3 - Resultados da prova one way ANOVA na comparação da quantidade de lesões por finalidade de utilização.	72
Quadro 4.4 - Resultados da prova one way ANOVA na comparação da quantidade de lesões por orientação solar.	73
Quadro 4.5 - Resultados da prova de Student na comparação da quantidade de lesões por localização no quarteirão.	74
Quadro 4.6 - Resultados da prova de Student na comparação da quantidade de lesões por tipo de material empregado na construção das paredes.	75
Quadro 4.7 - Resultados da prova de Student na comparação da quantidade de lesões das fachadas revestidas com reboco com outros tipos de revestimento.	84
Quadro 4.8 - Resultados da prova de Student na comparação da quantidade de lesões das fachadas revestidas com reboco com pintura e reboco aparente.	87

LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS DE FACHADAS DAS EDIFICAÇÕES DA CIDADE DE PELOTAS.

Ricardo Curi Terra

RESUMO

Os revestimentos são, do ponto de vista funcional, integrantes das vedações e fundamentais para a durabilidade dos edifícios, contribuindo para o bom aspecto das fachadas. A identificação e correção das possíveis falhas certamente aumentam o grau de satisfação da população de maneira geral por sua contribuição para a estética da cidade, além de contribuir para aumentar a vida útil do produto e de seu valor comercial.

Este trabalho apresenta os resultados de levantamento de dados realizado em edificações da zona urbana da cidade de Pelotas, com o objetivo de levantar dados sobre as manifestações patológicas nos revestimentos de seus paramentos exteriores, identificando aspectos relacionados aos materiais, tipo de lesões, incidência, etc. Por meio de observação *in loco*, foram analisadas 424 fachadas de edificações, sendo os dados coletados com o auxílio de um instrumento composto por duas fichas: a primeira, dividida em duas partes, serviu para identificar o responsável pelo seu preenchimento, bem como para identificar e caracterizar a edificação, enquanto que a segunda ficha, serviu para caracterizar as lesões encontradas nos revestimentos.

Os dados coletados foram analisados por meio do software estatístico SPSS. As informações foram organizadas em dois bancos de dados, um para registro das informações referentes à edificação e outro para as informações referentes às lesões.

Os resultados permitiram concluir que as edificações analisadas, de um modo geral, foram construídas antes de 1970, com paredes de tijolos cerâmicos, revestidas com argamassas inorgânicas e pintadas, cobertura de telhas cerâmicas, esquadrias de madeira e para uso residencial. O estado de conservação é razoável, apresentando com mais frequência, três lesões por fachada. As lesões mais frequentes são: manchas de sujeira ou vegetação parasitária, umidade ascensional, descolamento em placas, descoloração e fissuras.

SURVEY ON PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS OF FACADE COVERINGS IN PELOTAS CITY CONSTRUCTIONS.

ABSTRACT

Coverings, under the functional view point, integrate blocking and are fundamental to the building durability, also contributing to the good aspects of the facades. The identification and correction of the possible failures, certainly, increase the degree of satisfaction of the population in a general way, for their contribution for the aesthetics of the city, besides helping to increase the useful life of the product and its commercial value as well.

The present study shows the results of a survey developed in constructions of the urban zone of Pelotas city, aiming to detect the incidence of damages in the coverings of the external walls, identifying aspects related to the materials, damage types, incidence, etc. Through *in loco* observations, 424 facades were analyzed. To collect data was employed a tool made up by two filling cards: the first one, shared into two parts, helped to identify the person responsible for its filling up and also to identify and characterize the construction. The second filling card had the objective to characterize damages found in the coverings.

The collected data were analyzed through the software Statistical Package for Social Science (SPSS). The information obtained were organized into two data banks, one for registration of information referred to the construction and other to information concerning the damages.

The results allowed to conclude that the analyzed constructions, in a general way, were built before 1970, were made up by ceramic brick walls, covered with inorganic mortars and painting as well, had ceramic tiles on the roof, wooden doors and windows and were dedicated to residential use. The facades showed a fairly conservation situation, displaying, more frequently three defects per facade. The most frequent defects shown are: dirty stains or parasitic vegetation, ascendant humidity, detaching, fading and fissures.

1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 50 começaram a surgir grandes alterações nos processos construtivos até então vigentes. Procura-se construir com o máximo de economia, ou seja, buscam-se novas técnicas e materiais que possam ser utilizados com menores custos e maior rendimento, conduzindo as obras com velocidades cada vez maiores, diminuindo os controles de mão-de-obra e materiais. A busca por esse aumento de produtividade, entretanto, aumenta a probabilidade de ocorrência de defeitos, o que faz com que o conhecimento das conseqüências da inadequação da utilização dos diferentes materiais e das diversas técnicas construtivas seja indispensável a todos os profissionais da construção civil: operários, engenheiros, arquitetos e empresários.

A Patologia Construtiva como o estudo dos problemas que aparecem nas construções, seus sintomas, suas causas e soluções, é um tema que ganhou importância, em nível internacional, na década de 60; inicialmente com os elementos estruturais, por sua importância em relação à segurança da edificação, mais tarde a preocupação se estendeu aos demais elementos construtivos, tais como coberturas, paredes e revestimentos.

As manifestações patológicas que ocorrem nos revestimentos externos, além do constrangimento psicológico que exercem sobre os usuários, podem significar o comprometimento do desempenho do revestimento, razões pelas quais esses problemas têm preocupado bastante o meio técnico.

A identificação e correção das possíveis falhas, além de contribuir para aumentar a vida útil dos revestimentos, certamente aumenta o grau de satisfação dos usuários e da população de maneira geral, por sua contribuição para a estética da cidade. A estética das fachadas é de fundamental importância, devendo-se manter intacta a aparência original - que é um dos aspectos de durabilidade. A dimensão estética, segundo Kohlsdorf (1996), é uma característica da espécie humana em nosso relacionamento com o Universo; a estética que se refere a espaços construídos é a dimensão que responde às aspirações de que os mesmos sejam belos.

Segundo Veiga e Faria (1990), nas últimas décadas, tem-se registrado um número crescente de insucessos com os revestimentos executados com argamassas tradicionais

(argamassas inorgânicas de cimento, cal e areia). Os problemas ocorrem em função dos seguintes fatores:

- desaparecimento de mão-de-obra especializada com domínio das técnicas tradicionais e, como consequência, seleção pouco criteriosa dos materiais constituintes e desrespeito pelas regras de execução dos revestimentos;
- ritmo cada vez mais rápido exigido à construção, muitas vezes não compatível com as regras de aplicação dos revestimentos executados em várias camadas;
- o aparecimento de novos materiais de suporte, em alguns casos com características não compatíveis com os revestimentos tradicionais.

Os pesquisadores do setor têm manifestado sua preocupação com a qualidade das edificações e apostam no estudo sistemático dos problemas, como contribuição para o seu entendimento, orientação de novas técnicas construtivas e de recuperação, além de subsidiar a revisão das normas.

Em 1856, Robert Stevenson, Presidente do Instituto Britânico de Engenharia, recomendava que os acidentes ocorridos deveriam ser recompilados, analisados e divulgados e, em 1918, a “American Railway Engineering Association” publicava a recompilação de 25 acidentes e apresentava uma classificação quanto às origens dos danos, conforme citado por Aranha (1994).

Ioshimoto (1995), considera que o estudo sistemático dos problemas a partir de suas manifestações características permite um conhecimento mais aprofundado de suas causas, subsidia com informações os trabalhos de recuperação e manutenção e contribui para o entendimento do processo de produção de habitações, nas suas diferentes etapas, de modo a minimizar a incidência total do problema.

De acordo com Dal Molin (1988), o estudo da Patologia das Construções pode fornecer subsídios para prevenção, através de controle de qualidade mais apurado de pontos específicos, subsidiar a revisão das normas, condicionar novos métodos construtivos e subsidiar as correções de forma a otimizar os custos de reparação.

Segundo Carrió (1992), em conjuntos de edificações de características similares, submetidos à ações externas comuns, é lógico supor que os processos patológicos irão se repetir, dentro de uma determinada tipologia, com causas coincidentes como origem do

processo, que seguem evoluções parecidas até chegar a lesões idênticas. Então, parece ter sentido buscar diagnósticos comuns que facilitem o trabalho dos técnicos profissionais e dos estudiosos da patologia das edificações, tanto para seu conhecimento quanto, também, para a sua prevenção.

O conhecimento acumulado sobre o comportamento ao longo do tempo dos diversos elementos e materiais que compõem o edifício, isto é, a análise de suas manifestações patológicas, da durabilidade e dos custos acumulados para mantê-los em bom estado, influencia bastante a evolução das técnicas construtivas utilizadas nas edificações (Díaz Gómez, 1997).

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é a realização de um levantamento das manifestações patológicas que ocorrem nos revestimentos das fachadas das edificações da cidade de Pelotas, apresentando dados estatisticamente fidedignos para que os profissionais do setor da construção civil tenham conhecimento dos problemas localizados, possibilitando, preventivamente, melhorar seus projetos e execução de obras, bem como a manutenção e reabilitação das edificações antigas, valorizando a estética da cidade e, finalmente, aumentando o grau de satisfação dos cidadãos.

1.1.2 Objetivos específicos

- Criar um banco de dados que permita, além de conhecer a importância relativa das lesões das fachadas, materiais e elementos construtivos afetados, alcançar diagnósticos comuns, com indicação dos principais fatores condicionantes, tanto construtivos como ambientais.
- Conhecer as manifestações patológicas que ocorrem com mais frequência nos revestimentos das fachadas dos prédios da cidade de Pelotas.
- Analisar, de forma particular, a situação patológica das fachadas revestidas com argamassas inorgânicas, identificando as lesões mais frequentes.

1.2 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

O estudo foi restrito à cidade de Pelotas, no perímetro central da cidade, sendo esta zona escolhida em função de:

- maior concentração de edificações;
- maior diversificação dos revestimentos aplicados aos paramentos exteriores das fachadas;
- maior volume de tráfego de veículos existente e, portanto, mais vibrações e poluição;
- menor incidência de obras clandestinas, o que garante, a princípio, um maior número de edificações construídas com acompanhamento técnico e regularizadas junto a Prefeitura Municipal.

1.3 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho foi estruturado em 6 capítulos.

O Capítulo 1 apresenta a dissertação, justificando o tema escolhido, definindo os objetivos e mostrando suas principais limitações.

No Capítulo 2 apresenta-se uma breve revisão bibliográfica dos assuntos relacionados ao tema revestimentos exteriores de paredes. Inicialmente são apresentados os aspectos gerais dos revestimentos de paredes, sua classificação, regras de qualidade e fatores que influenciam seu desempenho. Logo após, é abordado o estudo dos revestimentos exteriores executados com argamassas convencionais à base de cimento Portland, a perspectiva histórica destes revestimentos, sua constituição, regras de qualidade, bem como orientações quanto à manutenção e reparo. Finalmente, encerrando o capítulo, são apresentadas as principais manifestações patológicas nestes revestimentos, suas possíveis causas e sugestões de correção.

O Capítulo 3 mostra a metodologia empregada para a realização do trabalho de levantamento de dados de caracterização das edificações e manifestações patológicas

encontradas nas fachadas, bem como uma caracterização do banco de dados utilizado para as análises efetuadas nos capítulos posteriores.

No Capítulo 4 estão apresentados os resultados da análise das informações obtidas sobre a caracterização das edificações pesquisadas e manifestações patológicas encontradas nas fachadas. Fornece-se, também, a análise particular dos revestimentos de argamassas inorgânicas, além de informações a respeito de estudos correlacionais realizado entre as diversas variáveis e as respectivas conclusões.

No Capítulo 5 estão as considerações finais do desenvolvimento desta dissertação.

O Capítulo 6, finalizando o trabalho, apresenta algumas sugestões para futuros trabalhos relacionados a este tema.

Complementando a estruturação, foram utilizados 4 anexos, a saber:

Anexo A – apresenta os instrumentos utilizados na coleta de dados;

Anexo B – fornece uma definição dos termos técnicos empregados;

Anexo C – apresenta os mapas da cidade de Pelotas e da região central da cidade, de onde foi extraída a amostra;

Anexo D – apresenta fotografias de algumas manifestações patológicas encontradas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS GERAIS DOS REVESTIMENTOS DE PAREDES

As condições de habitabilidade e de salubridade das edificações de um modo geral, estão diretamente ligadas às paredes e seus revestimentos. Nos últimos anos as exigências relativas a essas condições têm aumentado significativamente, sendo natural que também sejam incrementados os estudos dos materiais e as tecnologias de aplicação dos revestimentos de parede.

Conforme Paiva e Veiga (1990), o aparecimento de novos produtos e materiais para revestimento e execução das paredes, bem como os problemas ultimamente verificados com os revestimentos tradicionais, são fatores que se aliam à exigência cada vez maior de qualidade, para justificar a importância de um bom domínio por parte dos técnicos que intervêm no processo construtivo em qualquer de suas fases (projeto, construção e direção da obra, fabricação dos materiais, etc.) , das questões relacionadas com os revestimentos.

A orientação atual de reabilitação e uso de edificações antigas como uma consequência da conscientização por parte dos cidadãos da importância da conservação do patrimônio arquitetônico, conduz à recuperação do edifício e de suas partes, evidenciando a necessidade de um estudo adequado dos revestimentos de paredes.

2.1.1 Exigências funcionais dos revestimentos de paredes

Paiva e Veiga (1990), adotando uma simbiose das sistematizações mais conhecidas de necessidades humanas e de exigências funcionais de edifícios, estabelecem uma relação de exigências funcionais adaptada aos revestimentos de paredes, apresentada no quadro a seguir:

QUADRO 2.1 – Exigências funcionais dos revestimentos de paredes

Tipos Principais de Exigências	Exigências Funcionais Discriminadas	Ações ou características relevantes
---------------------------------------	--	--

De segurança	Estabilidade	Estabilidade sob ações normais de uso	Peso próprio Ações climáticas Choques normais
		Estabilidade sob ações de ocorrência acidental	Choques acidentais
	Segurança contra riscos de incêndio	Limitação da propagação do fogo	Reação ao fogo
		Limitação da liberação de produtos tóxicos e fumos	Libertação de produtos tóxicos e fumos
	Segurança no uso	-	Toxidade
Segurança no contato		Rugosidade dos paramentos Temp. nos paramentos	
De estanqueidade	Estanqueidade à água	Estanqueidade à água da chuva	Permeabilidade à água Absorção de água Permeab. ao vapor de água
		Estanqueidade à água no interior	Permeabilidade à água Absorção de água
Termo-higrométrica	Isolamento térmico		Resistência térmica
De qualidade do ar	Ausência de condensações superficiais interiores		Temperatura superficial interior
	Ausência de emissão de odores		—
	Ausência de liberação de poluentes		—
	Ausência de liberação de poeiras		—
De conforto acústico	Limitação do tempo de reverberação dos locais		Coefficiente de absorção acústica
De conforto visual	Planeza	Planeza geral	—
		Planeza localizada	—
	Verticalidade		—
	Retidão das arestas		—
	Regularidade e perfeição de superfície	Limitação dos defeitos de superfície	Defeitos de superfície
		Limitação da largura de fissuras	Largura de fissuras
	Homogeneidade de enodoamento pela poeira		Homogeneidade da temperatura superficial interior
Homogeneidade de cor e de brilho		Diferença de cor Diferença de refletância difusa	

Tipos Principais de Exigências	Exigências Funcionais Discriminadas	Ações ou características relevantes
De conforto tátil	Limitação da aspereza dos paramentos	Perfil geométrico de superf.
	Ausência de pegajosidade dos paramentos	—
	Secura dos paramentos	—

De higiene	Limitação da fixação de poeiras e micro-organismos		Aspereza dos paramentos Pegajosidade dos paramentos
	Resistência às ações de limpeza		–
De adequação ao uso	Resistência a ações de choque e de atrito	Resistência à ações de choque	–
		Resistência à riscagem	Classif. de resist. à riscagem
	Resistência a ação da água	Resistência à água da chuva	–
		Resistência às projeções acidentais de água	–
		Resistência à lavagem	Classif. de resist. à lavagem
		Resistência aos vapores úmidos	–
	Aderência ao suporte	Resistência ao arranc. por tração	–
		Resistência à peladura	–
	Resist. a formação de nódoas de produto químico ou doméstico	Resistência à formação de nódoas	–
		Lavabilidade	–
	Resistência ao enodoamento pela poeira	Resistência a formação de nódoas	–
		Lavabilidade	–
	Resistência à suspensão de cargas		–
	Resistência aos agentes Climáticos	Resistência ao calor	Calor
		Resistência ao frio	Frio
		Resistência à água	Água
		Resistência à luz	Luz
		Resistência aos choques térmicos	Choques térmicos
	Resistência	Resistência ao ozônio	Ozônio
		Resistência ao dióxido de azoto	Dióxido de azoto
Resistência ao dióxido de enxofre		Dióxido de enxofre	
Resistência a soluções amoniacais		Soluções amoniacais	
Resistência à erosão devida às part. sólidas em suspensão no ar		–	
Resistência à fixação e desenvolvimento de bolores		–	
De compatibilidade com o suporte	Compatibilidade geométrica		–
	Compatibilidade mecânica		–
	Compatibilidade química	Resist. à saponificação	–
De aptidão para a armazenagem	–		–
De economia	Limitação de custos iniciais		–
	Limitação dos custos de manutenção		–

Fonte: PAIVA E VEIGA, 1990.

2.1.2 Regras de qualidade dos revestimentos exteriores de paredes

Para cumprir as funções que lhe são exigidas, cada revestimento deve verificar um determinado conjunto de regras de qualidade.

Apresentam-se a seguir, algumas das principais regras de qualidade comuns à maioria dos revestimentos exteriores de paredes, reservando-se para o próximo capítulo, as regras de qualidade específicas dos revestimentos exteriores executados com argamassas inorgânicas.

a) Aderência

Rosello, citado por Selmo (1989) conceitua a aderência, no revestimento endurecido, como a propriedade que permite ao mesmo absorver tensões normais ou tangenciais na superfície de interface com a base.

Os revestimentos devem ter boa coesão interna e boa aderência à base. Estas características podem ser avaliadas através da determinação da tensão de arrancamento por tração, em ensaios realizados com um dinamômetro.

Nos revestimentos exteriores, os valores da aderência à base se reduzem com o umedecimento, devendo, no entanto, manter-se dentro de limites satisfatórios.

b) Capacidade de absorver deformações

Esta é uma importante característica dos revestimentos exteriores de paredes, na medida em que, além de influenciar o aspecto estético dos paramentos, condiciona decisivamente a sua capacidade de impermeabilização.

Os revestimentos devem apresentar capacidade de deformação para, ao acompanharem as variações dimensionais da base, se deformarem sem ruptura ou através de microfissuras que não comprometam a sua aderência, estanqueidade e durabilidade. Também devem ter a capacidade de absorver as tensões instaladas no próprio revestimento, devido à retração, ou às variações dimensionais de origem térmica ou higrométrica.

c) Permeabilidade à água e ao vapor de água

Os revestimentos exteriores das paredes devem evitar a penetração da água. Embora esta característica de impermeabilidade à água tenha maior importância nos revestimentos impermeabilizantes, também deve-se considerá-la nos revestimentos exteriores de acabamento que, em muitos casos, constituem um complemento de impermeabilidade à água que escorre pelas paredes.

A avaliação desta característica pode ser feita através da verificação do comportamento do revestimento quando sujeito à pressão de uma coluna de água, que simula os efeitos conjugados da chuva e do vento.

Os revestimentos exteriores de paredes devem permitir a eliminação, por evaporação, da água infiltrada, tão logo as condições atmosféricas o permitam.

2.1.3 Classificação geral dos revestimentos exteriores de paredes

Segundo Lucas (1990), a sistemática mais adequada para a classificação geral dos revestimentos é aquela baseada nas funções em que os mesmos estão aptos a desempenhar. Lembra, entretanto, que critérios baseados na natureza do aglomerante utilizado, no tipo de material constituinte, na técnica de execução empregada, entre outros, poderiam ser adotados.

O mesmo autor propõe para a classificação funcional dos revestimentos exteriores dos edifícios, uma divisão em 4 grandes grupos, quais sejam: revestimentos de estanqueidade, revestimentos de impermeabilização, revestimentos de isolamento térmico e revestimentos de acabamento ou decorativos.

Os revestimentos de estanqueidade são aqueles capazes de garantir, praticamente por si só, a estanqueidade à água e aos vapores, exigível em geral ao conjunto parede-revestimento.

Revestimentos de impermeabilização são aqueles capazes de complementar a impermeabilidade necessária para que o conjunto parede - revestimento seja estanque, isto é, o revestimento deve limitar a quantidade de água que atinge o suporte, mas será o conjunto parede – revestimento que assegurará a estanqueidade requerida.

Revestimentos de isolamento térmico são aqueles capazes de garantir um desejado grau de isolamento através do exterior, com vista a minimizar as perdas térmicas.

Finalmente, revestimentos de acabamento ou decorativos são aqueles, cuja função principal é, como a designação sugere, a de proporcionar um aspecto agradável às paredes.

2.2 REVESTIMENTOS EXTERIORES DE ARGAMASSAS INORGÂNICAS

2.2.1 Introdução

Historicamente, com o objetivo de proteger e reforçar as suas edificações, o homem recorreu à argamassa como revestimento de superfícies. Inicialmente utilizou o barro tal como se encontrava na natureza; posteriormente, misturou-o com fibras e palha com a finalidade de conferir-lhe maior consistência; mais tarde, adicionou areia pretendendo minimizar os inconvenientes da retração e permitir um produto final mais duro e resistente.

Tradicionalmente, os paramentos exteriores e interiores de paredes tem sido revestidos com argamassas de cal (cal e areia), argamassas mistas (cimento, cal e areia), ou argamassas de cimento (cimento e areia).

Estas argamassas, por muito tempo, garantiram a regularização e a proteção dos paramentos das paredes, mantendo estas funções por períodos satisfatórios de tempo, isto é, apresentando uma boa durabilidade. Entretanto, ultimamente, estes revestimentos têm apresentado uma série de problemas, atribuídos principalmente aos seguintes fatores:

- seleção pouco criteriosa dos materiais e desrespeito pelas regras de execução dos revestimentos de argamassa;
- escassez de mão-de-obra especializada, com domínio das técnicas tradicionais de execução dos revestimentos de argamassa;
- ritmo muito rápido exigido às construções modernas, não compatível com as regras de aplicação dos revestimentos tradicionais;
- surgimento de novos materiais de suporte, ainda não suficientemente testados quanto à adaptação aos revestimentos de argamassa tradicionais.

Nas últimas décadas, na tentativa de superar os problemas decorrentes da necessidade de rapidez de aplicação, desenvolveram-se argamassas industrializadas, produtos pré-dosados preparados em obra com adição exclusiva de água, com constituição baseada fundamentalmente nos mesmos elementos das argamassas convencionais, mas corrigida com alguns aditivos.

2.2.2 Perspectiva histórica

Com o objetivo de reforçar suas construções, o homem, desde muito cedo, revestiu as superfícies com argamassa. O uso das argamassas pelas civilizações, entretanto, não tem uma

evolução cronológica bem definida, porque a História da Arquitetura enfatiza muito mais a forma das edificações do que os materiais e técnicas construtivas empregadas.

Os relatos históricos de Boltshauser, citados por Selmo (1989), fornecem as seguintes indicações sobre o uso de revestimentos pelas civilizações antigas:

- na Grécia, no período micênio (por volta de 2000 a.c), a argila crua foi empregada em construções de taipa ou pau-a-pique, envolvendo as estruturas resistentes. Técnica idêntica foi utilizada pela arquitetura romana etrusca (séculos VIII ao VI a.c);
- nas construções egípcias modestas, de 1600 a 1100 a.c., a argila em pasta era usada envolvendo a armação estrutural das casas, feita de caules de plantas ou de tronco de palmeiras;
- a argila cozida (terracota), em placas molduradas e com baixos relevos, foi também empregada na arquitetura grega, para revestir os paramentos de pedra das fachadas, presumindo-se que tal técnica tinha a finalidade de facilitar o trabalho de acabamento da argila, ao passo que seria difícil executá-lo na pedra, tendo em conta os instrumentos e ferramentas que então dispunham. As placas de terracota tiveram amplo emprego no revestimento dos elementos de madeira dos entablamentos dos templos etruscos;
- quanto às argamassas, os gregos e romanos preparavam misturas de cal, areia e água, ou adicionavam gesso para a obtenção do estuque. Em certos casos, entrava também na mistura o pó de mármore, resíduo do trabalho com esta pedra;
- nos paramento pétreos dos gregos, mesmo em mármore, as superfícies eram recobertas com uma película de estuque, com vista a ocultar as imperfeições da pedra, ou para receber pintura que proporcionasse aos elementos arquitetônicos um aspecto mais vivo, mais requintado;
- os romanos fizeram uso amplo das argamassas, tanto no assentamento das alvenarias, como nos revestimentos de seus edifícios. Empregavam o estuque como acabamento em alto relevo, fornecendo uma base para a pintura.

Assim, as argamassas de cal, as mistas de gesso e cal, as resultantes de pó de mármore ou pozolana, constituíram, possivelmente, os primeiros revestimentos dos paramentos verticais das construções.

2.2.3 Camadas de constituição

Os revestimentos externos tradicionais, obtidos com argamassas à base de cimento Portland, normalmente são aplicados em camadas, assim denominadas:

- chapisco: camada irregular obtida pela projeção de argamassa de cimento e areia contra uma base, com o objetivo de melhorar a aderência do revestimento ao suporte e reduzir, ou homogeneizar a absorção de água por parte da base. O chapisco deve apresentar aspecto rugoso e, necessariamente, não tem que possuir espessura uniforme. A espessura, segundo a BS 5262(BSI,1976) deve ficar entre 3 e 5mm. A NBR 7200(ABNT, 1982) não determina a espessura do chapisco ;
- emboço: conforme a NBR 7200(ABNT, 1982), é a primeira camada do revestimento. Tem a finalidade de garantir a planeza, verticalidade e regularidade da superfície, impedir a penetração de água , além de proporcionar uma boa aderência à camada de acabamento. Para dificultar a penetração de água, esta camada deverá ser homogênea, compacta e com pouca tendência a fissuração; condição esta que determina a utilização do tipo e dosagem de aglomerante adequado, de maneira que seja reduzida a retração da argamassa. Segundo a BS 5262(BSI,1976), a espessura deve ser de 16 a 30mm. A NBR 7200(ABNT, 1982) estabelece que a espessura do emboço deve situar-se entre 20 e 25 mm;
- reboco: é a segunda camada do revestimento e, além da finalidade decorativa, contribui para a impermeabilização da parede, na medida em que constitui a primeira barreira à penetração da água. Para que não fissure terá que possuir teor em aglomerante relativamente baixo e deverá preencher as fissuras que eventualmente se tenham formado no emboço. A espessura, segundo a BS 5262(BSI,1976), deve ser de 6 a 10mm. A NBR 7200(ABNT, 1982) estabelece que a espessura do reboco deve ser de, no máximo, 5mm.

A NBR 13749(ABNT, 1996) estabelece que a espessura total dos revestimentos externos executados com argamassas inorgânicas deve situar-se entre 20 e 30 mm. Caso contrário, devem ser tomados cuidados especiais que garantam a aderência do revestimento.

2.2.4 Materiais utilizados

Os revestimentos de argamassa tradicionais são revestimentos executados a partir de argamassas constituídas por um ou mais aglomerantes minerais (cimento Portland, cal aérea), materiais inertes e, eventualmente, aditivos.

a) Cimentos

A grande aceitação do cimento como aglomerante nas argamassas a serem utilizadas nos revestimentos das edificações em detrimento da cal aérea, se deu em função de:

- proporcionar ótimas resistências, associando a idéia de que proporcionaria uma boa durabilidade;
- não possuir os inconvenientes apresentados pela cal aérea, tais como dificuldades em conseguir uma hidratação homogênea e elevado tempo do fim da pega;
- ser um produto mais homogêneo e fácil de usar.

Vários tipos de cimento podem existir como aglomerante nas argamassas para revestimento. No Brasil são produzidos e, oficialmente normalizados, os seguintes: Cimentos Portland Comuns (CPI e CPI-S), Cimento Portland Composto (CPII-E, CPII-F e CPII-Z), Cimento Portland de Alto-Forno (CPIII), Cimento Portland Pozolânico (CPIV), Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CPV-ARI) e Cimento Portland Resistente a Sulfatos.

Fabrica-se também o cimento branco, que é um Cimento Portland, praticamente isento de óxidos de ferro, e que se consegue mediante cuidados adequados na escolha da matéria prima e na condução do processo de fabricação.

b) Cales

A cal era o aglomerante mais utilizado antes da descoberta do cimento. Resultam da calcinação de calcários, rocha das mais abundantes no mundo e que invariavelmente contém alguma quantidade de argila.

A partir de calcários puros (com teor de impurezas não superior a 5%) obtêm-se as cales aéreas; dos calcários margosos (com teor de argila entre 5% e 20%) obtêm-se as cales hidráulicas; das margas calcárias (com teor de argila entre 20% e 40%) obtêm-se os cimentos naturais (Veiga e Faria, 1990).

No Brasil são usadas as cales aéreas que, de acordo com a composição química, apresentam-se em duas variedades: a cal cálcica e a cal magnesiana. A cal cálcica deve apresentar um mínimo de 75% de CaO, e a cal magnesiana deve apresentar no mínimo 20% de MgO, devendo sempre a soma de CaO com MgO ser superior a 95%.

c) Agregados

Em argamassas para revestimento de paredes utiliza-se fundamentalmente a areia como agregado.

Os agregados a utilizar em argamassas para revestimento de paredes deverão verificar as seguintes características:

- forma, dimensões extremas e granulometria adequadas às utilizações previstas;
- inalterabilidade ao ar, à água e a outros agentes externos;
- compatibilidade química com o aglomerante e com os outros constituintes da argamassa;
- resistência mecânica adequada;
- resistência à erosão;
- ausência de substâncias nocivas (matéria orgânica, partículas moles, friáveis ou demasiado finas, película de argila aderente aos inertes, entre outros).

A NBR 7200(ABNT, 1982), recomenda ser favorável a forma arredondada do grão. Os grãos achatados ou longos em forma laminar dificultam a trabalhabilidade e prejudicam a capacidade de compactação da argamassa. Segundo esta norma, a dimensão nominal máxima do agregado a ser adotada na aplicação de revestimento de argamassa em paredes externas, internas e forros, deve ser:

- para chapisco, 5 mm;
- para emboço, 3 mm;
- para reboco, 1 mm.

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC – Lisboa), citado por Veiga e Faria (1990) indica que as areias mais adequadas para a realização das camadas de base e da maior parte dos acabamentos cabem dentro dos limites do quadro 2.2.

QUADRO 2.2 – Composição granulométrica da “areia normal”.

Abertura da malha da peneira (mm)	Material retido (%)
-----------------------------------	---------------------

2.00	0
1.60	7 ± 5
1.00	33 ± 5
0.50	67 ± 5
0.16	87 ± 5
0.08	99 ± 1

Fonte: Veiga e Faria (1990)

No entanto, certos tipos de acabamentos requerem determinadas percentagens de areias com granulometrias diferentes e mesmo, em alguns casos, de agregado grosso. Por exemplo, os acabamentos acentuadamente rugosos exigem uma pequena percentagem de agregados com dimensões superiores a 5 mm.

De qualquer modo, a questão da utilização de agregados de granulometria cuidada não deve ser levada a extremos pois podem conseguir-se bons resultados com areias que não se enquadram rigidamente nos limites indicados no quadro 2.4. A experiência de utilização das areias da região pode ser decisiva para avaliar a sua adequabilidade.

d) Água

A norma LNEC 372, citada por Gomes (1995), no tocante às especificações e, particularmente, quanto aos limites impostos às análises químicas, recomenda que tenham:

- teor de cloretos, expresso em mg/dm^3 , inferior ou no máximo igual a 4500;
- teor de sulfatos, expresso em mg/dm^3 , inferior ou no máximo igual a 2000;
- resíduo dissolvido, expresso em g/dm^3 , inferior ou no máximo igual a 35;
- resíduo em suspensão, expresso em g/dm^3 , inferior ou no máximo igual a 35;
- teor de sódio e potássio, expresso em mg/dm^3 , inferior ou no máximo igual a 1000;
- $\text{PH} \geq 4$.

A NBR 7200(ABNT, 1982) diz que todas as águas naturais são próprias como água de amassamento, desde que não sejam contaminadas por impurezas que atuem quer a curto, quer a longo prazo. Recomenda que não sejam utilizadas águas servidas provenientes de processos industriais, assim como águas que contenham elevado teor de sais nocivos. Determina ainda que, se a água for turva, deve-se verificar sempre, através de análise, a possibilidade de sua utilização como água de amassamento.

e) Aditivos

Os principais aditivos utilizados na confecção das argamassas de reboco são: redutores de água, plastificantes, retentores de água, retardadores de pega, aceleradores de endurecimento, incorporadores de ar, anticongelantes, redutores de permeabilidade, hidrófugos, fungicidas, bactericidas, germicidas, inseticidas e os pigmentos.

A NBR 7200(ABNT, 1982) determina que devem ser usados somente aditivos que comprovadamente não exerçam nenhuma influência nociva sobre o revestimento, nem sobre pinturas e outros materiais de acabamento. Em caso de dúvida, determina que sejam feitos os ensaios prévios do comportamento dos aditivos com os aglomerantes e agregados previstos.

2.2.5 Classificação funcional

De acordo com Veiga e Faria (1990), os revestimentos exteriores executados com argamassas inorgânicas são considerados revestimentos de impermeabilização por conferirem o complemento de impermeabilidade à água necessário para que o conjunto parede - revestimento seja estanque. O revestimento limitará a quantidade de água que atinge o suporte mas será o conjunto parede - revestimento que globalmente assegura a estanqueidade requerida.

Os revestimentos exteriores executados com argamassas inorgânicas também conferem aos paramentos das paredes planeza, verticalidade, regularidade superficial e aspecto aceitáveis, devendo resistir atritos e ações de choque, bem como proteger as paredes dessas ações. Os revestimentos interiores de paredes são classificados como revestimentos de regularização.

Quanto ao isolamento térmico, os revestimentos de argamassa, exteriores ou interiores, têm efeito limitado sobre a transmissão de calor através de uma parede exterior, tendo em vista a pequena espessura desses revestimentos e a elevada condutibilidade térmica do material que o constitui.

Quanto ao isolamento acústico a sons aéreos, o acréscimo de redução sonora proveniente da adição de um revestimento a uma parede não é normalmente importante, a menos que essa parede seja de construção leve.

No referente ao comportamento face ao fogo os revestimentos de argamassa não são combustíveis, contribuindo para aumentar a resistência ao fogo das paredes sobre as quais estão aplicados.

2.2.6 Regras de qualidade

As Regras de Qualidade adotadas aos revestimentos exteriores dos edifícios levam em conta aspectos muito específicos e regionais, inerentes à tradição, ao clima, aos materiais e às técnicas de execução utilizadas pelos povos. Dentre as exigências funcionais a satisfazer pelos revestimentos executados com argamassas inorgânicas, as mais significativas são:

a) Planeza

Os revestimentos não devem apresentar ondulações no paramento. A planeza geral e localizada pode ser avaliada a partir da medição das flechas do paramento com o auxílio de duas réguas indeformáveis, respectivamente de 2,0 m e 0,2 m de comprimento, que percorrem esse paramento. A flecha máxima admissível para a planeza geral é de 10 mm (ou 5 mm se o revestimento tiver sido executado segundo a técnica de pontos e mestras) e de 2 mm para a planeza localizada (Lucas, 1990).

A NBR 13749(ABNT, 1996) determina que na verificação da planeza do revestimento, devem-se considerar as irregularidades graduais e as irregularidades abruptas da superfície. O desvio máximo da superfície do revestimento, em relação a uma régua retilínea com um comprimento de 2 m, não deve superar 3 mm. As irregularidades abruptas não devem superar 2 mm em relação a uma régua com 20 cm de comprimento.

b) Verticalidade

Segundo Lucas (1990), os revestimentos dos paramentos com argamassas inorgânicas devem apresentar-se verticais, não sendo permitidos os desvios de verticalidade. A avaliação da verticalidade pode ser feita com fio de prumo.

A exigência é expressa pelo desvio do paramento da parede em relação à vertical e avaliada por ensaio “in situ” que consiste em percorrer o paramento com fio de prumo, com comprimento de 3 m ou igual à altura do andar, e efetuar a medição dos desvios.

Em paramentos exteriores de paredes, os desvios admissíveis de verticalidade das paredes revestidas segundo a técnica de pontos e mestras estão limitados a 10 mm por cada 3 m; no caso dos paramentos interiores de paredes, os mesmos desvios são limitados a 5 mm por altura do andar.

Segundo a NBR 13749(ABNT, 1996), o desvio de prumo de revestimentos de argamassa sobre paredes, ao final da sua execução, não deve exceder $H/900$, sendo H a altura da parede, em metros.

c) Aspecto

Os revestimentos executados com argamassas tradicionais não devem apresentar defeitos ou irregularidades de superfície perceptíveis, tais como reentrâncias, saliências, fissuras, empolamentos, deslocamentos ou pulverulência. A textura da superfície deve ser regular e uniforme, sendo recomendável a utilização de uma iluminação rasante para uma melhor avaliação.

A avaliação das fissuras, conforme Lucas (1990), pode ser feita mediante o auxílio de uma lupa óptica provida de uma régua graduada que permite medições com sensibilidade de 0,1 mm, ou ainda com o emprego de réguas de fenda padronizadas.

A quantificação destas exigências depende da importância e da tolerabilidade considerada para os defeitos, devendo ser fixadas a cada caso. No caso de fissuras em zona corrente, a sua largura não deve exceder 0.2 mm. Em zonas especialmente concebidas para a concentração de fissuras, como por exemplo nas juntas, podem ser toleradas maiores larguras.

De acordo com a NBR 13749/96, o revestimento de argamassa deve apresentar textura uniforme, sem imperfeições, tais como: cavidades, fissuras, manchas e eflorescências, devendo ser prevista na especificação de projeto, a aceitação ou rejeição, conforme níveis de tolerância admitidas.

d) Aderência ao suporte

O revestimento deve aderir perfeitamente à base, exigindo-se o mesmo das diversas camadas constituintes do revestimento entre si. Esta importante propriedade das argamassas é conseguida pela penetração da água carregada de aglomerante nos poros ou entre as rugosidades do suporte, prevalecendo assim à aderência mecânica. A aderência é função da

natureza, limpeza (ausência de sais, organismos, ou gorduras) e estado de conservação do suporte, das características do próprio revestimento e das condições atmosféricas que vigoram durante a aplicação. A rugosidade do suporte, a dosagem de aglomerante e o cuidado com a cura, são fatores que contribuem significativamente para o aumento da aderência (Lucas, 1990).

Para uma avaliação expedita da aderência de um revestimento, bastará batê-lo com o cabo de um martelo, já que as zonas não aderentes apresentarão um som cavo.

A avaliação da aderência pode ser obtida por um ensaio de arrancamento por tração, realizado com um dinamômetro, para medição da tensão necessária para arrancar do paramento corpos de prova cortados previamente nos revestimentos.

De acordo com a NBR 13749(ABNT, 1996), o revestimento de argamassa deve apresentar aderência com a base de revestimento e entre suas camadas constituintes, avaliados por:

- ensaios de percussão, realizados através de impactos leves, com um martelo de madeira ou outro instrumento rijo;
- ensaios de resistência à tração, realizados em laboratórios especializados, conforme a NBR 13528(ABNT, 1995).

e) Permeabilidade à água

De acordo com Lucas (1990), a permeabilidade é a propriedade que identifica a possibilidade de passagem da água através de um dado material, componente ou elemento da construção, podendo ocorrer por difusão do vapor d'água, convecção do vapor d'água, infiltração sob pressão e por capilaridade.

A penetração da água pelo revestimento verifica-se através dos poros e das fissuras. A facilidade da penetração da água pelos poros depende da porosidade do revestimento (que determina o seu coeficiente de capilaridade), do grau de sucção do suporte e da quantidade e pressão da água incidente.

Um revestimento deve poder reter a água da chuva de modo uniforme por todo o paramento e restitui-la à atmosfera, por evaporação, quando melhoram as condições atmosféricas. Estas condições são verificadas nos revestimentos porosos e com acabamento rugoso com espessura e composição adequadas ao tipo de exposição às intempéries. O estabelecimento de caminhos preferenciais de escoamento da água pelo paramento cria

zonas de umidade habitual e prolongada no revestimento causando, geralmente, manchas de sujeira, também conhecidas por bigodes. Um acabamento com rugosidade adequada impede a formação destas manchas. Uma porosidade reduzida, como é o caso de revestimentos muito compactos, está associada a elevada fissuração por retração, provocando o encaminhamento por escoamento de grande quantidade de água para as fissuras.

A NBR 7200(ABNT, 1982), em relação à permeabilidade, classifica os revestimentos com argamassas inorgânicas em:

- Revestimentos comuns: são aqueles que permitem a permuta de umidade entre a parte da construção revestida e o ar externo;
- Revestimentos hidrófugos: aqueles que impedem a entrada de umidade de precipitações pluviais, mas não dificulta a difusão de vapor d'água;
- Revestimentos impermeabilizantes: aqueles que são permanentemente estanques à água.

f) Permeabilidade ao vapor de água

Deve exigir-se ao revestimento que este seja permeável ao vapor de água para que seja permitida a libertação para o exterior do vapor de água proveniente do interior da habitação e para que a água absorvida pelos revestimentos ou que atinja o suporte durante um período de chuva possa voltar ao exterior em forma de vapor quando as condições atmosféricas forem favoráveis à secagem. O grau de permeabilidade ao vapor a exigir ao revestimento deve ser tanto maior quanto maior for a sua permeabilidade à água, para que a facilidade com que esta será libertada para o exterior seja proporcional à quantidade de água que tenha atravessado o revestimento (Lucas, 1990).

g) Compatibilidade com o suporte

O revestimento deve ser compatível com o suporte dos pontos de vista geométrico, mecânico e químico. Quanto à compatibilidade geométrica, há necessidade do suporte apresentar planeza e regularidade superficial adequadas à espessura e à técnica de aplicação do revestimento. Deve existir compatibilidade mecânica para não ocorrer degradação do suporte provocada por tensões internas do revestimento.

h) Resistência à fissuração

As fissuras, além de afetarem desfavoravelmente o aspecto do paramento, diminuem a contribuição do revestimento para a estanqueidade da parede. O seu aparecimento deve-se ao revestimento não ter resistido às tensões, geralmente de tração, nele instaladas, que surgem por atuação separada ou simultânea das seguintes ações:

- movimentos do suporte do revestimento devidos a entrada em carga das paredes, a assentamento das fundações, a variações de temperatura ou do teor em água, à ação de vibrações ou choques, a reações químicas e a alterações físicas;
- restrições introduzidas na liberdade de retração ou expansão do revestimento, resultantes de variações de temperatura ou do teor em água do revestimento;
- reações químicas expansivas devidas à carbonatação ou a ataques de sulfatos existentes no revestimento ou no suporte;
- alterações físicas em consequência da congelação da água contida no revestimento ou da formação de cristais de sais.

Deve exigir-se aos revestimentos que resistam sem fissurar a pequenos movimentos do suporte e às tensões nele instaladas em consequência de restrições impostas aos seus movimentos devidos a variações de temperatura ou do teor em água. Esta capacidade é condicionada pelas seguintes características do revestimento: módulo de elasticidade e resistência à tração.

i) Durabilidade

O LNEC (1990), citado por Gomes (1995), define durabilidade de um revestimento como “o período de tempo durante o qual o desempenho se mantém sem alteração significativa, em condições normais de uso e de conservação”. A durabilidade prevista para o revestimento exterior das edificações, segundo proposta do mesmo laboratório, não deve ser inferior a 50 anos.

A durabilidade dos revestimentos em argamassa tradicionais está sujeita às peculiaridades dos materiais e mão-de-obra empregados, aos defeitos do suporte que os recebe (e incompatibilidade entre o suporte e o revestimento) e à conservação, entre outros.

Os agentes que influenciam a degradação dos revestimentos são, segundo Lucas(1990), o choque, os agentes atmosféricos, os agentes químicos e os agentes biológicos.

Selmo(1989), organiza num fluxograma, condicionantes do processo construtivo (concepção, projeto, materiais, execução e uso), que podem influir no desempenho dos revestimentos externos de argamassa. Considera que, tendo em vista as funções principais destes revestimentos, a durabilidade é um de seus principais requisitos de desempenho.

Segundo a norma BS-5262(BSI, 1976), os principais fatores que condicionam a durabilidade de um revestimento, são:

- proteção dos revestimentos por detalhes arquitetônicos;
- penetração de umidade de infiltração e efeito da poluição atmosférica;
- natureza da base dos revestimentos, por questões de aderência e variações volumétricas originárias da secagem;
- tipo do revestimento, composição e traço das argamassas, que influenciam as propriedades e a compatibilidade com as características da base;
- grau de umidade existente na base, por questões de aderência e aparecimento de eflorescências;
- técnica de aplicação do revestimento, compatibilidade com a natureza da base;
- lesões causadas por impacto ou abrasão;
- manutenção periódica.

No conjunto de informações necessárias para a determinação do sistema de revestimento, segundo Ammar, citado por Carneiro e Cincotto (1995), é indispensável uma classificação das condições de exposição à intempéries, função do clima local, das construções à volta do edifício e da posição relativa do revestimento na fachada.

As classificações das condições de exposição dos revestimentos exteriores, propostas pelas normas BS-5262(BSI, 1976) e DIN 18550 Part 1(DIN, 1985), são apresentadas a seguir, respectivamente, nos Quadros 2.3 e 2.4.

QUADRO 2.3 – Classificação das condições de exposição dos revestimentos externos de fachada segundo a BS 5262 (BSI, 1976)

Parâmetros analisados (1)		CONDIÇÕES AMENAS	CONDIÇÕES MODERADAS	CONDIÇÕES SEVERAS
Da região	chuvas	baixo índice pluviométrico	chuvas moderadas	região chuvosa
	ventos	fracos	moderados	fortes

	localização geográfica	qualquer	qualquer	montanhas costa
Do edifício	altura	elevada com proteção	elevada sem proteção	qualquer sem proteção
	exposição à chuva e vento forte	baixa	moderada	total
	proteção de projeto e de prédios vizinhos (2)	parede protegida (3)	parede parcialmente protegida (4)	parede desprotegida

- (1) a posição relativa do revestimento na fachada é analisada apenas pela norma DIN e considerada à parte das condições de exposição;
- (2) diz respeito aos detalhes arquitetônicos existentes no edifício;
- (3) proteção por beiral e pela proximidade de edifícios vizinhos com a mesma altura;
- (4) proteção por beiral e por edifícios vizinhos com a mesma altura mas distantes.

QUADRO 2.4 – Classificação das condições de exposição dos revestimentos externos de fachada segundo a DIN 18550- Part 1 (DIN, 1985)

Parâmetros analisados (1)		Condições amenas	Condições moderadas	Condições severas
Da região	chuvas	precipitação anual < 600 mm	precipitação entre 600 e 800mm	precipitação > 800mm ou região de vento forte
	ventos	pouco	moderado	intenso
	localização geográfica	–	–	qualquer
Do edifício	altura	elevada com proteção	elevada sem proteção	qualquer sem proteção
	exposição à chuva e vento forte	baixa	média	total

	proteção de projeto e de prédios vizinhos (2)	condições excepcionais de proteção	boas condições de proteção	nenhuma condição de proteção
--	---	------------------------------------	----------------------------	------------------------------

O Centre Scientifique et Technique du Bâtiment – CSTB, citado por Polisseni, 1986, classifica o grau de exposição de uma fachada de edifício ao intemperismo (vento e chuva), levando em consideração a localização da construção, a altura da fachada em relação ao nível do solo e a presença ou ausência de proteção da fachada a ventos e chuva. Uma fachada, ou parte da mesma, é considerada protegida da ação dos ventos e da chuva, quando atender simultaneamente a duas condições:

- não ter altura maior que 28 m;
- atender as disposições mostradas nas figuras

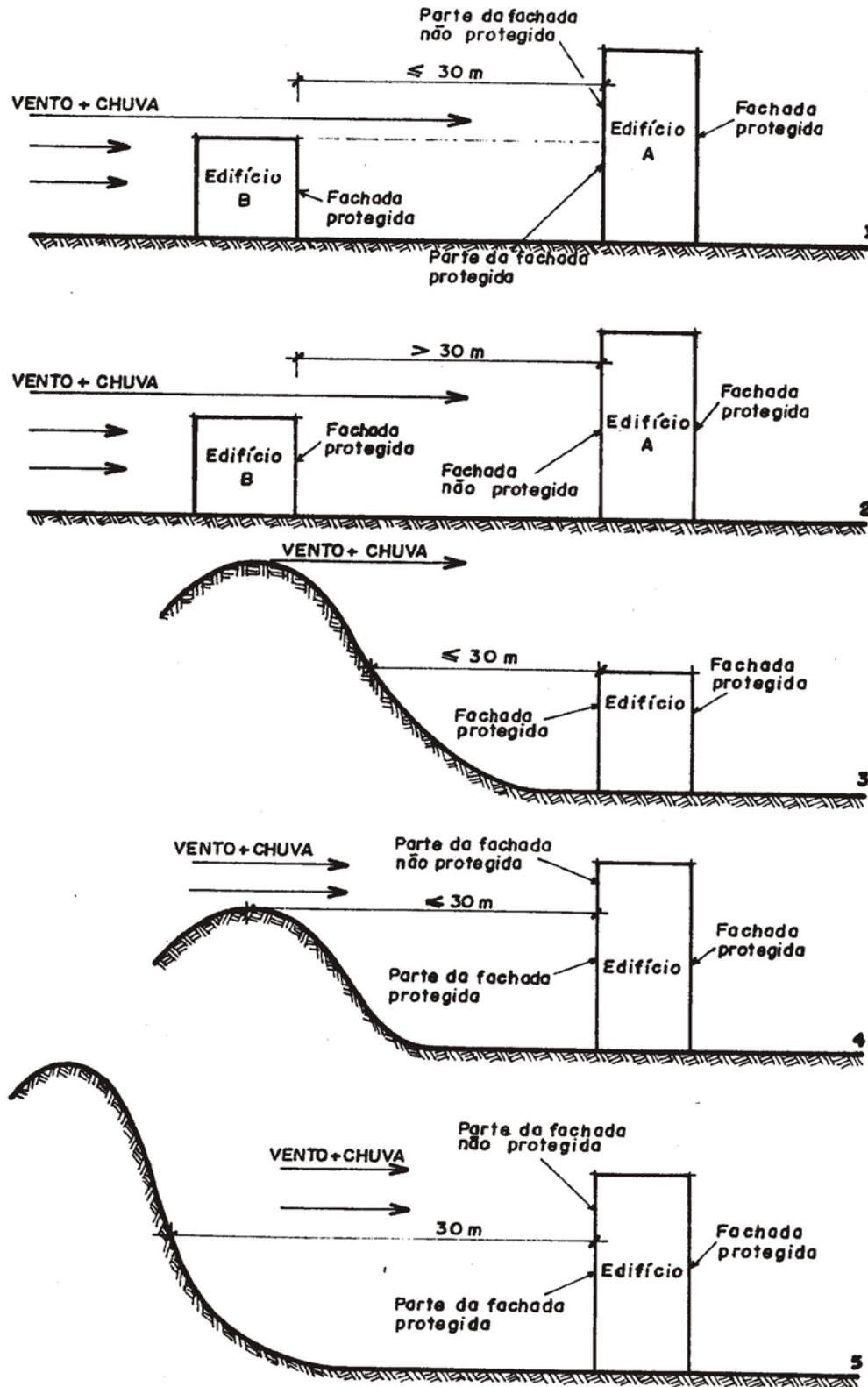


FIGURA 2.1 - Fachadas de edifícios considerados protegidos ou não do vento e da chuva (Polisseni, 1986)..

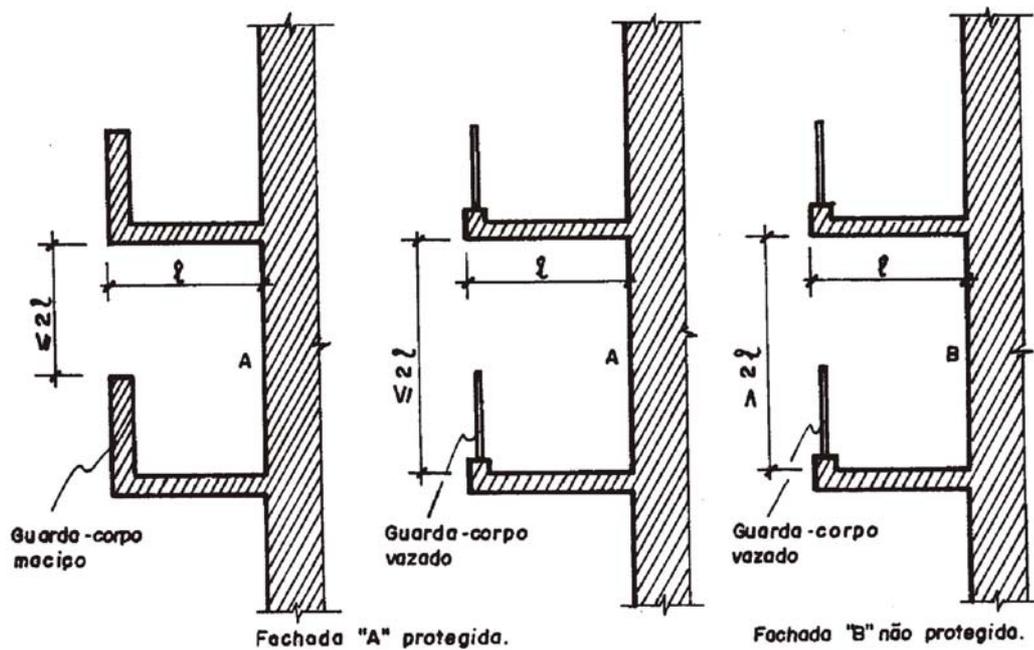


FIGURA 2.2 – Fachadas que possuem guarda-corpos maciços ou vazados, considerados protegidos ou não do vento e da chuva (Polisseni, 1986).

2.2.7 Aplicação em obra

- RECOMENDAÇÕES GERAIS:

A escolha do tipo de revestimento a aplicar é função do tipo de suporte existente, seu estado e preparação, dos requisitos que serão impostos ao revestimento e das exigências que este terá que satisfazer, da disponibilidade dos materiais e, também, da capacidade técnica da mão-de-obra disponível.

De acordo com Veiga e Faria (1990), o revestimento só deve ser aplicado depois dos materiais de suporte sofrerem a parte mais importante da sua retração (aproximadamente 28 dias) e quando as condições meteorológicas não forem desfavoráveis.

As camadas mais externas do revestimento, segundo Lucas (1999), devem ser mais pobres em aglomerante do que as mais internas, isto é, o teor de cimento nas misturas deve

decrecer desde o chapisco até a camada de acabamento; a aplicação de cada camada só deve realizar-se após o desenvolvimento da parte mais significativa da retração de secagem inicial da camada subjacente.

A secagem prematura das camadas de revestimento deve ser evitada. Se necessário, dever-se-á mantê-las úmidas durante a sua cura ou protegê-las com telas têxteis umedecidas. Pode-se umedecer aspergindo água, com jato fino, de preferência pela manhã ou ao fim da tarde para não provocar choque térmico. É conveniente manter o revestimento umedecido e protegido da incidência dos raios solares ou dos ventos secos durante os primeiros três dias e protegê-lo da chuva durante os primeiros dois dias.

- Condições atmosféricas e influência da exposição:

Deve-se evitar a aplicação dos revestimentos exteriores sempre que as condições meteorológicas não forem favoráveis, isto é, nos dias chuvosos, quando a temperatura ambiente for muito elevada (superior a 30⁰C) ou demasiado baixa (inferior a 5⁰C), quando existir vento forte ou quando, em tempo quente, os paramentos estiverem expostos à ação direta dos raios solares, segundo a NBR 7200(ABNT, 1982).

As condições de exposição constituem um fator de primordial importância para a definição da permeabilidade do revestimento a empregar, determinando assim o número de camadas e as suas características.

- Armazenamento em obra dos constituintes:

Em obra, os aglomerantes deverão estar em local coberto, contidos em sacos e colocados sobre estrados para não contactarem com o piso. A arrumação dos sacos deverá ser feita de modo a facilitar o consumo dos produtos por ordem cronológica de fabricação, que deverá assim estar bem patente na embalagem.

Os agregados deverão ser armazenados por tipos sobre terreno limpo, duro, seco e bem drenado, protegidos de contaminação pelo solo, folhas ou outro material prejudicial. Os agregados devem ser obtidos em quantidade suficiente para todo o trabalho, em particular os de tipo especial., por exemplo para obtenção de efeitos de textura ou de cor.

A NBR 7200(ABNT, 1982) determina que os agregados sejam colocados em compartimentos identificados pela natureza e classificação granulométrica. Os

compartimentos devem ter o fundo inclinado e drenado e devem estar protegidos da contaminação por resíduos de obra, tais como serragem, pontas de ferro, arame e pregos.

2.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS FREQUENTES

A escolha adequada do revestimento atendendo ao tipo de suporte e aos fins esperados é fator importante para se obter bons resultados. Algumas vezes as anomalias podem ter causas exteriores aos materiais ou técnicas utilizadas e muitas vezes é inútil reparar ou remover o revestimento sem que antes se descubra e corrija a fonte dos problemas, já que as falhas podem voltar a aparecer.

Desta forma, é essencial determinar as causas antes que qualquer medida de recuperação seja tomada. O diagnóstico, muitas vezes, pode ser elaborado através de uma abordagem lógica e sistemática do problema.

Entretanto, como é o acabamento que chama a atenção, é comum culpar apenas os trabalhos de revestimento ou a mão-de-obra neles empregada pelos defeitos. Na realidade, apesar de importantes, estes não são os únicos fatores a influenciar o resultado final. Algumas anomalias que aparecem nos revestimentos, tais como fissuras ou eflorescências, podem ser devidas somente ao suporte estrutural ou às condições do clima, antes, durante e depois dos trabalhos de revestimento.

Dentre as lesões que aparecem com maior frequência nos revestimentos dos paramentos exteriores com argamassas inorgânicas, destacam-se:

- fissuras
- descolamentos
- degradação do aspecto, devida a eflorescências e manchas de sujeira e vegetação parasitária.

2.3.1 Fissuras

As fissuras são, dentre os inúmeros problemas que afetam as edificações, um dos que merecem maior atenção, devido a três aspectos fundamentais:

- aviso de um eventual colapso da estrutura;
- comprometimento da obra em serviço (estanqueidade, isolamento acústica, durabilidade etc.);
- constrangimento psicológico que exercem sobre os usuários da edificação.

Nos revestimentos executados com argamassas inorgânicas, as fissuras podem ter muitas causas, entretanto, na maioria das vezes, são uma consequência de outros defeitos tais como trincas nas paredes, umidade, ou descolamentos.

De acordo com Lucas (1999), logo que os revestimentos são aplicados sobre o suporte começa a sua retração de secagem inicial, que é restringida pela aderência ao suporte. Esta restrição vai dar origem ao desenvolvimento de tensões de tração no revestimento e de corte na interface do revestimento com o suporte. As tensões de tração tenderão a fissurar o revestimento e as tensões de corte poderão provocar o seu descolamento. O suporte tem de ser suficientemente “forte” para que não seja ele próprio fissurado quando se desenvolve a retração do revestimento.

O reboco é um material não armado, sendo natural que fissure nas zonas tracionadas. Aparecendo fissuras no reboco, uma boa providência é retirá-lo em uma pequena área em torno da fissura e verificar se a alvenaria também está trincada, ou se a aderência do reboco é boa.

Dentre estes danos, destacam-se, entre outros, as fissuras do tipo mapeamento ou pele de crocodilo e as fissuras com orientação predominantemente horizontais.

a) Mapeamento:

Aberturas de fissuras sem orientação preferencial e de pequena largura afetando, em geral, todo o revestimento do paramento.

Joisel, citado por Selmo (1989), explica o aspecto desta manifestação patológica, ver Figura 2.1, da seguinte maneira: antes da fissuração por retração, a tensão de tração em um ponto qualquer do revestimento é a mesma em todas as direções da superfície (a). O surgimento de uma fissura (F) tem por efeito anular a tensão de tração que lhe é normal (b), porém permanece a tensão paralela e uma nova fissura (F') deve produzir-se (c), cortando a primeira em um ângulo de, aproximadamente, 90° .

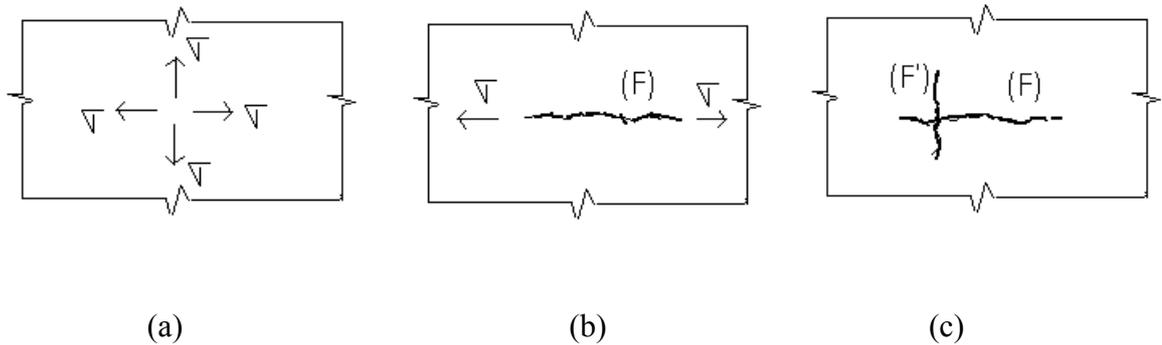


FIGURA 2.3- Distribuição das tensões e fissuras de retração em um elemento da superfície de um revestimento, conforme adaptação de Josiel, citado por Selmo (1989).

Percutindo o revestimento com o cabo de um martelo, este apresenta um som cavo, principalmente nas zonas sobre as fissuras. Com o passar do tempo pode notar-se uma evolução no sentido de predominância de fissuras com orientação horizontal.

Causas prováveis:

- descolamento do revestimento;
- espessuras exageradas das camadas de revestimento;
- desrespeito pelos intervalos de tempo de secagem entre as camadas;
- argamassas muito ricas em cimento, água ou elementos finos;
- aplicação dos revestimentos em condições atmosféricas desfavoráveis (vento, sol em excesso etc.)

A abertura das fissuras por tração da argamassa, segundo Bauer (1994), é proporcional à espessura da camada do revestimento fissurado. O revestimento deve ser o menos espesso possível. Caso as irregularidades da superfície ou a impermeabilidade exija uma espessura exagerada, se faz necessário aplicar o revestimento em camadas, respeitando os intervalos de tempo necessários entre as camadas, para que sejam desenvolvidas as propriedades de aderência e resistência .

Nas argamassas muito ricas em aglomerantes, com maior limite de resistência, as tensões se acumulam e a ruptura ocorre com o aparecimento de fissuras macroscópicas.

Nas argamassas bem proporcionadas, as ligações internas são menos resistentes e as tensões podem ser dissipadas na forma de microfissuras.

Segundo Selmo, Morais e Takeashi (1999), em um estudo da fissuração em revestimentos de argamassa, a insolação direta da parede, entre outros fatores, parece ser o que mais afetou a fissuração mapeada dos revestimentos.

A NBR 13749 (ABNT, 1996), em seu anexo A, informa que as fissuras mapeadas podem ser observadas em período breve após a aplicação do revestimento, podendo formar-se por retração da argamassa, por excesso de finos no traço, quer sejam de aglomerantes, quer sejam de finos no agregado, ou por excesso de desempenamento. Informa ainda que, em geral, este fenômeno patológico apresenta-se em forma de mapa.

b) Fissuras com orientação predominantemente horizontal:

Ocorrem, geralmente, em correspondência com o traçado das juntas de assentamento dos blocos ou tijolos das paredes e aparecem quase sempre acompanhadas de eflorescências.

De acordo com Bauer (1994), as cales mal hidratadas apresentam teores bastante elevados de óxidos livres de cal e magnésio. Com o umedecimento dos componentes ao longo de sua vida útil, haverá a tendência de que os óxidos livres venham a hidratar-se, apresentando, em consequência um aumento de volume de até 100%. Este aumento de volume implicará em um aumento na espessura das juntas de assentamento dos tijolos, levando o revestimento à solicitações de tração e, como consequência, formação de fissuras.

Os sulfatos em solução (contidos nos tijolos, nas argamassas, ou introduzidos pela água) podem reagir com o cimento existente na argamassa da junta de assentamento formando um composto denominado etringita (sulfoaluminato tricálcico). De acordo com Eldridge (1982), esta reação é acompanhada de grande expansão, gerando pressões que podem superar a resistência da maioria dos materiais de construção. O revestimento fissa por não possuir capacidade de acompanhar esse aumento de espessura das juntas.

A formação de fissuras ao longo das interfaces de materiais de suporte diferentes revestidos em continuidade, sem a previsão de juntas, é função de variações dimensionais diferenciais desses materiais.

O desenvolvimento de fissuras a partir dos cantos de vãos abertos nas paredes resulta do enfraquecimento do suporte nessa zona e da deformação das paredes em função da insuficiência ou inexistência das vergas.

2.3.2 Descolamentos

a) Descolamento com empolamento

Descolamento do revestimento com formação de convexidades em grandes áreas do paramento ou em áreas localizadas, correspondentes, por vezes, apenas às áreas das faces de alguns tijolos.

As causas prováveis, segundo Veiga e Faria (1990), são:

- infiltração de umidade;
- hidratação retardada do óxido de magnésio;
- sulfatos dissolvidos na água reagindo com o aluminato tricálcico do cimento, dando origem ao sulfoaluminato tricálcico, cuja formação é acompanhada de grande expansão, causando a desagregação dos paramento.

b) Descolamento em placas

Queda de porções ou da quase totalidade do revestimento, não restando vestígios de aderência do revestimento ao suporte.

As causas prováveis, segundo Veiga e Faria (1990), são:

- a ausência de vestígios de aderência é função de nunca ter sido estabelecida essa aderência;
- suportes demasiadamente lisos;
- ausência da camada de chapisco;
- substrato impregnado com substância hidrófuga;
- argamassas muito ricas;
- argamassa aplicada em camada muito espessa.
- interface com o substrato apresentando placas freqüentes de mica.

c) Descolamento com pulverulência

Detecção de camadas de tintas que se descolam arrastando consigo o reboco, desagregando-se com muita facilidade.

De acordo com Bauer (1994), as causas prováveis são:

- camadas de revestimento muito espessas;
- ausência de carbonatação da cal;
- traço excessivamente rico em cal;
- argamassas muito pobres;
- excesso de finos no agregado.

2.3.3 Degradação do aspecto

A degradação do aspecto dos revestimentos exteriores é devida aos efeitos do ambiente que envolvem as edificações. Dos fatores envolvidos, o fluxo das águas sobre as fachadas e a poluição atmosférica são os mais significativos. Muitos dos defeitos contribuem para a diminuição de qualidade do edifício, ou a uma parte do mesmo.

De acordo com a BS 5262 (BSI, 1976), a poluição atmosférica afeta o desempenho do revestimento em argamassa em dois aspectos:

- durabilidade: a ação de substâncias destrutivas como o óxido sulfuroso que reage com o cimento;
- aparência: causa a descoloração, que pode não ser prejudicial à durabilidade do revestimento, mas causar efeitos adversos à aparência, particularmente quando a descoloração é irregular.

Entre as anomalias encontram-se as eflorescências, a descoloração dos materiais ou de seus revestimentos, as manchas de sujeira e a formação de organismos tais como algas, líquens e musgos.

a) Eflorescências

Segundo Bauer (1994), as eflorescências são ocasionadas pela cristalização de sais solúveis à superfície dos paramentos, em geral sulfatos de sódio, potássio ou magnésio,

contidos nos materiais das paredes, na argamassa ou no terreno e transportados pela água até a superfície, onde precipitam.

Geralmente o maior problema causado é o mau aspecto, entretanto há circunstâncias em que as formações salinas podem levar ao descolamento dos revestimentos e desagregação das paredes.

A eflorescência é causada por 3 fatores de igual importância:

- teor de sais solúveis existentes nos materiais ou componentes;
- a presença de água: do solo, chuva, de construção, de infiltração, condensação, acidental;
- pressão hidrostática necessária para que a solução migre para a superfície.

As 3 condições devem existir concomitantemente, isto é, se uma das 3 for eliminada, não ocorrerá a eflorescência, de acordo com Bauer (1994).

Os tipos mais comuns de eflorescências, são:

- manchas brancas pulverulentas: são geralmente causadas por sulfatos contidos nos tijolos, blocos, cimento, cal, água de amassamento etc. Além do mau aspecto, podem causar, no máximo, o descolamento da pintura. Estas eflorescências são facilmente removidas com água.
- manchas de cor branca, escorrida: são manchas de carbonato de cálcio, formado pela reação do hidróxido de cálcio (nata de cal) com o CO₂ do ar. São muito aderentes e não são solúveis em água.

b) Manchas de sujeira e vegetação parasitária

As manchas de sujeira, que normalmente aparecem nos revestimentos exteriores, prejudicam esteticamente a construção, sendo consideradas um dos aspectos de degenerescência das edificações.

Surgem por ação de três agentes principais: poeira, chuva e vento.

De acordo com a Circular de Informação Técnica – LNEC (1954), a poeira, sob a ação do vento e de forças de adesão, deposita-se nas fachadas das edificações, provocando

manchas de um modo uniforme. Quando, posteriormente, é removida pelos agentes naturais de limpeza (chuva e vento), pode provocar desigualdades de coloração.

Os fatores que contribuem para a formação das manchas são, em ordem de importância, a exposição à sujeira, exposição à chuva, propriedades do material da superfície (tais como absorção, retenção de impurezas, textura, cor etc.), geometria da superfície e características arquitetônicas.

A presença de umidade aumenta significativamente a adesão da poeira atmosférica sobre os paramentos.

A criação de caminhos preferenciais para a água nas superfícies dos revestimentos exteriores pode provocar a perda de aderência e a erosão do material em deposição, quer seja por abrasão ou dissolução, originando as manchas localizadas, chamadas de bigodes.

As algas, os líquens e os fungos requerem, para o seu desenvolvimento, condições de umidade habitual e aporte de sais minerais, sendo estes últimos provenientes, geralmente, dos materiais de construção. A umidade que impregna as paredes (através de falhas, fissuras, ascensão capilar etc.) dissolve os sais solúveis e a matéria orgânica presentes nos materiais de construção e os transporta em solução até a superfície. Na superfície a umidade evapora-se total, ou parcialmente, dependendo das condições de exposição, depositando sob a forma de cristais, ou de manchas, os sais e a matéria orgânica transportada, formando-se uma base de cultura onde os organismos encontram condições propícias de proliferação.

Nas zonas mais expostas à chuva e ao vento estes depósitos são geralmente lavados e tendem a desaparecer. Nos locais protegidos, por acréscimo, a relativa umidade que se mantém ajuda a fixar as poeiras ambientes que aí depositam elementos nutrientes, minerais e orgânicos, favoráveis ao desenvolvimento das colônias daqueles organismos.

Para a prevenção do aparecimento das manchas devidas à sujeira ou vegetação parasitária nas superfícies dos revestimentos, são aconselháveis todas as medidas que impeçam a penetração da água para o interior das paredes, ou a sua permanência junto à superfície. Assim, pode-se recomendar:

- o uso de argamassas de pequena capacidade de retração e fissuração;
- execução dos revestimentos após a eliminação por secagem da maior parte da água de construção das paredes;

- a aplicação de pinturas exteriores com capacidade impermeabilizante como, por exemplo, as tintas à base de cimento;
- o capeamento das paredes, parapeitos e peitoris com materiais impermeáveis;
- a impermeabilização da base das paredes, para evitar o acesso capilar da umidade do terreno através das fundações;
- a utilização de lacrimais sob os bordos de todos os capeamentos salientes, bem como pingadeiras nos panos cegos, entre os pavimentos, de forma a afastar tanto quanto possível a água das superfícies adjacentes;
- a manutenção em perfeitas condições de todas as canalizações de água e esgoto, calhas e tubos de queda dos telhados.

2.4 MANUTENÇÃO E RECUPERAÇÃO

Os revestimentos executados com argamassas inorgânicas, desde que aplicados segundo as regras de qualidade e submetidos a utilização normal, não carecem de manutenção ou de reparação durante um longo período de tempo. Assim sendo, a necessidade de manutenção ou de recuperação apenas surgirá, em revestimentos antigos por alterações naturais ou em revestimentos mais recentes, como resultado da utilização de materiais impróprios ou de má qualidade, de deficiente execução (dosagens e aplicações) ou de danos acidentais que o revestimento tenha sofrido, ou ainda de má concepção dos edifícios.

Os problemas mais comuns, entre outros, são os decorrentes do inconveniente posicionamento no edifício de peças salientes que provoquem a criação de caminhos preferenciais para a água (com a inerente formação de manchas de sujeira), falta de cuidados de detalhamento e de execução dos revestimentos junto a zonas de vãos ou de juntas de dilatação e nos socos dos paramentos de paredes, em zonas de revestimento contínuo sobre materiais diferentes em zonas sujeitas a deformação excessivas do suporte.

Antes da reparação dos danos, é fundamental que sejam detectadas e eliminadas as respectivas causas.

A área do novo revestimento a efetuar ou da zona a melhorar, deve ser limitada convenientemente. Uma boa técnica é o alargamento da zona necessária até junto de elementos salientes da parede (em correspondência com pilares ou vigas, por exemplo) ou até juntas de dilatação da parede ou do próprio revestimento existente.

Devem ser tomadas precauções durante os trabalhos de manutenção, ou recuperação dos revestimentos, para que a operação não implique no comprometimento ou na deterioração de outros elementos ou componentes da obra. As interfaces e bordos de revestimentos de idades diferentes devem ter especial atenção e cuidados especiais.

2.4.1 Reparação de fissuras

Quanto à atividade, as fissuras podem ser ativas ou estabilizadas. Quanto à forma podem ser divididas em isoladas ou disseminadas.

Quanto ao método de correção, as fissuras são classificadas em:

- fissuras ativas: são as que apresentam variação de abertura durante um período de tempo (ex: gradientes térmicos);
- fissuras estabilizadas: não apresentam variações sensíveis ao longo do tempo (ex: sobrecargas, recalques estabilizados);
- fissuras isoladas: seguem uma determinada direção, acompanhando juntas de assentamento, ou partindo blocos ou tijolos (ex: ataque por sulfatos, esmagamento de tijolos);
- fissuras disseminadas: geralmente são superficiais, sem orientação preferencial, abrangendo todo o paramento (ex: retração por secagem de revestimentos).

Antes de escolher o método de correção da fissura, se faz necessário algum conhecimento prévio:

- A fissura é ativa ou estabilizada?
- Existe infiltração de umidade (observar manchas, ou mofo) através da fissura?
- As fissuras são isoladas ou disseminadas?
- As fissuras são superficiais ou abrangem o suporte?
- Há necessidade de reforços?

Podem ocorrer no revestimento fissuras muito superficiais e quase imperceptíveis, de cuja reparação poderá ser preferível abdicar, para evitar a ocorrência de manchas e diferenças do aspecto final resultante.

As fissuras que se formam apenas na camada de revestimento podem ou não ser acompanhadas de descolamento nas proximidades de seus bordos. A detecção da existência

da falta de aderência nessas zonas pode realizar-se de modo expedito, batendo com o cabo da colher de pedreiro sobre o paramento e verificando se soa, ou não, a oco.

Se o descolamento não for detectado, o revestimento se apresentar em boas condições e as fissuras forem finas, com largura inferior a 0,2 mm, o tratamento pode, em geral, reduzir-se à aplicação de um revestimento delgado de acabamento, com base mineral, por exemplo pintura com tinta de cimento, que apresente aptidão para preencher e disfarçar as pequenas fissuras (Veiga e Faria, 1990).

No entanto, as fissuras que colocam em risco a durabilidade e as funções do revestimento, quer se desenvolvam só no revestimento ou também tenham correspondência no suporte, deverão ter suas causas apuradas e corrigidas.

Conforme Veiga e Faria (1990), dentre os métodos de correção de fissuras que provêm ou afetam também o suporte, destacam-se a bandagem, a tela metálica e a selagem.

a) Bandagem

Reparação de trincas do revestimento que provêm ou afetam também o suporte.

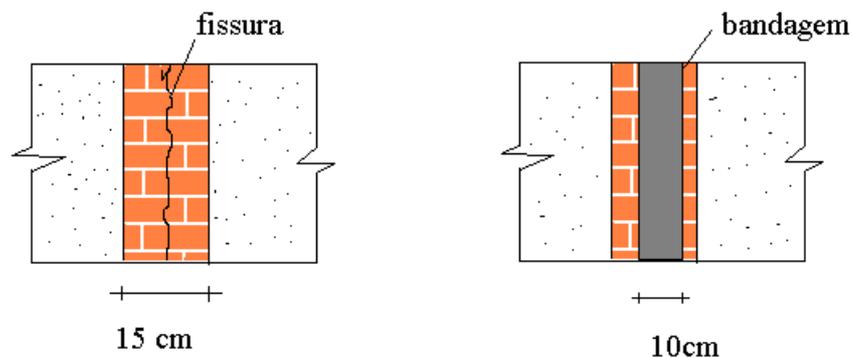


FIGURA 2.4 – Técnica da bandagem para correção das fissuras

ETAPAS :

- Corte e extração de uma faixa do revestimento com largura não inferior a 150 mm, ao longo da fenda e centrada relativamente a ela;

- Aplicação da bandagem (bandagem cirúrgica, gaze ou polietileno) centrada sobre a fenda e com largura de 100 mm;
- Recomposição do revestimento com chapisco, emboço e reboco(diminuindo o teor de cimento de dentro para fora).

b) Tela metálica

Aplicação em fissuras isoladas e pouco ativas. Técnica de execução semelhante à anterior, substituindo-se a bandagem por uma tela metálica fixada no suporte com grampos ou pregos.

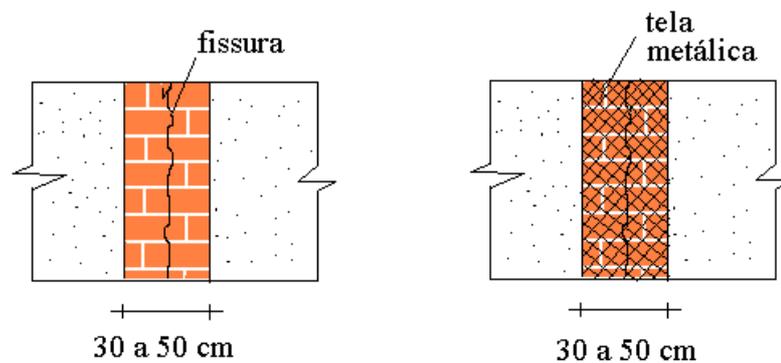


FIGURA 2.5 – Técnica da tela metálica para correção das fissuras

ETAPAS :

- Remoção do revestimento em uma faixa com largura entre 300 e 500 mm, centrada na fissura;
- Aplicação da tela metálica;
- Recomposição do revestimento.

c) Selagem

É muito empregada na correção das fissuras em estruturas de concreto, podendo, entretanto, ser empregada com bastante eficiência na correção de alvenarias.

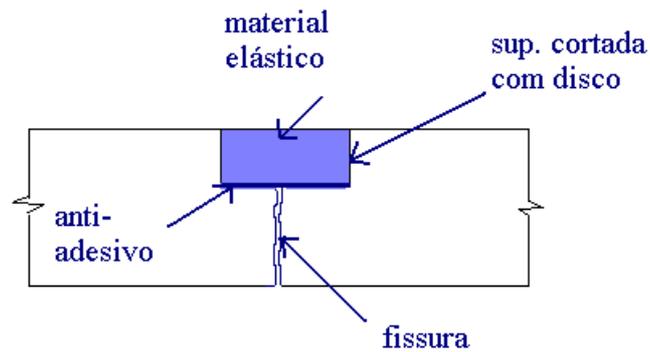


FIGURA 2.5 – Técnica da selagem para correção das fissuras

ETAPAS :

- Alargamento das fissuras para uma largura da ordem de 5 mm, sendo a superfície cortada com disco;
- Preenchimento das fissuras com masticado apropriado, após a limpeza da superfície e aplicação de um primer adequado ao masticado.

2.4.2 Reparação de descolamentos

De acordo com Veiga e Faria (1990), para a reparação de descolamentos que afetam os paramentos revestidos com argamassas inorgânicas, deve-se efetuar a seguinte seqüência de operações:

- detecção e eliminação das causas do descolamento;
- corte e extração do revestimento descolado, preferencialmente com o uso de discos de corte apropriados, delimitando, se possível, áreas retangulares, com os bordos em esquadria;
- tratamento da superfície exposta do suporte, removendo todo o material que perca a aderência com a operação e, se necessário, aplicar chapisco;
- aplicação de revestimento tão semelhante quanto possível ao anterior, nas zonas expostas. Para melhorar a aderência do novo revestimento, pode-se pincelar os

bordos do revestimento antigo com um produto que favoreça a aderência nessas zonas.

2.4.3 Reparação de revestimentos que apresentam degradação do aspecto

O tratamento das paredes manchadas deve ser precedido dos trabalhos de reparações necessárias à completa eliminação da umidade das paredes. Só depois de concluídas com êxito todas as reparações reconhecidamente necessárias para manter secas as paredes, será útil limpar as manchas dos paramentos afetados.

Quando as manchas existentes são recentes, de pequenas dimensões, a lavagem local com água e o auxílio de uma escova, poderá ser suficiente para as eliminar. Em geral esta mesma lavagem servirá para dissolver e eliminar os sais eflorescentes que por ventura existam na base das manchas (Veiga e Faria, 1990).

Conforme a Circular de Informação Técnica – LNEC (1954), quando se tratar de manchas antigas e intensas, em geral impregnando o revestimento, a simples lavagem e escovagem não resolverá. Neste caso existe a necessidade da retirada do revestimento numa área que exceda a zona manchada. O paramento descoberto deve ser lavado e, se necessário, convém fazer uma aplicação de produtos tóxicos adequados na parede.

Estas lavagens devem ser feitas com o paramento perfeitamente seco para que o tóxico penetre profundamente a parede. Depois do paramento seco, caso as manchas não tenham retornado, pode-se refazer o reboco. É recomendável impregnar o reboco, depois de seco, com os mesmos produtos tóxicos infertilizantes.

A NBR 7200 (ABNT, 1982) recomenda que a limpeza das manchas pode ser executada com os seguintes procedimentos:

- para remover eflorescências, escovar a superfície com escova de cerdas de aço e proceder a limpeza com solução de ácido muriático (5 % a 10% de concentração);
- para remover bolor e fungos, pode-se escovar a superfície com escova de cerdas duras com solução de fosfato trissódico (30g de Na_3PO_4 em 1 litro de água) ou com solução de hipoclorito de sódio (4% a 6% de cloro ativo) e enxaguar com água limpa em abundância.

As manchas de carbonato de cálcio que se formam na superfície dos revestimentos são muito aderentes e não são eliminadas com água. A eliminação é feita com escova de aço e ácido muriático na concentração de 1:10 em água.

Os principais métodos de limpeza de fachadas de argamassa são, segundo Bolorino, Cincotto e Ritti (1995), escovação, lavagem com água (a baixa ou alta pressão), soluções de compostos químicos (ácidas ou alcalinas), jato de areia, abrasivos ou detergentes. Os autores apresentam algumas observações comparativas entre os métodos, indicadas no Quadro 2.5.

QUADRO 2.5 – Comparação entre os métodos de limpeza

Processo	Vantagens	Desvantagens
Escovação	barato e rápido	poeira no processo seco
Limpeza química	barato e rápido	ataque de áreas adjacentes, reações entre produtos de limpeza/substrato
Água sob pressão	bom para depósitos de difícil remoção	molhagem das áreas adjacentes
Compressas detergentes	bom para pequenas áreas	lento e trabalhoso
Limpeza mecânica	rápida e eficaz	poeira, quebra de agregados superficiais

Fonte: Bolorino et al, (1995)

3 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA UTILIZADA

3.1 ESTUDO PILOTO

No transcorrer do ano letivo de 1998, foi realizado um estudo preliminar com objetivo de identificar as principais lesões que ocorrem nos revestimentos das fachadas dos prédios da cidade de Pelotas, RS.

A população alvo deste estudo foi formada por todas as fachadas das edificações localizadas na cidade de Pelotas. Foram considerados inicialmente, como população amostrada, 145 quarteirões situados na região central, limitado pelas ruas: Tamandaré, Bento Gonçalves, Barão de Santa Tecla e Almirante Barroso, sendo selecionados, aleatoriamente, nove quarteirões que possuíam 153 edificações, conforme Anexo C.

Para o levantamento de dados, foi constituída uma equipe de pesquisa formada por 2 engenheiros civis e 2 auxiliares. Os auxiliares foram escolhidos entre os alunos do Curso de Engenharia Civil da Universidade Católica de Pelotas (UCPel) e, para assegurar a confiabilidade dos dados coletados, foram devidamente preparados recebendo aulas teóricas e práticas de Patologia das Construções, mais especificamente sobre lesões que ocorrem em revestimentos. O treinamento também incluiu algumas visitas de observação.

A coleta de dados foi realizada por uma equipe de, pelo menos 2 pessoas, que visitaram os locais preenchendo uma ficha de avaliação (instrumento provisório) para cada quarteirão. Nesta ficha, além da identificação do quarteirão e da edificação, foram registradas informações sobre o tipo de manifestação patológica e suas possíveis causas (Anexo A). Paralelamente, também foram registradas em fotografias, algumas das manifestações patológicas encontradas.

Os resultados encontrados são apresentados na Tabela 3.1 que segue:

TABELA 3.1 – Incidência de 274 manifestações patológicas em 153 fachadas de edificações da cidade de Pelotas.

Tipo de manifestação patológica	Frequência	%
Fissuras	67	24,46
Mofa	49	17,88
Trincas	42	15,33
Pintura (envelhecimento, descolamento ou descoloramento)	34	12,41
Desagregação/ descolamento do reboco	24	8,76
Descolamento de revest. cerâmico (pastilha, plaqueta e azulejo)	9	3,28

Manchas	8	2,92
Eflorescências	7	2,55
Desagregação de tijolo aparente	4	1,46
Outros	30	10,95
Total	274	100,00

O estudo preliminar serviu de base para a definição da amostra e técnica de amostragem, testagem do instrumento e definição de procedimentos para a coleta de dados desta dissertação, cuja metodologia, apresentase a seguir.

3.2 POPULAÇÃO ALVO

A população alvo do presente trabalho são as fachadas das edificações da cidade de Pelotas.

Para a extração da amostra foi feita uma restrição na população alvo, sendo considerado apenas o perímetro central, delimitado pelas ruas Almirante Tamandaré, Avenida Dom Joaquim, Avenida Juscelino K. de Oliveira, Professor Araújo e Avenida Fernando Osório, conforme Anexo C. Esta delimitação foi feita em função de que, nesta área, existe maior volume de tráfego levando a uma maior trepidação, além de maior poluição do ambiente, o que, teoricamente, levaria a uma maior incidência de lesões. Também foi considerado que, no perímetro central, existe maior densidade de edificações e diversificação de revestimentos. Finalmente foi considerado que, na área delimitada, existe maior fiscalização por parte da prefeitura e do CREA, o que implica na execução da obra de acordo com as boas técnicas, com a assistência de um responsável técnico.

3.3 AMOSTRAGEM

A técnica de amostragem empregada foi a amostragem probabilística por conglomerados, sendo utilizado o quarteirão como unidade de amostragem. A população amostrada foi composta por 402 quarteirões.

3.4 AMOSTRA

Com o auxílio do programa Microsoft Excel (geração de números aleatórios), foram sorteados 12 quarteirões que apresentaram 424 fachadas de edificações, o que permite fazer inferências relativas às proporções com um erro máximo de 0,048 com 95% de confiança. Para as variáveis quantitativas será feita uma avaliação do erro máximo com esta mesma confiabilidade. Na amostra investigada, o número de edificações por quarteirão variou de 21 a 55, concentrando-se em torno da média de 35,33 edificações com desvio-padrão de 10,19 edificações, o que possibilitou estimar, com 95% de confiança, que o número total de edificações na zona delimitada para extração da amostra está entre 11602 e 16808 edificações.

3.5 INSTRUMENTO

Inicialmente foi construído um instrumento para a coleta de dados do estudo piloto, sob a forma de planilha (Anexo A), onde eram registrados o quarteirão, a edificação, tipo de manifestação patológica e suas possíveis causas.

A organização dos resultados mostrou algumas falhas no instrumento, evidenciando a necessidade de maiores informações não só sobre a edificação, como também sobre a lesão, sendo o instrumento quase que totalmente reformulado. Mesmo assim, antes de iniciar a coleta de dados, foram feitos alguns testes no instrumento sendo verificada a necessidade de algumas aferições.

O instrumento utilizado foi composto, então, por duas fichas (Anexo A): a primeira, dividida em duas partes, serviu para registrar informações para identificar o responsável pelo seu preenchimento e a edificação, bem como para caracterizá-la, enquanto que a segunda ficha, serviu para caracterizar as lesões encontradas.

No primeiro quadro foram registrados o nome do pesquisador que realizou a coleta de dados e a data de sua realização, a codificação da ficha, do quarteirão e da edificação, além do endereço.

No segundo quadro foram registradas informações a respeito da edificação:

pergunta 1 – número de pavimentos. No caso de existirem diferentes quantidades de pavimentos, foi informada a quantidade relativa à fachada;

pergunta 2 - número de lesões. Esta informação foi dada após o preenchimento da ficha complementar;

pergunta 3 - idade aproximada da edificação. Esta informação foi obtida na prefeitura ou por consulta ao usuário;

pergunta 4 - objetivo de utilização da edificação. No caso de existir mais de um tipo de utilização, foi registrado como misto;

pergunta 5 - orientação solar da fachada da edificação. No caso de esquina, foram preenchidas duas fichas, uma para cada lado da fachada;

pergunta 6 - estado de conservação da fachada da edificação, não se referindo ao prédio em geral.

Considerou-se lesão grave o defeito que impede a utilização do produto para o fim a que se destina, ou diminui sua vida útil afetando sua eficiência. Por lesão superficial, considerou-se os defeitos menores que não atingem o desempenho do produto na sua função essencial (Paladini, 1995).

Foi utilizada a categorização:

- muito bom, para edificações recém construídas ou restauradas, sem lesões graves, e apresentando no máximo, 2 lesões superficiais;
- bom, para prédios sem lesões graves, apresentando mais do que duas lesões superficiais;
- regular, para prédios com alguma lesão grave e sem conservação;
- ruim, para prédios em péssimo estado de conservação.

pergunta 7 - material com que foi feita a parede;

pergunta 8 - tipos de revestimento visível das fachadas. Quando existia mais de um tipo, foram informados todos, desde que não estivessem superpostos;

pergunta 9 - tipo de cobertura;

pergunta 10 - tipo de material de que são feitas as esquadrias. A opção composta serviu para esquadrias feitas com mais de um tipo de material, madeira e PVC, na maioria dos casos.

Quando foi constatada a existência de pelo menos uma lesão, foi preenchida a segunda ficha.

pergunta 1 - tipo de lesão;

pergunta 2 – elemento construtivo onde a lesão apareceu;

pergunta 3 - tipo de material utilizado no revestimento do elemento construtivo onde a lesão apareceu;

pergunta 4 – nível de exposição do local onde apareceu a lesão. Para definir o nível de exposição das fachadas da edificação ao vento e à chuva, foram utilizadas as categorias sugeridas pelo Centre Scientifique et Technique du Bâtiment – CSTB, apresentadas por Polisseni (1986);

pergunta 5 – incidência da lesão no que se refere à intensidade. Foi utilizada a categorização localizada, quando apareceu concentrada em uma parte do elemento construtivo e generalizada, quando apareceu espalhada por todo o elemento construtivo.

pergunta 6 – localização vertical.

3.6 COLETA DE DADOS

As informações para o preenchimento do instrumento foram obtidas pela observação *in loco* da fachada da edificação, não sendo realizada em dias muito úmidos ou chuvosos. A idade das edificações foi determinada pela investigação no fichário da Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SMUMA), na prefeitura, ou rápida entrevista com moradores. Também recebeu tratamento diferenciado, a informação referente à orientação solar, sendo determinada por meio de uma análise do mapa da cidade.

Os dados coletados foram analisados por meio do software Statistical Package for Social Science (SPSS). A organização das informações começou com a criação de dois bancos de dados, um para registro das informações referentes à edificação e outro, para registro das informações referentes às lesões. As perguntas de escolha simples foram tratadas como uma única variável, enquanto que as de múltipla escolha, como várias variáveis, isto é, cada possibilidade de resposta representou uma variável.

A análise estatística referente às informações das edificações foi realizada a partir do primeiro banco de dados, enquanto que, a referente às informações das lesões, a partir do segundo banco. Para avaliar a correlação entre as diversas variáveis foram agrupados os dois bancos de dados, gerando desta forma, um terceiro com todas as informações necessárias.

Para algumas análises, a partir de dados já tabulados, foram utilizados o software estatístico EPISTAT e a planilha eletrônica EXCEL.

4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Uma vez terminada a coleta de dados de identificação das edificações e das manifestações patológicas encontradas nas fachadas analisadas e, concluída a organização destes com o auxílio do software estatístico SPSS, iniciou-se a análise dos resultados.

Com os dados estatísticos do banco de dados, foi feita, inicialmente, uma análise global das fachadas pesquisadas, obtendo conclusões sobre suas características gerais, bem como sobre sua situação patológica geral.

A seguir, como amostra das possibilidades que o banco de dados oferece, foram analisadas, em particular, as 7 lesões mais frequentes e os 5 elementos construtivos que apresentaram maior quantidade de lesões.

Finalmente, em função de ser o revestimento mais empregado, foram analisadas, em particular, as fachadas que utilizaram o revestimento reboco com argamassas inorgânicas.

As variáveis pesquisadas, mensuradas em escala nominal ou ordinal, foram, inicialmente, organizadas em tabelas e gráficos, com frequências absolutas e percentuais. Já as variáveis quantitativas foram também representadas por medidas descritivas. No desenvolvimento desta análise de dados foram utilizados testes de hipóteses para avaliar a significância dos resultados, assim como também para comparar resultados médios de diferentes grupos. Para tal foram empregados os testes Qui-quadrado, Student e *One way* ANOVA, sendo, em alguns casos, construídos gráficos para facilitar o entendimento dos resultados.

Para os testes de hipóteses, a diferença foi considerada significativa quando a igualdade dos valores comparados apresentasse probabilidade de ocorrência inferior a 0,05.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

Os dados de identificação das edificações nos permitem conhecer a tipologia das edificações pertencentes à população amostrada. Para isto, dividiu-se a apresentação dos resultados em dados gerais, dados de materiais e dados de conservação das fachadas das edificações.

4.1.1 Dados gerais

Aqui são apresentados os dados referentes à localização, número de pavimentos, ano de construção, tipo de utilização e orientação das edificações.

A Tabela 4.1 e a Figura 4.1 referem-se à localização da edificação em relação ao quarteirão, mostrando que, entre as 424 fachadas analisadas, 95 (22,4%) eram de esquina e 329 (77,6%), não, totalizando 377 edificações, já que as edificações localizadas em esquinas possuem duas fachadas. A quantidade ímpar de fachadas de esquina se justifica em função de um prédio apresentar três fachadas por ocupar meio quarteirão.

TABELA 4.1 - Distribuição das fachadas, por localização da edificação no quarteirão.

Esquina	Fachadas	%
Sim	095	22,40
Não	329	77,60
Total	424	100,00

Obs: 1) $\chi^2 = 129,14$; gl = 1 e $p < 0,00000001$ *
 2) * indica valor significativo
 3) χ^2 é a estatística da distribuição de probabilidade de Qui-quadrado, gl, o número de graus de liberdade e p, a probabilidade de ocorrência.

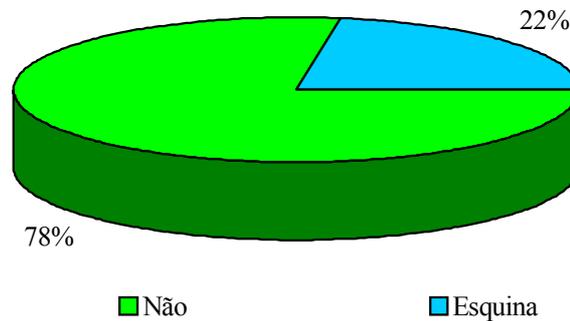


FIGURA 4.1 – Distribuição das fachadas por localização da edificação no quarteirão.

A Tabela 4.2 e a Figura 4.2 apresentam a distribuição do número de pavimentos das edificações cujas fachadas foram analisadas. Observa-se uma distribuição de resultados totalmente assimétrica, com predominância de valores mais baixos, sendo 93,9% das edificações com, no máximo 2 pavimentos, embora tenham sido analisados prédios de até 6 pavimentos. Estes resultados sugerem que a cidade analisada apresenta densidade demográfica, provavelmente, bastante baixa. Se por um lado isto é satisfatório, porque diminui a concentração de movimento de veículos, melhora a circulação de ar, diminuindo a poluição, por outro lado, aumenta o custo da infra-estrutura, no que diz respeito à instalação de rede de água, esgoto, energia elétrica, iluminação pública, TV a cabo etc.

TABELA 4.2 - Distribuição das fachadas, por número de pavimentos.

Número de pavimentos	Fachadas	%
1	302	71,20
2	096	22,60
3	006	01,40
4	016	03,80

5	002	00,50
6	002	00,50
Total	424	100,00

Obs: 1) $\chi^2 = 1.001,28$; gl = 5 e $p < 0,00000001$ *

2) * indica valor significativo

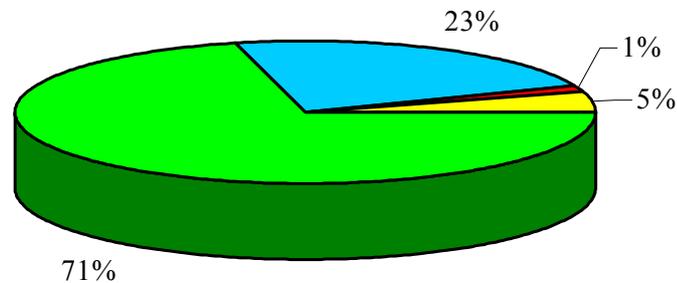


FIGURA 4.2 – Distribuição das fachadas, por número de pavimentos

A Tabela 4.3 e a Figura 4.3 referem-se à idade das edificações cujas fachadas foram analisadas e mostra que esta informação não foi obtida em 110 dos casos. Nas 314 restantes, foi constatada a predominância de edificações executadas antes de 1970 (49,1%). A obtenção desta informação foi a que apresentou maior grau de dificuldade pois, conforme o planejado, seria obtida junto ao cadastro da prefeitura que apresentou-se extremamente incompleto. Em várias edificações, durante a coleta de dados, esta informação foi obtida junto aos usuários, quando se encontravam em casa.

TABELA 4.3 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com ano de construção.

Ano	Fachadas	%
Anterior a 1970	208	49,10
De 1970 á 1974	012	02,80
De 1975 á 1979	034	08,00
De 1980 à 1984	025	05,90
De 1985 á 1989	019	04,50
De 1990 à 1994	011	02,60
De 1995 á 1999	005	01,20
Não informado	110	25,90
Total	424	100,00

Obs: 1) $\chi^2 = 702,46$; gl = 6 e $p < 0,00000001$ *

2) * indica valor significativo

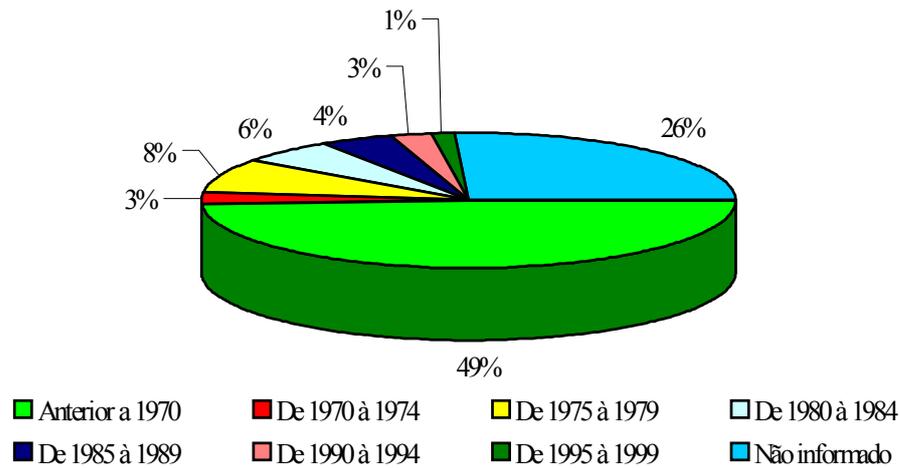


FIGURA 4.3 – Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o ano de construção.

A Tabela 4.4 e a Figura 4.4 referem-se ao tipo de utilização da edificação, onde predominaram as edificações para uso residencial (68,9 %). Embora a amostra tenha sido extraída do perímetro central da cidade, a zona delimitada está bastante além da zona de comércio central.

TABELA 4.4 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o tipo de utilização do prédio.

Utilização	Fachadas	%
Residencial	292	68,90
Comercial	099	23,30
Misto	013	03,10
Escolar	011	02,60
Entidade pública	003	00,70
Outros	006	01,40
Total	424	100,00

Obs: 1) $\chi^2 = 921,00$; gl = 5 e p < 0,00000001*

2) * indica valor significativo

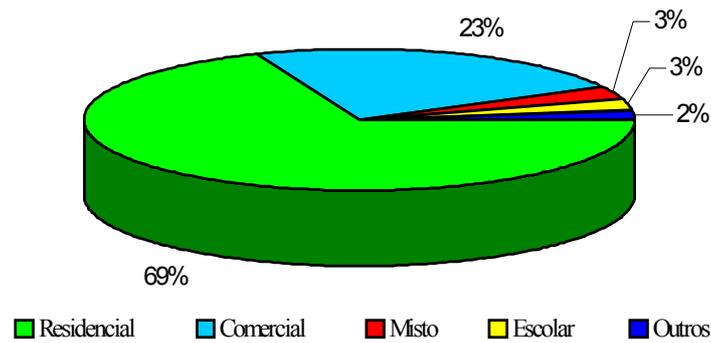


FIGURA 4.4 – Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o tipo de utilização do prédio.

A Tabela 4.5 e a Figura 4.5 referem-se à orientação solar da fachada da edificação e mostra que os casos analisados distribuem-se de forma homogênea entre as 4 orientações: norte, sul, leste e oeste. Este resultado já era esperado em função de que, para a extração da amostra, foram sorteados quarteirões pertencentes ao centro da cidade, possuindo, todos, a mesma orientação. As ruas da zona central, em função das características da urbanização da cidade, são paralelas ou perpendiculares entre si.

TABELA 4.5 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com a orientação solar de sua fachada.

Orientação	Fachadas	%
Leste	124	29,20
Norte	107	25,20
Oeste	100	23,60
Sul	093	21,90
Total	424	100,00

Obs: $\chi^2 = 5,00$; gl = 3 e p = 0,172

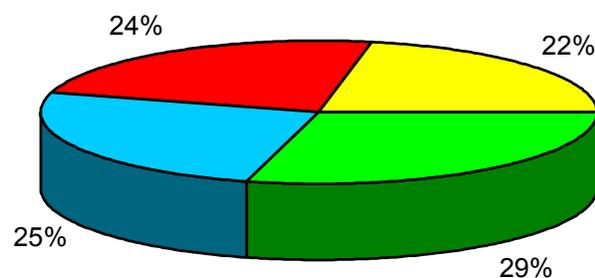


FIGURA 4.5 – Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com a orientação solar de sua fachada.

4.1.2 Dados de materiais

Aqui são apresentados os dados referentes aos materiais empregados nas paredes, na cobertura e nas esquadrias das edificações. Também são apresentados os dados referentes aos materiais de revestimento e o número de diferentes materiais de revestimento empregados nas fachadas analisadas.

Os materiais utilizados nas paredes, cobertura e esquadrias são mostrados nas Tabelas 4.6, 4.7 e 4.8 e nas Figuras 4.6, 4.7 e 4.8, respectivamente. Nas paredes predominou a utilização de tijolos cerâmicos, que ocorreu em 98,6% das edificações. Já na cobertura, predominou a utilização de telha capa-canal (46,9%), enquanto que a matéria-prima predominante na fabricação das esquadrias foi a madeira, sendo utilizada como único material em 57,3% dos casos e combinada com outros materiais, em 29,6% dos casos.

TABELA 4.6 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o material predominante utilizado na construção de suas paredes.

Material	Fachadas	%
Tijolo cerâmico	418	98,60
Madeira	006	01,40
Total	424	100,00

Obs: 1) $\chi^2 = 1.617,08$; gl = 1 e $p < 0,00000001$ *

2) * indica valor significativo

-

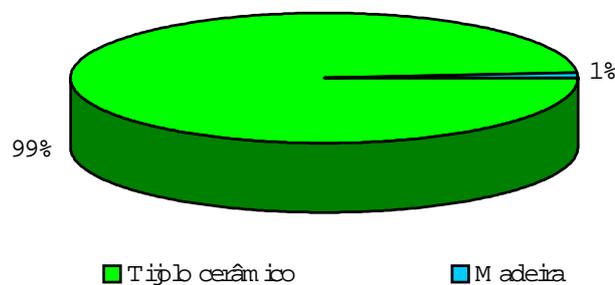


FIGURA 4.6 – Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o material predominante utilizado na construção de suas paredes.

TABELA 4.7 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o tipo de material utilizado em sua cobertura.

Material	Fachadas	%
Telha capa-canal	199	46,90
Telha fibrocimento	108	25,50
Telha francesa	76	17,90
Telha romana	25	05,90
Telha metálica	02	00,50
Laje de concreto	07	01,70
Não informado	07	01,70
Total	424	100,00

Obs: 1) $\chi^2 = 410,55$; gl = 5 e $p < 0,00000001$ *

2) * indica valor significativo

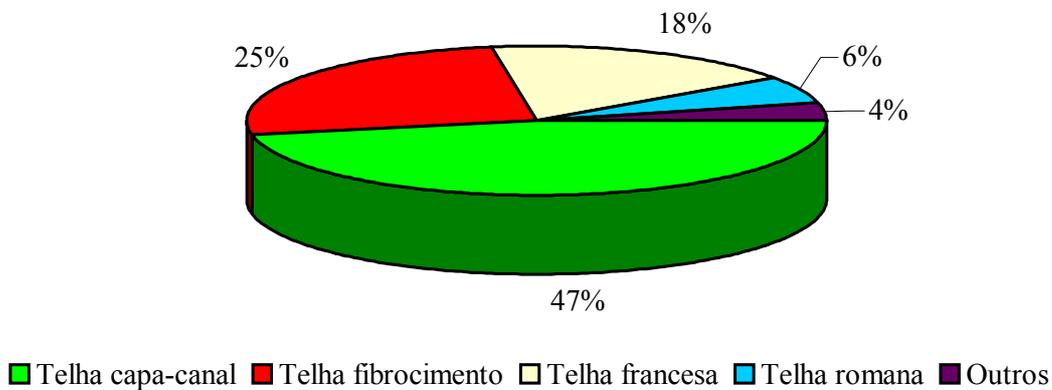


FIGURA 4.7 – Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o tipo de material utilizado em sua cobertura

TABELA 4.8 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o tipo de material utilizado nas esquadrias.

Material	Fachadas	%
Madeira	243	57,30
Metal	47	11,10
Madeira e metal	67	15,80
Madeira e composta	50	11,80
Metal e composta	15	03,50
Metal, madeira e composta	02	00,50
Total	424	100,00

Obs: 1) $\chi^2 = 542,45$; gl = 5 e $p < 0,00000001$ *

2) * indica valor significativo

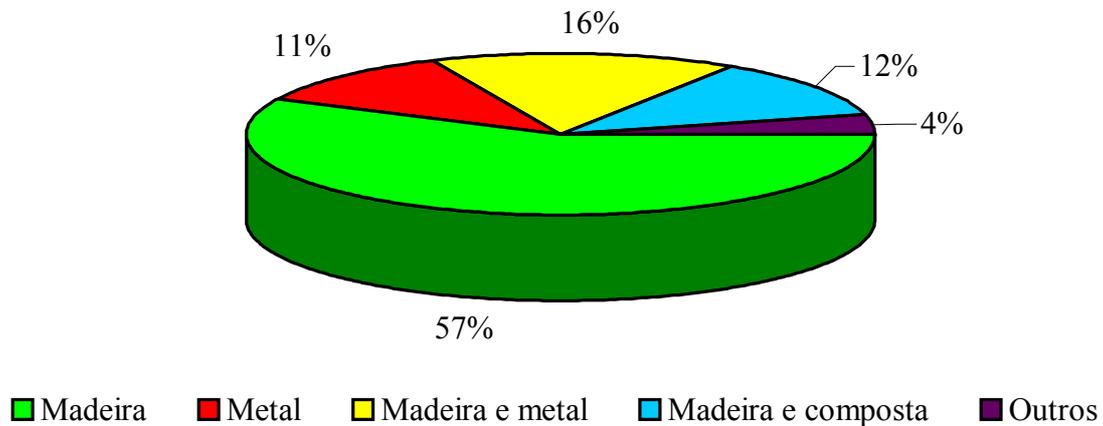


FIGURA 4.8 – Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o tipo de material utilizado nas esquadrias.

A grande predominância de produtos cerâmicos nas paredes das edificações talvez seja uma decorrência das características do setor industrial da região, que possui uma grande quantidade de olarias que produzem principalmente blocos cerâmicos, talvez em função dos recursos naturais disponíveis. Segundo Massaú (1992) a zona sul do estado possui 244 olarias registradas, sendo estimado em 100 o número de olarias clandestinas. Além disso, soma-se o fato de que o preço final destes produtos cerâmicos são muito influenciados pelo custo do transporte em função do baixo valor unitário. Como nesta zona várias olarias estão situadas nas proximidades da zona urbana, os blocos cerâmicos ficam praticamente sem concorrentes no que se refere a preço. Observa-se que a utilização da telha cerâmica (70,7 %) já não é tão predominante quanto o bloco cerâmico (98,8 %), apresentando uma grande concorrente que foi a telha de fibrocimento.

Com relação à utilização da madeira para as esquadrias, pode-se levar em consideração apenas as características do setor industrial que possui uma grande quantidade de madeireiras que trabalham, entretanto, com matéria-prima vinda de outras regiões.

Há que considerar ainda, o fator cultural, a influência da colonização portuguesa, que tem na cerâmica e na madeira os principais materiais de um estilo, caracterizado por grande simplicidade.

A Tabela 4.9 e a Figura 4.9 apresentam a quantidade de diferentes materiais utilizados nas fachadas. Constata-se que, embora variem de 1 a 4, com pouca frequência excedem a 2

(4,5%), sendo o mais comum a utilização de apenas um tipo de material em toda a fachada (68,6 %).

TABELA 4.9 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com a quantidade de diferentes materiais utilizados em seu revestimento.

Quantidade	Fachadas	%
1	291	68,6
2	114	26,9
3	14	3,3
4	5	1,2
Total	424	100,00

Obs: 1) $\chi^2 = 499,56$; gl = 3 e $p < 0,00000001$ *
 2) * indica valor significativo

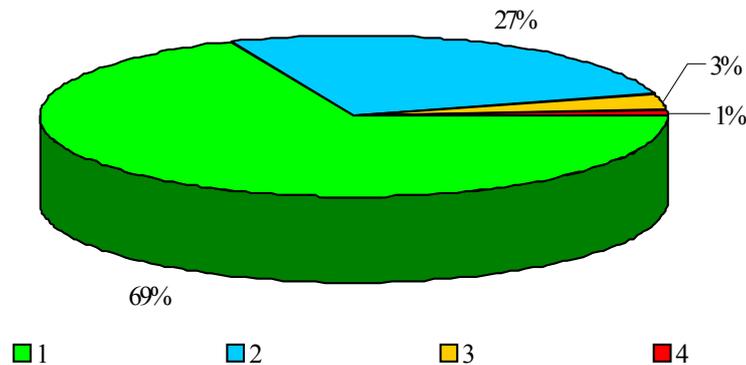


FIGURA 4.9 – Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com a quantidade de diferentes materiais utilizados em seu revestimento.

A identificação dos materiais utilizados, apresentada na Tabela 4.10 e na Figura 4.10, evidencia a predominância do revestimento reboco com pintura, que foi empregado em 87% das fachadas analisadas. A plaqueta cerâmica e o revestimento de pedra apareceram de forma expressiva, em 9,7% das edificações, além dos tijolos aparentes, em 7,8% das edificações.

TABELA 4.10 - Distribuição das fachadas edificações, de acordo com o tipo material utilizado em seu revestimento.

Tipo	Fachadas	%
Reboco com pintura	369	87,0
Plaqueta cerâmica	41	9,7
Revestimento de pedra	41	9,7
Tijolos aparentes	33	7,8
Pastilhas	23	5,4
Reboco aparente	13	3,1
Cerâmica vitrificada	11	2,6
Plástico	8	1,9
Madeira	8	1,9
Chapisco	4	0,9
Minerplast ¹	4	0,9
Fulget	1	0,2
Outros	17	6,4

Obs: 1) $\chi^2 = 3.587,27$; gl = 12 e $p < 0,00000001$ *

2) * indica valor significativo

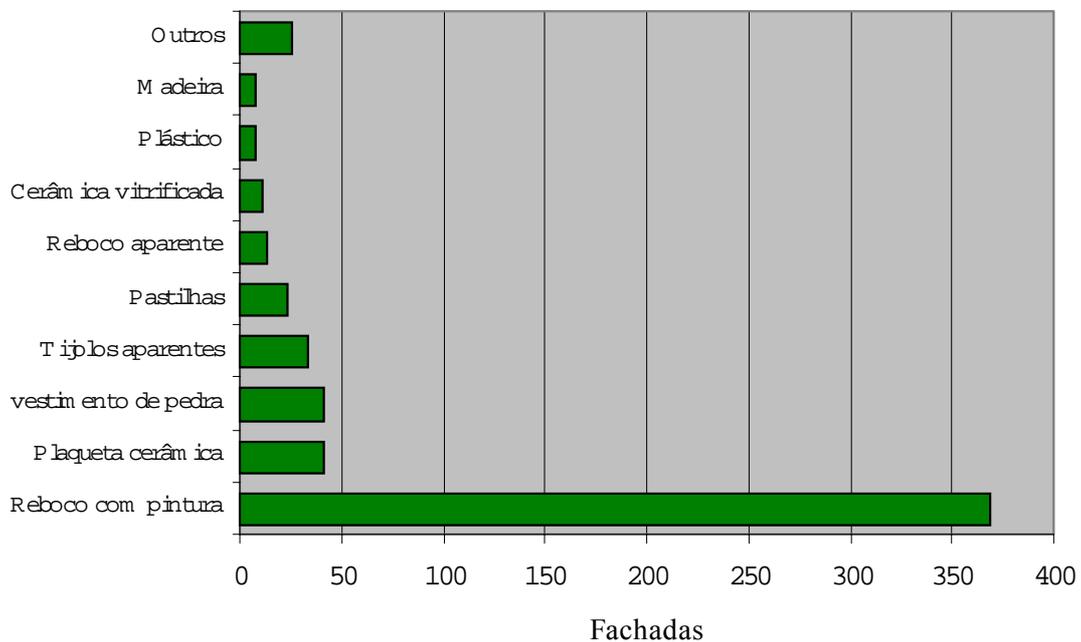


FIGURA 4.10 – Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o tipo de material utilizado em seu revestimento.

4.1.3 Dados de conservação

São expostos os dados referentes à conservação das fachadas observadas, apresentando a distribuição das fachadas das edificações de acordo com o estado geral de conservação e com a quantidade de lesões encontradas. Convém salientar que os dados de conservação referem-se somente a fachada, não fazendo referência ao estado global da edificação.

Os resultados relativos ao estado de conservação, apresentados na Tabela 4.11 e na Figura 4.11, segundo os critérios de Paladini apresentados no item 3.5, mostram que quase não apareceram edificações enquadradas na categoria ruim, ou seja, em péssimo estado de conservação, e ainda que, o maior percentual ocorreu na categoria bom (44,6%). Os dados mostram que as edificações, de maneira geral, são bem conservadas pois 60,2% delas foram enquadradas nas categorias muito bom, ou bom.

TABELA 4.11 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o estado de conservação.

Estado	Fachadas	%
Muito bom	66	15,6
Bom	189	44,6
Regular	156	36,8
Ruim	13	3,1
Total	424	100,00

Obs: 1) $\chi^2 = 185,26$; gl = 3 e $p < 0,00000001$ *
 2) * indica valor significativo

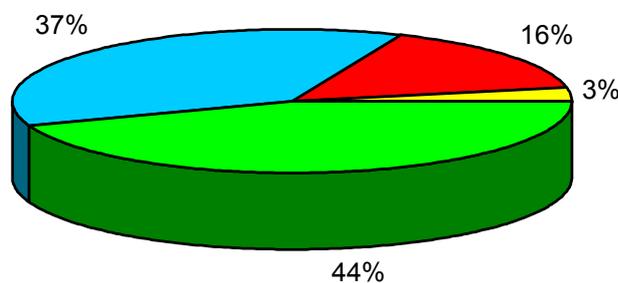


FIGURA 4.11 – Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com o estado de conservação.

Nas fachadas destas edificações foram encontradas de 0 a 11 lesões. Os resultados apresentados na Tabela 4.12 e na Figura 4.12, mostram uma distribuição assimétrica, com concentração de valores mais baixos. Cinquenta por cento (50,0 %) das fachadas analisadas apresentaram 3 ou menos lesões, embora o mais freqüente sejam fachadas com 3 lesões (18,8 %).

TABELA 4.12 - Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com a quantidade de lesões.

Quantidade	Fachadas	%
0	27	6,4
1	35	8,2
2	70	16,6
3	80	18,8
4	77	18,2
5	51	12,0
6	39	9,2
7	19	4,4
8	14	3,4
9	5	1,2
10	4	1,0
11	3	0,8
Total	424	100,00

Obs: 1) $\chi^2 = 252,75$; gl = 11 e $p < 0,00000001$ *

2) * indica valor significativo

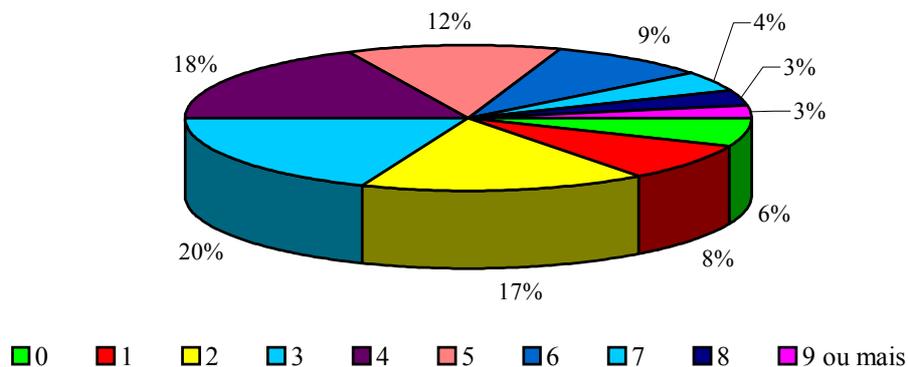


FIGURA 4.12 – Distribuição das fachadas das edificações, de acordo com a quantidade de lesões.

4.1.4 Conclusões da caracterização das edificações

A partir destes resultados pode-se concluir que as edificações da zona urbana central de Pelotas, RS, apresentam o seguinte perfil:

- foram construídas antes de 1970, com paredes de blocos cerâmicos, cobertura de telhas cerâmicas e esquadrias de madeira, em apenas 1 pavimento e para uso residencial;
- para o revestimento das fachadas não é usual empregar mais de um tipo de material, sendo o mais utilizado, reboco com pintura;
- o estado de conservação é bom, apresentando, com maior frequência, 3 lesões por fachada, estando esta quantidade relacionada com a idade e a localização da edificação no quarteirão.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS LESÕES

Os dados apresentados a seguir, possibilitam conhecer, para cada uma das lesões observadas, as características construtivas que podem ter tido alguma incidência no processo patológico, analisando dados relativos sobre, por exemplo, material afetado pela lesão, elemento construtivo, localização geométrica, nível de exposição etc.

4.2.1 Distribuição das lesões

A Tabela 4.13 e a Figura 4.13 mostram a incidência dos diferentes tipos de lesões que totalizaram 1575.

Os resultados evidenciam que o tipo de lesão mais frequente é a ocorrência de manchas de sujeira ou vegetação parasitária (19,3 % das lesões encontradas), seguida de umidade ascensional (17,2 % das lesões encontradas), descolamento em placas (10,7 % das lesões encontradas) e descoloração (9,1 % das lesões encontradas). Também apresentaram significativa incidência: fissuras tipo mapeamento (6,5 % das lesões encontradas), horizontais (5,4 % das lesões encontradas) e verticais (5,3 % das lesões encontradas).

TABELA 4.13 – Incidência de lesões nas fachadas analisadas.

Tipo de lesão	Fachadas	% sobre o total de lesões
Manchas	304	19,3
Umidade ascensional	271	17,2
Descolamento em placas	168	10,7
Descoloração	144	9,1
Fissuras tipo mapeamento	102	6,5
Fissuras horizontais	85	5,4
Fissuras verticais	84	5,3
Eflorescência	68	4,3
Fissuras inclinadas	65	4,1
Descolamento com esfarelamento	55	3,5
Elementos quebrados	45	2,9
Corrosão	43	2,7
Apodrecimento	44	2,8
Erosão	30	1,9
Umidade acidental	20	1,3
Rachadura	19	1,2
Umidade por infiltração	18	1,1
Descolamento com empolamento	6	0,4
Vesícula	4	0,3
Total	1575	100,0

Obs: 1) $\chi^2 = 1.552,04$; gl = 18 e $p < 0,00000001$ *

2) * indica valor significativo

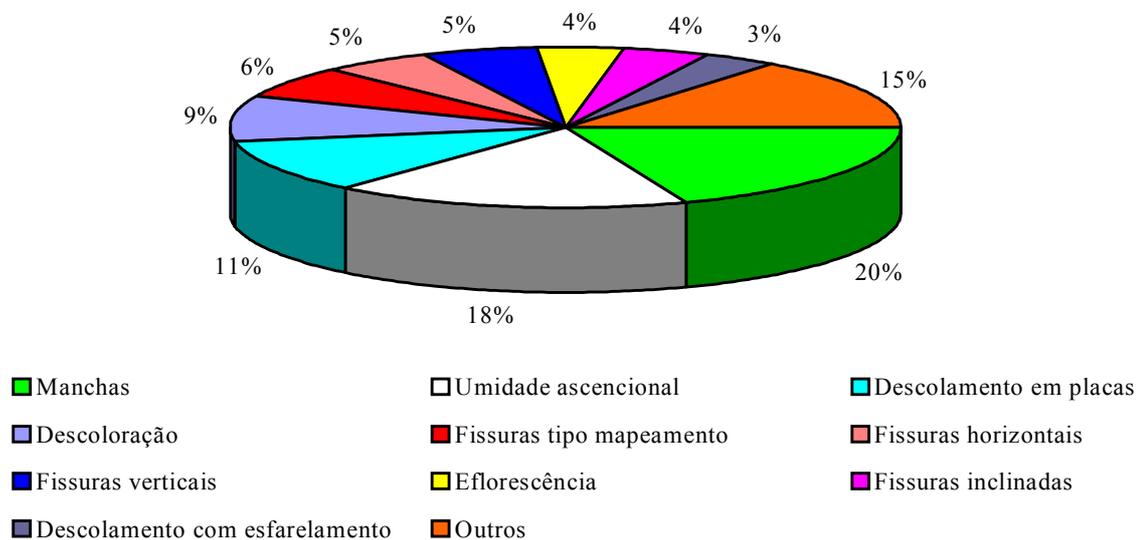


FIGURA 4.13 – Principais tipos de lesão encontradas nas fachadas das edificações da cidade de Pelotas.

A cidade de Pelotas, além de ser muito úmida, tem altitude próxima do nível do mar, apresentando o lençol freático bastante superficial, o que justifica, talvez, a grande incidência de umidade ascensional.

4.2.2 Distribuição das lesões por elementos construtivos

A Tabela 4.14 e a Figura 4.14 mostram a distribuição das 1575 lesões em 2339 elementos construtivos. Os elementos construtivos que mais apresentaram lesões foram o soco (27,2 %), o pano cego (22,9 %) e a platibanda, (17,0 %), seguidos pela moldura horizontal (8,9 %) e o muro (5,4 %).

TABELA 4.14 – Distribuição das lesões nas fachadas analisadas, por elemento construtivo.

Elemento construtivo	Lesões	% sobre o total de elementos construtivos com lesões
Soco	638	27,2
Pano cego	536	22,9
Platibanda	399	17,0
Moldura horizontal	208	8,9
Muro	127	5,4
Porta	87	3,7
Janela	64	2,7
Parapeito	71	3,0
Elemento decorativo	43	1,8
Sacada	29	1,2
Grade	28	1,2
Marquise	22	0,9
Moldura vertical	21	0,9
Laje	16	0,7
Soleira	15	0,6
Peitoril	14	0,6
Pilar	7	0,3
Cobertura	2	0,1
Viga	1	0,0
Outros	11	0,5
Total	2339	100,0

Obs: 1) $\chi^2 = 5.657,36$; gl = 19 e $p < 0,00000001$ *

2) * indica valor significativo

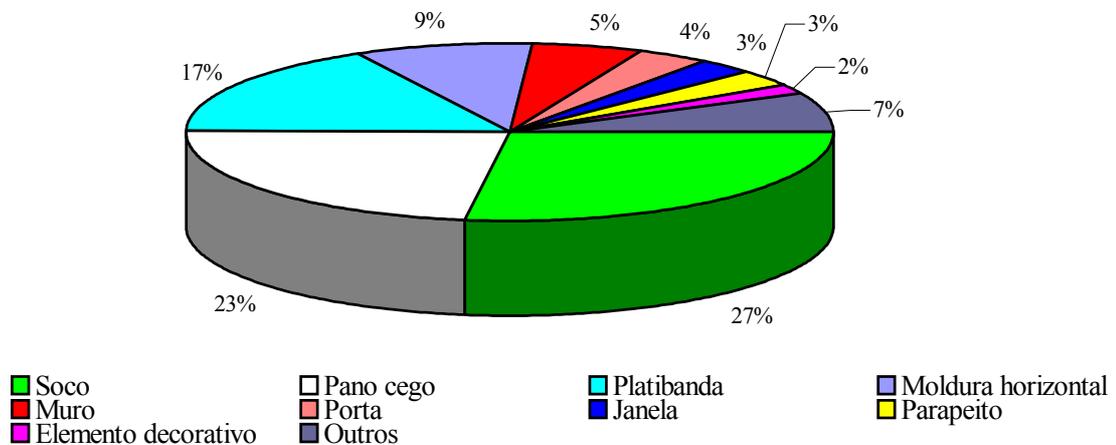


FIGURA 4.14 – Distribuição das lesões, por elemento construtivo, nas fachadas das edificações da cidade de Pelotas.

O soco foi o elemento que mais apresentou lesões, talvez em função de que não estejam sendo tomados os cuidados que a boa técnica construtiva recomenda a este elemento construtivo, tais como impermeabilização até a altura de 70 cm e uso de revestimentos mais fortes, capazes de resistir choques, erosão e água de respingo. A umidade ascensional foi uma das manifestações patológicas que mais apareceu nesse elemento construtivo, evidenciando a inexistência, ou insuficiência da impermeabilização da base das paredes.

O pano cego, a platibanda e os muros, também apresentaram grande incidência de lesões; o primeiro, talvez, pelo motivo da maior área de abrangência; os dois últimos, em função de serem os elementos menos protegidos, já que são os elementos que estão mais expostos às intempéries.

Finalmente, entre os elementos construtivos que apresentaram grande número de lesões, estão as molduras horizontais. Esses elementos, por serem horizontais, favorecem o depósito de poeira atmosférica e umidade, propiciando o desenvolvimento das manchas de sujeira ou vegetação parasitária.

4.2.3 Distribuição das lesões por materiais empregados nos revestimentos

A Tabela 4.15 e a Figura 4.15 mostram o material em que ocorreram as diversas lesões. A maior incidência de lesões ocorreu no reboco (64,9%) (foi também o revestimento mais utilizado nas fachadas) e na pintura (18,2 %), normalmente utilizada para proteger este tipo de revestimento. Se for considerado que 382 das 424 fachadas analisadas empregaram reboco com pintura ou aparente em seu revestimento (tabela 4.11) e que 1041 lesões foram localizadas neste material, será encontrada uma média de 2,75 lesões por fachada com este tipo de revestimento, o que é bastante elevado. Observou-se que o revestimento do tipo “minerplast” também apresentou elevada incidência de manifestações patológicas, em média 2,5 lesões por fachada.

TABELA 4.15 – Distribuição das lesões nas fachadas analisadas, por tipo de material.

MATERIAL	lesões	% dos materiais com lesões
Reboco	1041	64,8
Pintura	294	18,3
Madeira	50	3,1
Plaqueta cerâmica	47	2,9
Metal	42	2,6
Tijolos aparentes	38	2,4
Pastilha	34	2,1
Minerplast	10	0,6
Revestimento de pedra	11	0,7
Concreto aparente	9	0,6
Cerâmica vitrificada	7	0,4
Telha	2	0,1
Plástico	1	0,1
Outros	21	1,3
Total	1608	100,0

Obs: 1) $\chi^2 = 8.609,06$; gl = 12 e $p < 0,00000001$ *

2) * indica valor significativo

O reboco com argamassas inorgânicas foi o revestimento mais empregado nas fachadas e aquele que apresentou o maior número de lesões.

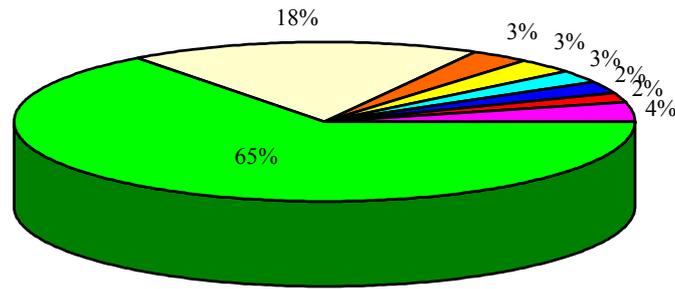


FIGURA 4.15 – Distribuição das lesões, por tipo de material, nas fachadas das edificações da cidade de Pelotas.

4.2.4 Distribuição das lesões por condição de exposição

As Tabelas 4.16 e 4.17 e as Figuras 4.16 e 4.17 mostram o local e a forma de manifestação das lesões, evidenciando que a maioria delas ocorreram em locais não protegidos, e de forma localizada.

TABELA 4.16 – Distribuição das lesões das fachadas analisadas por nível de exposição.

Nível de exposição	Lesões	%
Não protegida	1541	97,8
Protegida	34	2,2
Total	1575	100,0

Obs: 1) $\chi^2 = 1.447,93$; gl = 1 e $p < 0,00000001$ *
2) * indica valor significativo

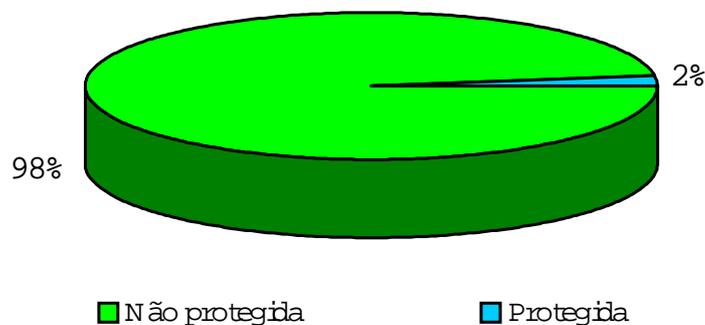


FIGURA 4.16 – Distribuição das lesões das fachadas analisadas, por nível de exposição.

TABELA 4.17 – Distribuição das lesões das fachadas analisadas por incidência.

INCIDÊNCIA	Lesões	%
Localizada	1020	64,8
Generalizada	555	35,2
Total	1575	100,0

Obs: 1) $\chi^2 = 132,10$; gl = 1 e $p < 0,00000001$ *
 2) * indica valor significativo

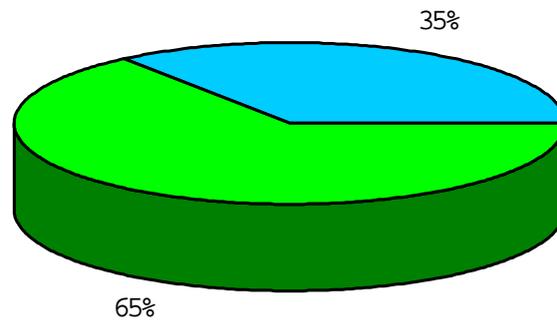


FIGURA 4.17 – Distribuição das lesões das fachadas analisadas, por incidência.

A Tabela 4.18 e a Figura 4.18 evidenciam a predominância de lesões no primeiro pavimento. Embora também exista uma maior quantidade de fachadas no primeiro pavimento, as quantidades de lesões 1486, 218 e 51, respectivamente, do primeiro, segundo e terceiro ou mais pavimentos, foram comparadas com a quantidade de fachadas localizadas no espaço vertical de 0 a 3 metros, de 3 a 6 metros e mais de 6 metros, respectivamente, 424 (74,1%), 122 (21,3%) e 26 (4,5%), por meio da prova estatística Qui-quadrado. Os resultados, $\chi^2 = 32,774$, gl=2 e $p = 0,00000007$, mostraram a existência de diferença altamente significativa entre as frequências, comprovando a tendência de existirem mais lesões no primeiro pavimento.

TABELA 4.18 – Distribuição das lesões das fachadas analisadas por pavimentos.

Pavimentos	Lesões	%
Primeiro	1486	84,7
Segundo	218	12,4
Terceiro ou mais	51	2,9

Obs: 1) $\chi^2 = 32,77$; gl = 2 e $p < 0,00000001$ *

2) * indica valor significativo

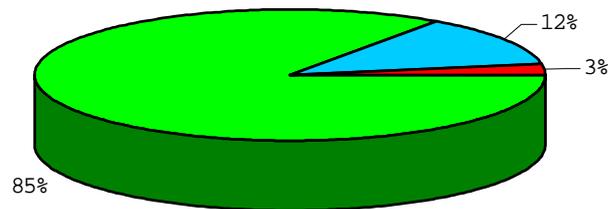


FIGURA 4.18 – Distribuição das lesões das fachadas analisadas, por pavimento.

A Tabela 4.19 e a Figura 4.19 evidenciam que a orientação das fachadas não está relacionada com a quantidade de lesões. As quantidades de lesões 390, 363, 473 e 376, encontradas, respectivamente nas orientações norte, sul, leste e oeste, foram comparadas com o número de fachadas localizadas nestas quatro orientações (Tab. 4.5), por meio da prova estatística Qui-quadrado. Os resultados, $\chi^2 = 0,19$, gl=3 e $p = 0,9779$, mostraram que a diferença não é significativa.

TABELA 4.19 - Distribuição das lesões das fachadas por orientação

Orientação	Lesões	%
Norte	390	24,3
Sul	363	22,7
Leste	473	29,5
Oeste	376	23,5
Total	1602	100,0

Obs: $\chi^2 = 0,19$; gl = 3 e $p = 0,9779$

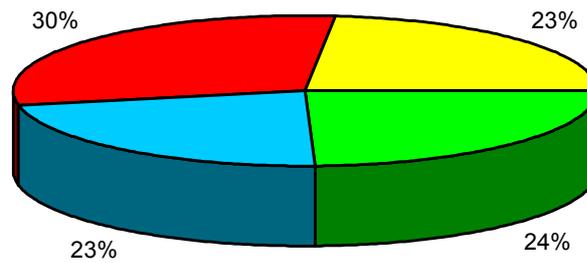


FIGURA 4.19 – Distribuição das lesões das fachadas analisadas, por orientação.

4.2.5 Análises cruzadas

Aqui, buscaram-se diagnósticos comuns, analisando a incidência do número de lesões encontradas nas fachadas observadas, sobre características como: número de pavimentos, idade, orientação e uso das edificações, tendo por base a avaliação da significância entre as quantidades médias de lesões nos diferentes grupos.

Com este objetivo, o número médio de lesões por edificação foi comparado por número de pavimentos, idade, tipo de utilização e orientação solar da edificação, sendo a significância dos resultados analisada pela prova estatística *one way* ANOVA (Quadros 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 e Figuras 4.20, 4.21, 4.22 e 4.23), onde foi constatada a existência de diferença significativa por idade.

O Quadro 4.1 mostra que não existe diferença significativa entre as quantidades médias de lesões em prédios com diferentes quantidades de pavimentos e a Figura 4.20 evidencia que estes resultados são bastante semelhantes.

QUADRO 4.1 – Resultados da prova *one way* ANOVA na comparação da quantidade de lesões por número de pavimentos.

Número de pavimentos	Edificações	Lesões		Análise
		Média	Desvio-padrão	
1	302	3,83	2,26	F = 1,369 p = 0,252
2	96	3,31	2,16	
3	6	3,67	0,82	
4 ou mais	20	3,85	2,03	

Obs: F é a estatística da distribuição de probabilidade de Snedecor e p, a sua probabilidade de ocorrência.

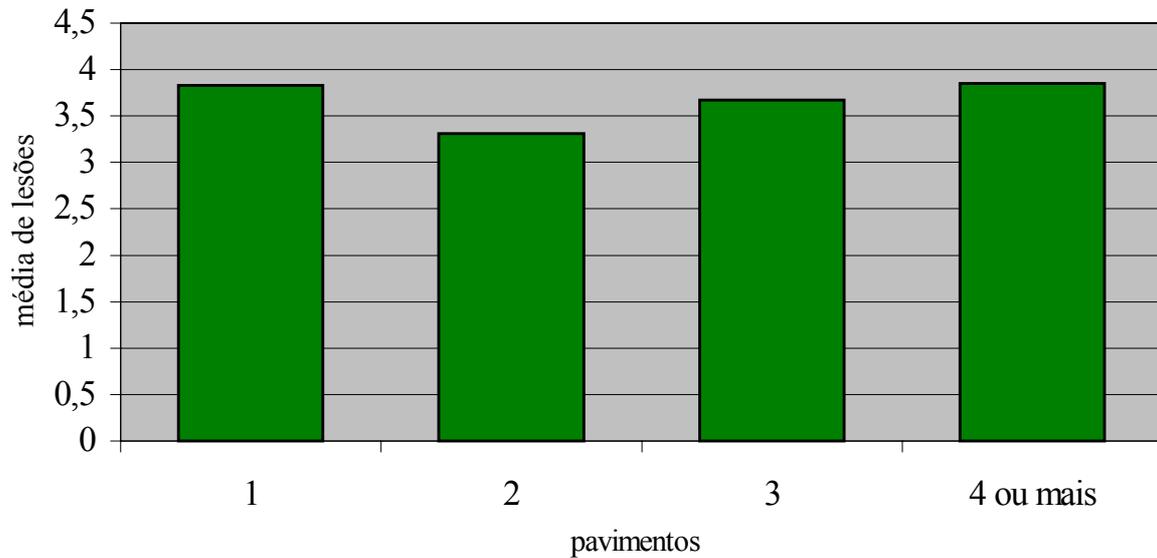


FIGURA 4.20 – Quantidade média de lesões por fachada, de acordo com a quantidade de pavimentos.

O Quadro 4.2 e a Figura 4.21, como era de se esperar, mostram a existência de diferença significativa na comparação do número médio de lesões com a idade das edificações.

QUADRO 4.2 – Resultados da prova *one way* ANOVA na comparação da quantidade de lesões por idade.

Idade	Edificações	Lesões		Análise
		Média	Desvio-padrão	
Anterior a 1970	208	4,17	2,52	
De 1970 á 1974	12	3,50	1,73	
De 1975 á 1979	34	3,24	2,28	
De 1980 à 1984	25	3,12	1,83	
De 1985 á 1989	19	3,21	1,78	F = 3,151
De 1990 à 1999	16	2,50	2,34	p = 0,009*

Obs: * indica valor significativo

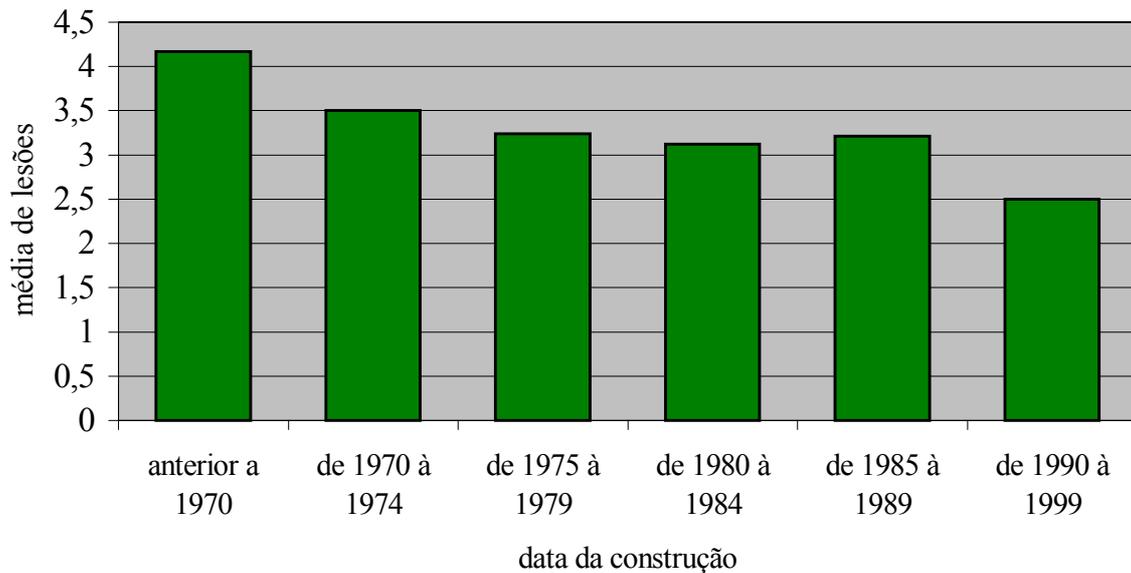


FIGURA 4.21 – Quantidade média de lesões por fachada, de acordo com a época da construção.

O Quadro 4.3 mostra que não existe diferença significativa entre as quantidades médias de lesões em prédios com diferentes finalidades de utilização e a Figura 4.22 evidencia que estes resultados são bastante semelhantes, embora ligeiramente superiores nas edificações com finalidade escolar e comercial.

QUADRO 4.3 – Resultados da prova *one way* ANOVA na comparação da quantidade de lesões por finalidade de utilização.

Finalidade	Edificações	Lesões		Análise
		Média	Desvio-padrão	
Residencial	292	3,58	2,29	
Comercial	99	4,19	2,13	
Misto	13	3,38	1,45	
Escolar	11	4,36	1,75	F = 2,260
Outras	9	2,67	1,58	p = 0,062

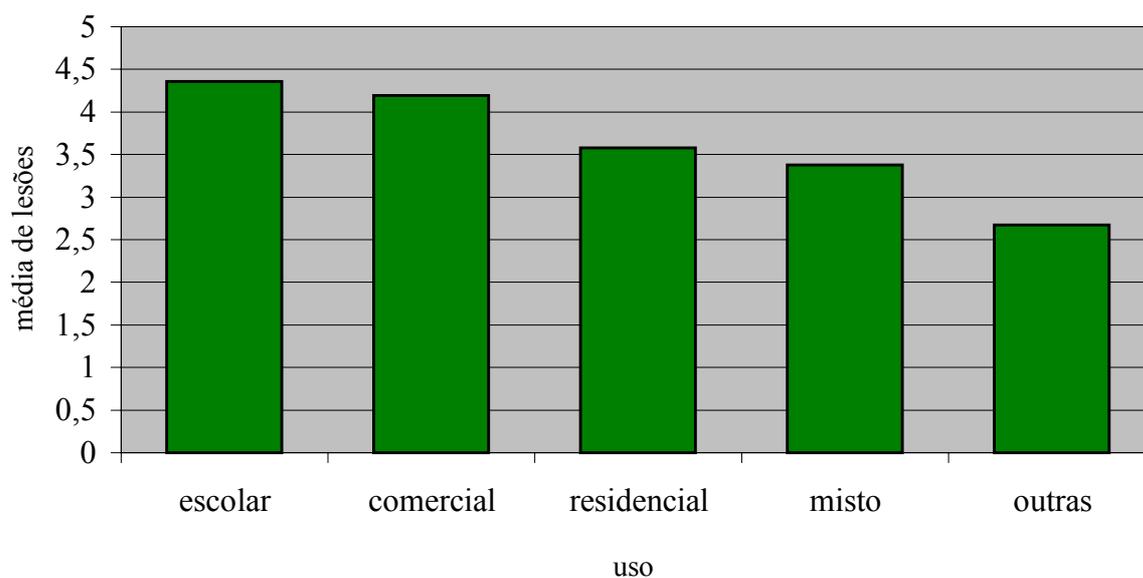


FIGURA 4.22 – Quantidade média de lesões por fachada, de acordo com tipo de utilização.

O Quadro 4.4 mostra que não existe diferença significativa entre as quantidades médias de lesões em fachadas com diferentes orientações solares e a Figura 4.23 evidencia que estes resultados são bastante semelhantes.

QUADRO 4.4 – Resultados da prova *one way* ANOVA na comparação da quantidade de lesões por orientação solar.

Orientação	Edificações	Lesões		Análise
		Média	Desvio-padrão	
Norte	107	3,56	2,45	F = 0,363 p = 0,780
Sul	93	3,88	2,17	
Leste	124	3,75	2,07	
Oeste	100	3,68	2,23	

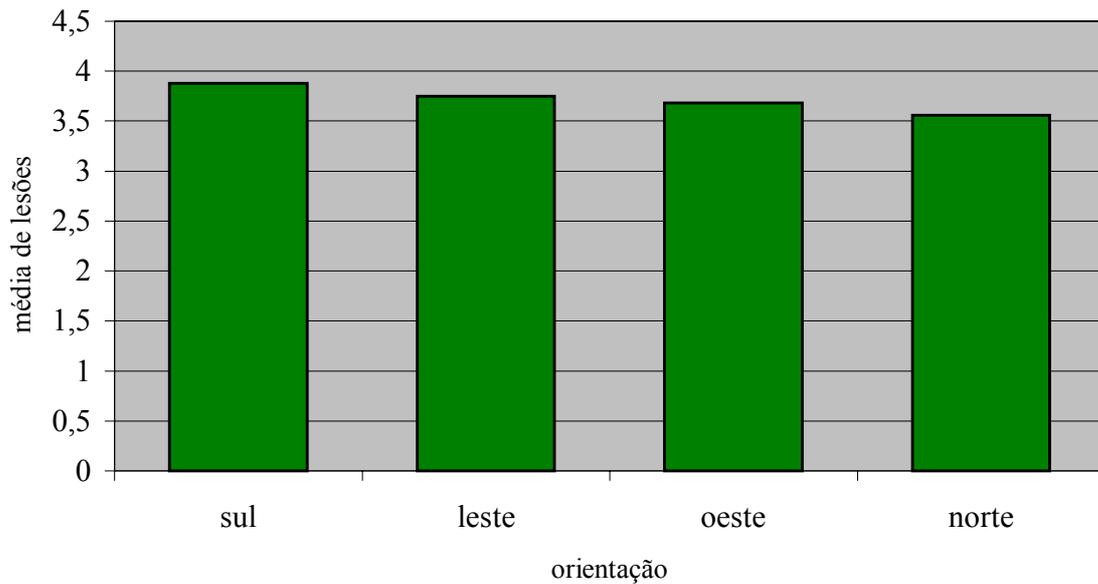


FIGURA 4.23 – Quantidade média de lesões por fachada, de acordo com a orientação solar.

A quantidade média de lesões também foi analisada pela localização da edificação no quarteirão, de esquina ou não, e pelo material empregado na construção das paredes, tijolo ou madeira, por meio da prova estatística de Student. Os resultados referentes à localização (Quadro 4.5 e Figura 4.24) mostram a existência de diferença significativa, o que indica que as fachadas das edificações localizadas em esquina apresentam mais lesões. Nos dados relativos ao tipo de material utilizado nas paredes (Quadro 4.6 e Figura 4.25), não foi possível constatar a existência de diferença significativa.

QUADRO 4.5 – Resultados da prova de Student na comparação da quantidade de lesões por localização no quarteirão.

Esquina	Edificações	Lesões		Análise
		Média	Desvio-padrão	
Sim	95	4,12	2,17	t = 2,004 p = 0,046*
Não	329	3,60	2,23	

Obs: 1)* indica valor significativo

2) t é a estatística da distribuição de probabilidade de Student, gl o número de graus de liberdade e p, a sua probabilidade de ocorrência.

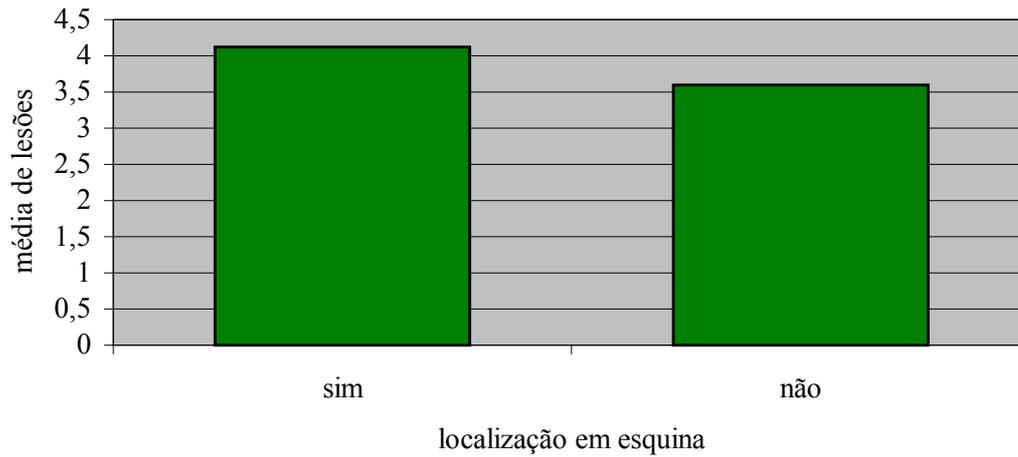


FIGURA 4.24 – Quantidade média de lesões por fachada, de acordo com a localização no quarteirão.

QUADRO 4.6 – Resultados da prova de Student na comparação da quantidade de lesões por tipo de material empregado na construção das paredes.

Material	Fachadas	Lesões		Análise
		Média	Desvio-padrão	
Tijolo	416	3,72	2,23	t = 0,053 p = 0,958
Madeira	6	3,67	1,97	

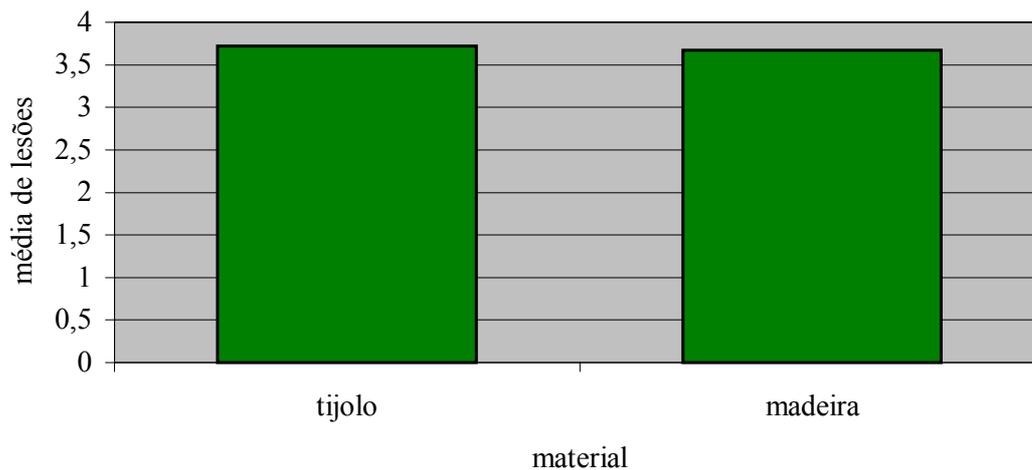


FIGURA 4.25 – Quantidade média de lesões por fachada, de acordo com o material utilizado nas paredes.

4.2.6 Conclusões da caracterização das lesões

A partir destes resultados pode-se concluir que, nas fachadas das edificações da zona urbana central de Pelotas:

- as lesões mais freqüentes são manchas de sujeira ou vegetação parasitária, umidade ascensional, descolamento em placas, descoloração e fissuras, principalmente do tipo mapeamento;
- os elementos construtivos utilizados nestas fachadas que apresentam mais lesões são soco, pano cego, platibanda, moldura horizontal e muro;
- o revestimento em que ocorre uma maior quantidade de lesões é o reboco com pintura, embora este também seja o revestimento mais utilizado nas fachadas das edificações da cidade;
- o número médio de lesões nas fachadas, aumenta com a idade das edificações;
- as lesões ocorreram em locais não protegidos, de forma localizada e, predominantemente no primeiro pavimento.

4.3 ANÁLISE DAS LESÕES MAIS FREQUENTES

As Tabelas 4.20 e 4.21 apresentam a distribuição, por elemento construtivo e por tipo de material, dos sete tipos de lesão mais freqüentes nas fachadas das edificações da cidade de Pelotas.

TABELA 4.20 - Distribuição, nos elementos construtivos, dos sete tipos de lesão mais frequentes em fachadas de edificações de Pelotas.

Elemento construtivo	Manchas		Umidade ascensional		Descolamento em placas		Descoloração		Fissuras tipo mapeamento		Fissuras horizontais		Fissuras verticais	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
Pano cego	85	15,0	-	-	100	31,2	96	27,8	74	53,2	43	45,7	57	55,9
Soco	99	17,5	253	87,5	68	21,2	65	18,8	11	7,9	8	8,5	14	13,7
Janela	-	-	-	-	11	3,4	19	5,5	-	-	-	-	-	-
Porta	-	-	-	-	15	4,7	29	8,4	-	-	-	-	-	-
Moldura horizontal	120	21,2	-	-	34	10,6	36	10,4	-	-	-	-	8	7,8
Moldura vertical	8	1,4	-	-	7	2,2	4	1,2	-	-	1	1,1	-	-
Sacada	15	2,6	-	-	2	0,6	3	0,9	1	0,7	1	1,1	2	2,0
Parapeito	4	0,7	-	-	1	0,3	1	0,3	1	0,7	1	1,1	2	2,0
Platibanda	163	28,7	-	-	54	16,8	67	19,4	40	28,8	29	30,9	14	13,7
Elemento decorativo	17	3,0	-	-	11	3,4	10	2,9	-	-	1	1,1	-	-
Marquise	11	1,9	-	-	3	0,9	4	1,2	-	-	1	1,1	-	-
Viga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1,1	-	-
Pilar	2	0,4	1	0,3	-	-	1	0,3	1	0,7	1	1,1	-	-
Laje	7	1,2	-	-	2	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Grade	-	-	-	-	1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Soleira	-	-	-	-	1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Muro	32	5,6	35	12,1	8	2,5	7	2,0	11	7,9	6	6,4	5	4,9
Cobertura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peitoril	3	0,5	-	-	-	-	3	0,9	-	-	1	1,1	-	-
Outros	1	0,2	-	-	3	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	567	100,0	289	100,0	321	100,0	345	100,0	139	100,0	94	100,0	102	100,0

TABELA 4.21 – Distribuição, nos diferentes tipos de material, dos sete tipos de lesão mais freqüentes em fachadas de edificações da cidade de Pelotas.

Material	Manchas		Umidade ascensional		Descolamento em placas		Descoloração		Fissuras tipo mapeamento		Fissuras horizontais		Fissuras verticais	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
Reboco	266	83,6	245	88,8	39	22,2	-	-	102	100,0	77	90,6	80	95,2
Pintura	-	-	-	-	125	71,0	144	100,0	-	-	-	-	-	-
Minerplast	2	0,6	2	0,7	3	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-
Cerâmica vitrificada	3	0,9	1	0,4	1	0,6	-	-	-	-	1	1,2	-	-
Plaqueta cerâmica	9	2,8	8	2,9	2	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Revestimento de pedra	3	0,9	4	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pastilha	14	4,4	1	0,4	6	3,4	-	-	-	-	5	5,9	3	3,6
Plástico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Madeira	1	0,3	1	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concreto aparente	6	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1,2	1	1,2
Tijolos à vista	12	3,8	12	4,3	-	-	-	-	-	-	1	1,2	-	-
Telha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outros	2	0,6	2	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	318	100,0	276	100,0	176	100,0	144	100,0	102	100,0	85	100,0	84	100,0

A lesão do tipo manchas ocorreu com maior frequência na platibanda (28,7% dos casos), seguida de moldura horizontal (21,2% dos casos), soco (17,5% dos casos) e pano cego (15% dos casos), enquanto que a umidade ascensional ocorreu predominantemente no soco (87,5% dos casos). Os demais tipos de lesão ocorreram com maior frequência no pano cego : descolamento em placa (31,2% dos casos), descoloração (27,8% dos casos), fissuras tipo mapeamento (53,2 % dos casos), fissuras horizontais (45,7% dos casos) e fissuras verticais (55,9% dos casos).

A grande incidência da lesão manchas devidas à sujeira e organismos na platibanda talvez se justifique em função deste elemento ser muito pouco protegido, estando ambas as faces da pequena parede exposta às intempéries, enquanto que no soco, talvez também possa ser explicada por sua localização, que fica vulnerável à umidade ascensional e à de respingo das águas da chuva. Já na moldura horizontal, o fato talvez possa ser explicado pelas características físicas do próprio elemento construtivo que propicia o depósito de poeira atmosférica e umidade, enquanto que no pano cego, pela grande área existente em todas as fachadas.

A significativa ocorrência de umidade ascensional no soco, talvez possa ser atribuída à falhas na impermeabilização da base da parede, podendo ser agravada pela umidade de respingo. Também foram registradas algumas ocorrências deste tipo de lesão no muro que normalmente não é impermeabilizado e não possui soco.

O descolamento em placas no pano cego, lesão bastante encontrada, talvez possa ser explicado por falha na ordem de colocação dos materiais no revestimento, tendo em vista que, para uma boa aderência é necessário que os materiais colocados em camadas mais externas sejam menos resistentes que os colocados em camadas mais internas. O descolamento do reboco também pode ser consequência de um substrato muito liso, que deveria ter sido chapiscado para criação da rugosidade necessária, ou porque, no momento da aplicação, encontrava-se sujo, ou havia recebido a aplicação de algum hidrófugo. Este tipo de manifestação patológica também pode estar relacionada com a ação da umidade e de impactos. Também foram registradas ocorrências não tão intensas, mas relativamente elevadas, deste tipo de lesão no soco e na platibanda, o que pode ser explicado pelo anteriormente exposto e pelas características físicas destes elementos. O descolamento da pintura na forma de escamas ou placas é, geralmente, consequência de uma preparação inadequada da superfície. Cada tipo de tinta requer uma preparação apropriada do substrato,

que se não for correta, implicará em falta de aderência e, como conseqüência, a ocorrência do descolamento. Se a pintura é aplicada com a superfície úmida, a película de água pode isolar a tinta, impedindo-a de aderir ao substrato. Esta situação é agravada no caso das tintas impermeáveis. A água fica retida e pressiona a pintura, formando inicialmente bolhas e depois descolamento.

A grande incidência de descoloração da pintura no pano cego deve estar associada à falta de manutenção, embora também possa ser conseqüência da má qualidade do material. A descoloração, geralmente, é conseqüência das radiações luminosas (especialmente a solar) sobre os pigmentos. Há pigmentos mais resistentes e pigmentos menos resistentes, sendo as cores verde, azul e vermelha as mais afetadas pelas radiações.

A grande incidência de fissuras do tipo mapeamento em praticamente toda a superfície do revestimento, talvez possa ser explicada pela retração inicial da argamassa de revestimento, ou por falhas na forma de execução do revestimento, entre as quais pode-se destacar a utilização de camadas de espessura exagerada, desrespeito pelos intervalos de tempo de secagem entre as camadas, aplicação do revestimento em condições atmosféricas inadequadas, ausência de cuidados com a cura, agregado miúdo de granulometria inadequada, assim como excesso de cimento ou cal. Também foram registradas ocorrências relativamente elevadas destes tipos de lesão na platibanda.

As fissuras predominantemente horizontais, podem ocorrer em função da expansão da argamassa de assentamento dos tijolos, por hidratação retardada do óxido de magnésio da cal, ou pela reação do cimento com os sulfatos contidos nos tijolos. Esta situação é conseqüência do prolongado umedecimento da parede devido à penetração de água pelas fissuras e agravada pela dificuldade dessa água voltar a ser restituída ao exterior por evaporação. Materiais de suporte diferentes, revestidos em continuidade, dão origem a formação de fissuras ao longo das junções, em função de variações dimensionais diferenciadas.

As fissuras inclinadas que ocorrem a partir dos cantos dos vãos abertos nas paredes foram, também, lesões bastante freqüentes. Acontecem em função do enfraquecimento do suporte nessas regiões e da deformação dos panos de parede devido a inexistência, ou insuficiência das vergas.

Ao analisar o material em que cada um destes tipos de lesão ocorreu, constatou-se que o reboco foi o mais suscetível à ocorrência de manchas (83,6% dos casos), umidade

ascensional (88,8% dos casos), fissuras tipo mapeamento (100% dos casos), fissuras horizontais (90,6% dos casos) e fissuras verticais (95,2% dos casos). Já o descolamento em placas (71% dos casos) e a descoloração foram mais freqüentes na pintura.

Estes resultados mostram que as manifestações patológicas mais freqüentes se desenvolveram no revestimento reboco com pintura e que, suas manifestações patológicas podem estar associadas tanto a falhas na execução de técnicas construtivas, como a falhas no processo de manutenção (principalmente manchas e descoloração).

4.4 ANÁLISE DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS COM MAIOR QUANTIDADE DE LESÕES

A Tabela 4.22 apresenta a distribuição das lesões mais freqüentes nas fachadas das edificações da cidade de Pelotas, RS, nos cinco elementos construtivos que apresentaram maior quantidade de lesões, enquanto que a Tabela 4.23, a distribuição dos materiais empregados nos diversos elementos construtivos que apresentaram lesões.

A Tabela 4.22 evidencia que, no soco, a maior quantidade de lesões foi do tipo umidade ascensional (39,7% dos casos), seguida de manchas de sujeira ou vegetação parasitária (15,5% dos casos), enquanto que no pano cego, foram do tipo descolamento em placas (18,7% dos casos), seguida de descoloração (17,9% dos casos) e manchas (15,9% dos casos). Na platibanda e na moldura horizontal predominaram manchas, 40,9% dos casos e 57,7% dos casos, respectivamente. Nos muros a maior incidência foi umidade ascensional (27,6% dos casos) e manchas (25,2% dos casos).

A Tabela 4.23 evidencia que os elementos construtivos que apresentaram mais lesões estavam revestidos predominantemente com reboco.

TABELA 4.22 - Distribuição das lesões nos cinco elementos construtivos com maior quantidade de patologias encontradas em fachadas de edificações.

Lesão	Soco		Pano cego		Platibanda		Moldura horizontal		Muro	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
Umidade accidental	4	0,6	11	2,1	6	1,5	-	-	-	-
Umidade ascensional	253	39,7	-	-	-	-	-	-	35	27,6
Umidade por infiltração	-	-	5	0,9	3	0,8	-	-	3	2,4
Fissuras horizontais	8	1,3	43	8,0	29	7,3	-	-	6	4,7
Fissuras verticais	14	2,2	57	10,6	14	3,5	8	3,8	5	3,9
Fissuras inclinadas	-	-	15	2,8	8	2,0	-	-	2	1,6
Fissuras tipo mapeamento	11	1,7	74	13,8	40	10,0	-	-	11	8,7
Descolamento com empolamento	3	0,5	3	0,6	2	0,5	-	-	-	-
Descolamento em placas	68	10,7	100	18,7	54	13,5	34	16,3	8	6,3
Descolamento com esfarelamento	23	3,6	25	4,7	7	1,8	6	2,9	4	3,1
Rachadura	3	0,5	4	0,7	5	1,3	1	0,5	7	5,5
Erosão	26	4,1	2	0,4	-	-	2	1,0	1	0,8
Eflorescência	55	8,6	7	1,3	-	-	-	-	5	3,9
Corrosão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manchas	99	15,5	85	15,9	163	40,9	120	57,7	32	25,2
Vesícula	-	-	3	0,6	-	-	-	-	-	-
Apodrecimento	1	0,2	2	0,4	-	-	-	-	-	-
Elementos quebrados	5	0,8	4	0,7	1	0,3	1	0,5	1	0,8
Descoloração	65	10,2	96	17,9	67	16,8	36	17,3	7	5,5
Total	638	100,0	536	100,0	399	100,0	208	100,0	127	100,0

TABELA 4.23 - Distribuição das lesões, por material, nos cinco elementos construtivos com maior quantidade de patologias encontradas em fachadas de edificações.

Material	Soco		Pano cego		Platibanda		Moldura horizontal		Muro	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
Reboco	446	67,9	315	57,2	249	60,9	142	68,1	105	79,5
Pintura	131	19,9	188	34,1	119	29,1	63	29,5	16	12,1
Minerplast	7	1,1	3	0,5	1	0,2	-	-	-	-
Cerâmica vitrificada	3	0,5	1	0,2	3	0,7	2	1,0	-	-
Plaqueta cerâmica	26	4,0	10	1,8	5	1,2	1	0,5	2	1,5
Revestimento de pedra	8	1,2	1	0,2	1	0,2	-	-	1	0,8
Pastilha	6	0,9	14	2,5	21	5,1	2	1,0	-	-
Plástico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Madeira	2	0,3	4	0,7	-	-	-	-	-	-
Metal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concreto aparente	1	0,2	1	0,2	4	1,0	-	-	-	-
Tijolos à vista	24	3,7	10	1,8	5	1,2	-	-	8	6,1
Telha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outros	3	0,5	4	0,7	1	0,2	-	-	-	-
Total	657	100,0	551	100,0	409	100,0	210	100,0	132	100,0

O soco, por sua localização, fica muito exposto a ação da umidade ascensional proveniente do solo e dos respingos das águas de chuva. As suas manifestações patológicas mais freqüentes foram, umidade ascensional e manchas, decorrentes do excesso de umidade. Para evitá-las pode-se utilizar argamassa impermeável e pintura asfáltica na base da parede. A umidade devida aos respingos pode ser evitada mediante a execução de uma barra de argamassa impermeável (ou pedras naturais, pastilhas, etc.) com cerca de 70 cm de altura, se possível recuada aproximadamente 1,5 cm do plano do resto da fachada.

4.5 ANÁLISE DAS FACHADAS QUE EMPREGARAM O REVESTIMENTO REBOCO

A seguir, é realizado um estudo comparativo das fachadas de edificações que utilizaram o revestimento reboco, com pintura ou aparente, com as que utilizaram outros tipos de revestimento, tendo em vista não só a sua grande ocorrência, como a grande quantidade de lesões encontradas neste tipo de revestimento. Também é realizado estudo comparativo entre os revestimentos reboco com pintura e reboco aparente

Para tal, foram eliminadas as seis fachadas que empregaram madeira na edificação de suas paredes, embora em algumas, este tipo de revestimento tivesse aparecido no muro.

4.5.1 Estudo comparativo entre os revestimentos reboco com argamassas inorgânicas, com ou sem pintura, com outros revestimentos

Inicialmente, a quantidade média de lesões dos dois grupos foi comparada por meio da prova de Student (Quadro 4.7 e Figura 4.26), sendo encontrada diferença significativa entre os resultados, ou seja, as edificações que empregaram reboco no revestimento de suas fachadas apresentaram mais lesões do que as que não o empregaram, o que indica a necessidade de uma avaliação da qualidade dos materiais e técnicas construtivas empregadas em sua execução.

QUADRO 4.7 – Resultados da prova de Student na comparação da quantidade de lesões das fachadas revestidas com reboco com outros tipos de revestimento.

Revestimento	Fachadas	Lesões		Análise
		Média	Desvio-padrão	
Reboco	380	3,85	2,25	t = 5,514 p = 0,0001*
Outros	38	2,37	1,50	

Obs: * indica valor significativo

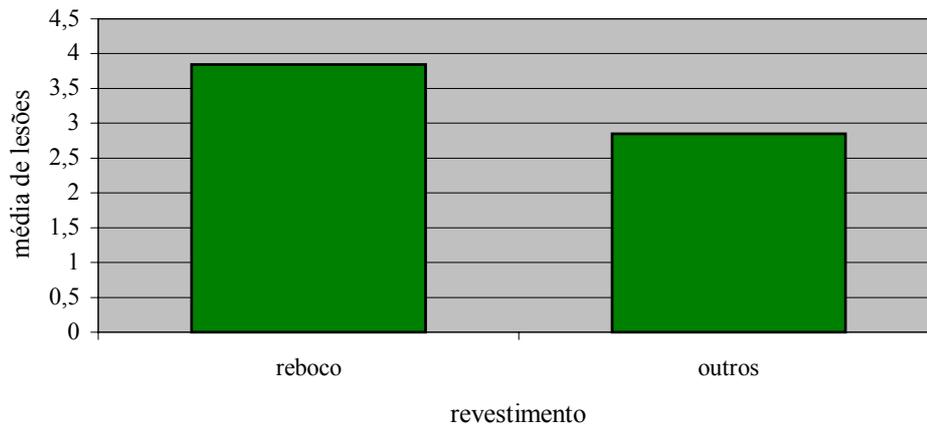


FIGURA 4.26 – Quantidade média de lesões por fachada, que empregaram e não empregaram reboco no revestimento das paredes.

Por meio da prova estatística Qui-quadrado, os dois grupos foram comparados em função da característica estado geral da fachada (Tabela 4.24), onde foi constatada a existência de diferença significativa, existindo uma tendência das fachadas que utilizaram reboco apresentarem pior estado geral. Nas categorias muito bom e bom, o percentual foi maior para o grupo que empregou outros tipos de revestimento, enquanto que as categorias regular e ruim, apresentaram maior incidência em fachadas revestidas com reboco.

TABELA 4.24 – Distribuição do estado de conservação das edificações que empregaram e não empregaram reboco no revestimento de sua fachada.

Estado de conservação	Revestimento			
	Reboco		Outros	
	F	%	F	%
Muito bom	55	14,5	11	28,9
Bom	170	44,7	19	50,0
Regular	143	37,6	8	21,1
Ruim	12	3,2	-	-
Total	380	100,0	38	100,0

Obs: 1) $n = 418$; $\chi^2 = 8,623$; $gl = 3$ e $p = 0,035^*$
 2) * indica valor significativo

Após, foi realizada a comparação entre as frequências de ocorrência dos seis tipos de lesão mais frequentes nas fachadas revestidas com reboco. A prova Qui-quadrado (Tabela 4.25) permitiu identificar a existência de diferença significativa entre os dois grupos, sendo as lesões fissuras do “tipo mapeamento”, fissuras verticais e fissuras inclinadas mais frequentes em fachadas revestidas com reboco e manchas de sujeira, ou organismos e fissuras horizontais mais frequentes em outros tipos de revestimento.

TABELA 4.25 – Distribuição da incidência dos seis tipos de lesão mais frequentes nas fachadas de edificações que empregaram e não empregaram reboco seu revestimento.

Lesão	Revestimento			
	Reboco		Outros	
	F	%	F	%
Manchas	275	32,3	26	52,0
Umidade ascensional	253	29,7	14	28,0
Fissura tipo mapeamento	101	11,9	-	-
Fissuras verticais	82	9,6	2	4,0
Fissuras horizontais	78	9,2	7	14,0
Fissuras inclinadas	62	7,3	1	2,0
Total	851	100,0	50	100,0

Obs: 1) $n = 901$; $\chi^2 = 16,125$; $gl = 5$ e $p = 0,006^*$
 2) * indica valor significativo

Foram também comparados o nível de exposição, a amplitude da incidência e a localização vertical destes seis tipos de lesão mais frequentes entre as fachadas das edificações que empregaram e não empregaram reboco em seu revestimento. Não houve diferença significativa em relação ao nível de exposição, tampouco em relação à amplitude da incidência, sendo os resultados omitidos por serem inexpressivos. Entretanto a prova estatística Qui-quadrado apontou a existência de diferença significativa na localização vertical, isto é, foi encontrado um maior percentual de lesões no primeiro pavimento das fachadas das edificações que empregaram reboco com argamassas inorgânicas.

Se for considerado que, no primeiro pavimento existe uma maior probabilidade de ocorrerem determinados tipos de agressões à fachada, ligadas a umidade e impactos, este fato

talvez possa ser justificado pela maior fragilidade dos revestimentos de argamassas em relação aos demais.

Os resultados são apresentados na Tabela 4.26 que segue:

Tabela 4.26 – Distribuição da localização vertical das lesões encontradas nas fachadas de edificações que empregaram e não empregaram reboco em seu revestimento.

Localização vertical	Revestimento			
	Reboco		Outros	
	F	%	F	%
De 0 a 3 m	799	84,0	39	69,6
De 3 a 6 m	117	12,3	13	23,3
Mais de 6 m	35	3,7	4	7,1
Total	951	100,0	56	100,0

Obs: 1) $n = 1007$; $\chi^2 = 7,827$; $gl=2$ e $p = 0,019^*$
 2) * indica valor significativo

4.5.2 Estudo comparativo entre os revestimentos reboco com pintura e reboco aparente

Com o objetivo de avaliar possíveis diferenças entre a situação patológica dos rebocos aparentes e dos rebocos com pintura, também foi realizado um estudo comparativo entre esses dois revestimentos.

Primeiramente foram comparadas, pela distribuição de Student, as quantidades médias de lesões encontrada em fachadas que utilizaram os dois tipos de reboco (Quadro 4.8 e Figura 4.27), não sendo detectada a diferença significativa entre os dois grupos, embora as edificações que empregaram o reboco aparente tenham apresentado uma quantidade média de lesões por fachada ligeiramente superior. Há que considerar que o resultado desta análise estatística pode ter sido influenciada pelo tamanho de um dos grupos, apenas 13 fachadas.

QUADRO 4.8 – Resultados da prova de Student na comparação da quantidade de lesões das fachadas revestidas com reboco com pintura e reboco aparente.

Revestimento	Fachadas	Lesões		Análise
		Média	Desvio-padrão	
Reboco com pintura	367	3,84	2,25	$t = 0,621$ $p = 0,535$
Reboco aparente	13	4,23	2,13	

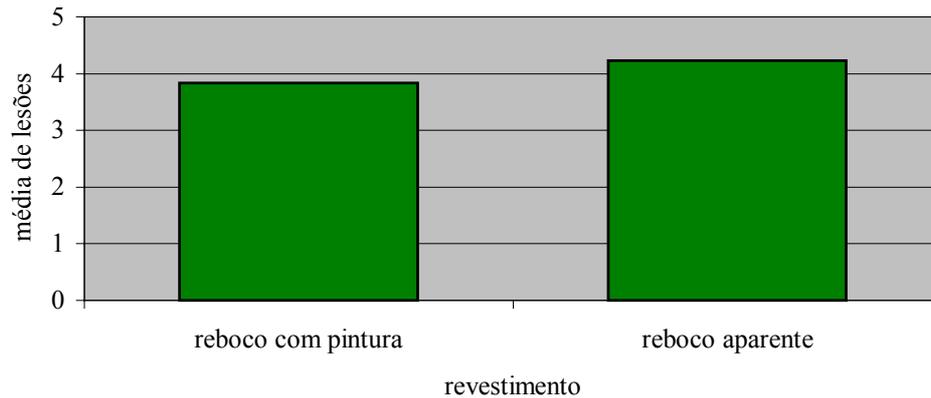


FIGURA 4.27 – Quantidade média de lesões em fachada que empregaram reboco com pintura e reboco aparente no revestimento das paredes.

A Tabela 4.27 mostra que as edificações revestidas com reboco aparente apresentaram, também, um maior percentual de fachadas enquadradas nas categorias regular ou ruim, enquanto que, as que utilizaram reboco com pintura, muito bom ou bom. Mostra, ainda que esta diferença é significativa, ou seja, as fachadas com reboco com pintura apresentam melhor estado geral que as com reboco aparente.

Estes resultados, talvez sejam função do maior número de intervenções de manutenção que o revestimento reboco com pintura exige. A pintura contribui para dissimular uma grande parte das anomalias existentes nos revestimentos.

TABELA 4.27 – Resultados da comparação do estado de conservação das fachadas de edificações que utilizaram reboco com pintura e reboco aparente no revestimento de suas fachadas.

Estado de conservação	Revestimento			
	Reboco com pintura		Reboco aparente	
	F	%	F	%
Muito bom ou bom	221	60,2	4	30,8
Regular ou ruim	146	39,8	9	69,2
Total	367	100,0	13	100,0

Obs: 1) $n = 380$; $\chi^2 = 4,508$; $gl = 1$ e $p = 0,034^*$
 2) * indica valor significativo

A Tabela 4.28 apresenta a comparação entre as seis lesões mais freqüentes, identificadas no reboco, entre as edificações que empregaram reboco com pintura e as que empregaram reboco aparente no revestimento de suas fachadas.

TABELA 4.28 – Distribuição da incidência dos seis tipos de lesão mais freqüentes entre as edificações que utilizaram reboco com pintura e reboco aparente no revestimento de suas fachadas.

Lesão	Revestimento			
	Reboco com pintura		Reboco aparente	
	F	%	F	%
Organismos	251	32,0	10	30,3
Umidade ascensional	230	29,3	9	27,3
Fissura tipo mapeamento	99	12,6	2	6,1
Fissuras verticais	75	9,6	5	15,1
Fissuras horizontais	74	9,4	2	6,1
Fissuras inclinadas	55	7,0	5	15,1
Total	784	100,0	33	100,0

Obs: n = 817; $\chi^2 = 5,431$; gl = 5 e p = 0,365

A prova estatística Qui-quadrado não apontou existência de diferença significativa entre os resultados.

4.5.3 Conclusões sobre o estudo do revestimento reboco com argamassas inorgânicas, com ou sem pintura

As fachadas das edificações que empregaram reboco em seu revestimento apresentaram, então, maior quantidade média de lesões que apareceram com maior incidência no primeiro pavimento, além de pior estado geral de conservação, do que as fachadas que não empregaram este material.

Também foi detectado que as fissuras do tipo “mapeamento”, fissuras verticais e inclinadas, foram mais freqüentes no reboco, com ou sem pintura, do que nos outros revestimentos.

No estudo comparativo entre os revestimentos reboco com pintura e reboco aparente, observou-se um maior percentual de organismos, umidade ascensional, fissuras tipo mapeamento e fissuras horizontais nos revestimentos de reboco com pintura e maior percentual de fissuras verticais e inclinadas nos revestimentos de reboco aparente. Esta diferença, entretanto, não foi detectada como significativa pela prova Qui-quadrado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

A análise dos dados mostrou que o reboco executado com argamassas inorgânicas é o revestimento mais usado nas fachadas das edificações analisadas (90,1 % empregaram reboco com pintura ou reboco aparente), tendo sido, também, o revestimento que mais apresentou problemas – 2,75 lesões por fachada, conforme já mencionado. Este fato, talvez possa ser atribuído à pouca importância dada pelos construtores ao revestimento com argamassas inorgânicas, deixando os serviços por conta dos pedreiros, sem maior fiscalização.

As lesões encontradas com maior frequência foram: manchas de sujeira ou vegetação parasitária, fissuras, umidade e descolamentos, concordando com estudos semelhantes realizados por outros pesquisadores, como Carrió (1992), Ioshimoto (1995) e Cincotto (1995).

As manifestações patológicas encontradas nos revestimentos das fachadas poderiam ser amenizadas e, em algumas situações, até mesmo eliminadas, se fossem tomados pequenos cuidados, tais como: controle dos projetos para a prevenção de falhas, execução das obras em conformidade com as normas técnicas, correto proporcionamento das argamassas e a boa qualidade dos materiais empregados. Maiores cuidados com a manutenção também poderiam evitar a ocorrência de muitas das lesões encontradas.

As fachadas, de uma maneira geral, expõem-se de maneira não uniforme aos agentes da intempérie, isto é, em cada uma delas é possível identificar partes que distinguem-se entre si por diferentes graus de exposição aos referidos agentes agressivos.

Os detalhes arquitetônicos devem ser concebidos levando-se em consideração os diferentes graus de exposição das várias partes das fachadas, para que se consiga uma boa aparência e durabilidade dos revestimentos. As regiões mais expostas aos agentes agressivos devem ser revestidas com materiais mais resistentes e duráveis.

Os elementos construtivos lesionados constituem também um dado importante para conhecer o estado patológico das fachadas, tendo em vista que, os estudos sobre os processos de reparação, ou as medidas de prevenção, devem considerar primeiro os elementos e depois os materiais que os constituem.

Todas as partes da fachada estão sujeitas a fenômenos de degradação. A vida útil, ou a frequência de intervenções de manutenção de cada uma delas, dependerá do nível de

exposição efetiva à ação dos agentes degradantes, ou da capacidade de resistir a eles. As falhas patológicas representam a prematura perda da funcionalidade dos elementos da fachada, isto é, em desconformidade com a vida útil projetada.

Existem muitos estudos sobre o tema Patologia dos Revestimentos, ainda que praticamente todos se reduzam as fases de análise dos sintomas, definição da lesão, sua terapia e prevenção. Entretanto, os estudos estatísticos reais sobre os tipos de lesões mais freqüentes, tão importantes para o entendimento dos problemas e orientação de novas técnicas construtivas, ainda são escassos.

O presente trabalho atingiu de forma satisfatória o seu principal objetivo: o levantamento das manifestações patológicas dos revestimentos exteriores das edificações da cidade de Pelotas. As origens das lesões, no entanto, poderiam ser conhecidas com maior base científica, se tivessem sido extraídas amostras e realizados ensaios físicos e químicos necessários para saber suas características.

Finalizando, convém salientar que as metodologias empregadas na formação da amostra, na coleta de dados e na análise, exaustivamente testadas e avaliadas, e as técnicas estatísticas utilizadas: tabelas, gráficos, geração de números aleatórios e testes de significância, executadas em *softwares* extremamente poderosos e confiáveis (SPSS e EXCEL), desempenharam um papel importante na obtenção dos resultados acima apresentados e podem ser estendidos a trabalhos semelhantes em outras localidades.

6 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Para que se tenha uma maior compreensão dos motivos que levam a tantos insucessos e auxiliar o meio técnico na prevenção e correção das manifestações patológicas que ocorrem

nos revestimentos, parece clara a necessidade de prosseguir e aprofundar os estudos na busca de maiores informações sobre estes procedimentos que parecem tão simples.

No que se refere a futuros trabalhos, pode-se sugerir:

- análise e caracterização dos materiais empregados na confecção das argamassas assim como o seu proporcionamento;
- realização de ensaios, em laboratório e “in loco”, nas argamassas de revestimentos empregadas em obras previamente selecionadas;
- análise dos revestimentos exteriores de edificações, por via de ensaios “in situ”, para a caracterização e diagnóstico das suas condições;
- investigação da eficiência das técnicas construtivas empregadas na execução dos revestimentos, em obras previamente selecionadas;
- acompanhamento do desempenho e dos trabalhos de manutenção dos revestimentos ao longo de sua vida útil;
- recomendações para o projeto de fachadas, especificando elementos construtivos e respectivos revestimentos, de acordo com o grau de exposição à intempérie e durabilidade pretendida.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDLESON, L; RICE, C. **Performance of Materials in Buildings**; a study of the principles and agencies of change. London: Butterworth-Heinemann Ltd., 1991. 589p.
- ANDRADE, J. O. A. **Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco**. Porto Alegre, 1997. 148p. Dissertação de Mestrado em Engenharia – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- ARANHA, P. M. S. **Contribuição ao estudo das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado na região amazônica**. Porto Alegre, 1994. 144p. Dissertação de Mestrado em Engenharia – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Agregado para o concreto: NBR 7211** , Rio de Janeiro, 1983. 13p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cimento Portland Comum (CPI e CPI-S) : NBR 05732**, Rio de Janeiro, 1991. 5p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cimento Portland Composto(CPII-E, CPII-F e CPII-Z): NBR 11578**, Rio de Janeiro, 1991. 5p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CPV-ARI): NBR 05733**,Rio de Janeiro, 1991. 5p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cimento Portland de Alto Forno (CPIII) : NBR 05735**, Rio de Janeiro, 1991. 5p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cimento Portland Pozolânico (CPIV): NBR 05736**, Rio de Janeiro, 1991. 5p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cimento Portland Resistente a Sulfatos: NBR 05737**, Rio de Janeiro, 1992. 4p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimento de paredes e tetos com argamassas inorgânicas; classificação: NBR 13530**, Rio de Janeiro, 1995. 2p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimento de paredes e tetos com argamassas inorgânicas; especificação: NBR 13749**, Rio de Janeiro, 1996. 6p.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimento de paredes e tetos com argamassas**; materiais, preparo, aplicação e manutenção: NBR 7200 , Rio de Janeiro, 1982. 16p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimento de paredes e tetos com argamassas inorgânicas** ; terminologia: NBR 13529, Rio de Janeiro, 1995. 8p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas** ; determinação de resistência de aderência à tração NBR 13528, Rio de Janeiro, 1995. 12p.
- BAUER, E. Recomendações para prevenção da penetração da chuva em fachadas com o objetivo de aumentar a vida útil de seus componentes. In: SEMINÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1988. 2v. v.1., p.52-64.
- BAUER, L.A.F. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1994. 5.ed. 2v.
- BAUER, F. Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES. 4., 1997, **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1997. 2v. v.2., p.389-396.
- BESTERFIELD, D. H. **Control de calidad**. México: Prentice Hall Hispanoamericana s. a., 1995. 4.ed. 507p.
- BOLORINO, H.; CINCOTTO, M.A.; RITTI, R. Limpeza de fachadas de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1., Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG/ANTAC, 1995. p. 411-419.
- BONIN, L.C. Manutenção de edifícios: uma revisão conceitual. In: SEMINÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1988. 2v. v.1., p.01-31.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION. BS 5262 **External rendered finishes**. London, BSI, 1976. 21 p.
- CANDIA, M. C.; FRANCO, L. S. Avaliação do tipo de preparo da base nas características superficiais do substrato e dos revestimentos de argamassa.. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DE LAS CONSTRUCCIONES, 5., Montevideo **Anais...** Montevideo: CIB TG 40, 1999. p. 21-218.

- CARASEK, H.; CASCUDO, O. Manifestações patológicas em revestimento provenientes do de cal inadequada nas argamassas – Estudo de caso. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DE LAS CONSTRUCCIONES, 5., Montevideo **Anais...** Montevideo: CIB TG 40, 1999. p. 219 -226.
- CARNEIRO, A. M. P; CINCOTTO, M. A. Requisitos e critérios de desempenho para revestimentos de camada única em argamassa de cimento e cal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1., Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG/ANTAC, 1995. p. 326-337.
- CARRIÓ, J. M. Chequeo construtivo de fachadas de Madrid/España - **Informes de la Construcción, Instituto Eduardo Torroja**, Madrid, v.40, n. 396, p.49-60, julho/1988.
- CARRIÓ, J. M. Chequeo construtivo de fachadas de Madrid/España II - **Informes de la Construcción, Instituto Eduardo Torroja**, Madrid, v.43, n. 418, p.35-52, março/1992.
- CINCOTTO, M. A. Patologia das argamassas de revestimento; análise e recomendações. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Tecnologia de Edificações**. 2.ed. São Paulo: Pini, 1995. P.549-554.
- CIRCULAR DE INFORMAÇÃO TÉCNICA. Manchas de vegetação parasitária em paramentos rebocados de alvenaria. **Laboratório Nacional de Engenharia Civil**. Lisboa: LNEC, 1954. 10p.
- CORONA, E.; LEMOS, C.A. C. **Dicionário da arquitetura brasileira**. São Paulo: EDART-São Paulo Livraria e Editora Ltda, 1972.
- CREMONINI, R. A. O uso de levantamentos de campo como subsídios para a programação da manutenção de edifícios. In: SEMINÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1988. 2v. v.1., p.139-156.
- DAL MOLIN, D.C.C. **Fissuras em estruturas de concreto armado - análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1988. 220p. Dissertação de Mestrado em Engenharia – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- DAL MOLIN, D. C. C. e CAMPAGNOLO, J. L. A importância do controle de qualidade e seu papel na prevenção de patologias em marquises. In: SIMPÓSIO SOBRE

PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1989. P.33-51.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **Plaster**; terminology and requirements: DIN 18550 – Part 1, Berlin, 1985. 7p.

DIÁZ GOMÉZ, C. Influencia de la patologia en la evolución de las técnicas constructivas en edificios de viviendas. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES. 4., 1997, Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1997. 2v. v.1., p.543-550.

ELDRIDGE, H.J. **Construcción Defectos comunes**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1982. 465 p.

ESTEBAN, J. L. ; RÍO, O. Patologia de un sistema constructivo debido a la falta de análisis del impacto ambiental derivado. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DE LAS CONSTRUCCIONES, 5., Montevideo **Anais...** Montevideo: CIB TG 40, 1999. p. 1003 -1010.

FEIGENBAUM, A.V. **Controle da qualidade total**; métodos estatísticos aplicados à qualidade. São Paulo: Makron Books, 1994. v.3, 379 p.

FIORITO, A.J.S.I. **Manual de argamassas e revestimentos**; estudos e procedimentos de execução. São Paulo: Pini, 1994. 221 p.

FRASCÁ, M. H. B. O.; QUITETE, E. B. Estudos diagnósticos de patologias em rochas de revestimento. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DE LAS CONSTRUCCIONES, 5., Montevideo **Anais...** Montevideo: CIB TG 40, 1999. p. 1367 - 1374.

FREUN, J. E. **Modern elementary statistics**. 7.ed. New Jersey: Prentice-Hall International, 1988. 576 p.

GOMES, A.M. **Caracterização de argamassas tradicionais utilizadas nos revestimentos exteriores dos edifícios**. Lisboa, 1995. 269p. Tese de Doutorado em Engenharia – Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior Técnico.

GÓMES, C. D.; USATEGUI, R. M.; ANSUÁTEGUI, I. P. Una aportacion al conocimiento del comportamiento termico de fachadas pesadas en climas calidos. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DE LAS CONSTRUCCIONES, 5., Montevideo **Anais...** Montevideo, 1999. p. 1349 -1366.

HELENE, P.R. L.; SOUZA, R. Controle de qualidade na indústria da construção civil. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Tecnologia de Edificações**. 2.ed. São Paulo: Pini, 1995. P.537-542.

- HOFFMANN, R. **Estatística para economistas**. 2.ed. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1991. 426 p.
- GRYNA, F.M. **Controle da qualidade**; métodos estatísticos aplicados à qualidade. In : JURAN, J. M. Controle da qualidade. São Paulo : Makron Books, 1992. v.6, 488 p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. Relatório nº 13.260 – Estudo de uma sistemática de catalogação de problemas; patologia na construção: São Paulo: IPT, 1980. 119p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. Relatório nº 14.754 do Programa de Coleta de Informações; patologia na construção: São Paulo: IPT, 1985. 97p.
- IOSHIMOTO, E. Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Tecnologia de Edificações**. 2.ed. São Paulo: Pini, 1995. P.545-548.
- KOHLSDORF, M.E. **A apreensão da forma da cidade**. Brasília: Ed. UNB., 1996. 253p.
- LEIRIA, G. R. A. Manutenção preventiva e corretiva – Conservação de edifícios públicos e particulares. In: SEMINÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1988. 2v. v.1., p.116-125.
- LUCAS, J.A.C. **Exigências funcionais de revestimentos de paredes**. Lisboa: LNEC-ITE 25, 1990. 130p.
- LUCAS, J.A.C. **Classificação e descrição geral de revestimentos para paredes de alvenaria ou de betão**. Lisboa: LNEC-ITE 24, 1999. 175p.
- MASSAÚ, E.S. **Pólo cerâmico da zona sul**. Pelotas: Educat, 1992. 110 p.
- MARQUES, O . V. Qualidade na construção civil. Interação - **Informativo do Núcleo Central do Instituto Euvaldo Lodi**. Mato Grosso, outubro de 1992. p.2.
- MATTOS, V.L.D. **Implantação de controle estatístico de processo em uma olaria de pequeno porte**. Florianópolis, 1987. 122p. Dissertação de Mestrado em Engenharia – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina.

- MIRSHAWKA, V. **Estatística**. São Paulo: Distribuição da Livraria Nobel s.a ., 1987. v.1, 334 p.
- MONTENEGRO, M.H.F.; SOUZA, R. A certificação de conformidade na construção civil. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Tecnologia de Edificações**. 2.ed. São Paulo: Pini, 1995. p.533-536.
- NAPPI, S. C. B.; PELUSO, S.; TONERA, R. Estudo comparativo da resistência de rebocos à salinidade. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DE LAS CONSTRUCCIONES, 5., Montevideo **Anais...** Montevideo: CIB TG 40, 1999. p. 235-240.
- OLIVEIRA, M. M. **Tecnologia da conservação e da restauração**. Salvador: Gráfica Universitária do Centro Editorial e Didático da UFBA, 1995. 144 p.
- PALADINI, E.P. **Controle de qualidade**; uma abordagem abrangente. São Paulo: Atlas, 1990. 240p.
- PALADINI, E.P. **Gestão da qualidade no processo**; a qualidade na produção de bens e serviços. São Paulo: Atlas, 1995. 286p.
- PIANCA, J. B. **Manual do construtor**. 11.ed. Porto Alegre: editora Globo, 1977. 6v. v.1. Pedras artificiais. p. 67-88.
- PAIVA, J.V; VEIGA M.R. Aspectos gerais dos revestimentos de paredes. In: LABORATÓRIO NACIONAL DE ENG. CIVIL. **Curso de especialização sobre revestimento de paredes**. Lisboa: LNEC, 1990. Cap. 1, p.01-39.
- PINTO, J. A. N. et al. Levantamento de patologias em núcleos habitacionais de Santa Maria – RS. In: SIMPÓSIO SOBRE PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1989. P.229-250.
- PINTO, J. A. N. Patologia das construções e custeio de reparação. In: SEMINÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1988. 2v. v.1., p.107-115.
- PETRUCCI, E.G.R. **Materiais de construção**. 2.ed. Porto Alegre: Globo, 1975. Cap. 1, p. 1-51.
- POLISSENI, A.E. **Método de campo para avaliar a capacidade impermeabilizante de revestimentos de parede**. Porto Alegre, 1986. 140p. Dissertação de Mestrado em Engenharia – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- RAMÍREZ, S. M.; THOMPSON, G. E. Deterioro de morteros de cemento producido por la “deposición” seca y húmeda de contaminantes atmosféricos. **Materiales de Construcción**. Instituto Eduardo Torroja. Madrid, v.48. n. 250. p. 15-31., abril/ 1998.
- RANSOM, W.H. **Building Failures; diagnosis and avoidance**. London:.E.&F.N. Spon,1981.
- SELMO, S.M.S. **Dosagem de argamassas de cimento portland e cal para revestimento externo de fachada dos edifícios**. São Paulo, 1989. 187p. Dissertação de Mestrado em Engenharia - Escola Politécnica , Universidade de São Paulo.
- SELMO, S.M.S. Prevenção de patologia em revestimentos externos de argamassas dos edifícios; a importância dos serviços de manutenção. In: SIMPÓSIO SOBRE PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1989. P.195-212.
- SELMO, S.M.S; MORAIS, F.L.; TAKEASHI, M. Estudo da fissuração em revestimentos de argamassa mista com traço padrão e diferentes condições de preparo e aplicação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. 3. **Anais...** V2. Vitória: PPGE/UFES, 1999. V2. p 461-475.
- SOUZA, R. Normalização, controle da qualidade e manutenção de edifícios. Seminário sobre Manutenção de Edifícios. In: SEMINÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1988. 2v. v.2., p.01-15.
- THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios; causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: PINI, 1989. 194p.
- TORRACA, G. **Materiaux de construction Poreux, science des matériaux pour la conservation architecturale**. Rome: ICCROM , 1986. 148p.
- UEMOTO, K.L. A pintura na manutenção dos edifícios: Repintura. In: SEMINÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1988. 2v. v.2., p.143-153.
- VEIGA, M.R.; FARIA,P. Revestimentos de ligantes minerais e mistos com base em cimento, cal e resina sintética. In: LABORATÓRIO NACIONAL DE ENG. CIVIL. **Curso de especialização sobre revestimento de paredes**. Lisboa: LNEC, 1990. Cap. 2, p.40-173.
- VENTURINI, P. V.; GEYER, A. L. B. Avaliação de patologia das argamassas de revestimento externo das edificações da cidade de Passo Fundo. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DE LAS CONSTRUCCIONES, 5., Montevideo **Anais...** Montevideo, 1999. p. 203 -210.

VERÇOZA, E.J. Materiais de cerâmica. In : VERÇOZA, E.J. **Materiais de construção**. Porto Alegre: Sagra, 1975. V 1, Cap. 5, p.76-96.

VERÇOZA, E.J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre: Sagra,1991. 173 p.

VOROYEV, V. A. Ceramic material and products. In : VOROYEV, V. A. **Building materials**. Moscow: Higher School Publishing House, 1962. Cap. 3, p.51-76.

ANEXO A

INSTRUMENTOS UTILIZADOS NA COLETA DE DADOS

A-2 INSTRUMENTO DEFINITIVO

Manifestações Patológicas em fachadas na cidade de Pelotas
Caracterização da edificação – parte 1

Avaliador:		Data:	
Quarteirão n°:	Ficha n°:	Edificação n°:	
Endereço:			

<p>1 - N° de pavimentos:</p>	<p>2 - N° de lesões:</p>
<p>3 – Idade:</p> <p>(1) anterior a 1970</p> <p>(2) de 1970 à 1974</p> <p>(3) de 1975 à 1979</p> <p>(4) de 1980 à 1984</p> <p>(5) de 1985 à 1989</p> <p>(6) de 1990 à 1994</p> <p>(7) de 1995 à 1999</p>	<p>4 – Uso:</p> <p>(1) residencial</p> <p>(2) comercial</p> <p>(3) industrial</p> <p>(4) misto</p> <p>(5) escolar</p> <p>(6) entidade pública</p> <p>(7) outros.</p> <p>Especifique _____</p>
<p>5 – Orientação:</p> <p>(1) norte</p> <p>(2) sul</p> <p>(3) leste</p> <p>(4) oeste</p>	<p>6 – Estado de conservação:</p> <p>(1) muito bom</p> <p>(2) bom</p> <p>(3) regular</p> <p>(4) ruim</p>
<p>7 – Materiais utilizados no revestimento:</p> <p>(1) reboco aparente</p> <p>(2) reboco com pintura</p> <p>(3) pedras decorativas</p> <p>(4) tijolos aparentes</p> <p>(5) pastilhas</p> <p>(6) plaqueta cerâmica</p> <p>(7) cerâmica vitrificada</p> <p>(8) concreto aparente</p> <p>(9) minerplast (granilhar)</p> <p>(10) fulget</p> <p>(11) madeira</p> <p>(12) plástico</p> <p>(13) metal</p> <p>(14) resina epóxi</p> <p>(15) chapisco</p> <p>(16) outros.</p> <p>Especifique: _____</p>	<p>8 – Materiais utilizados nas paredes:</p> <p>(1) tijolo cerâmico</p> <p>(2) pedra maciça</p> <p>(3) madeira</p> <p>(4) outros.</p> <p>Especifique _____</p>
	<p>9 – Cobertura:</p> <p>(1) telha francesa</p> <p>(2) telha romana</p> <p>(3) telha capa-canal</p> <p>(4) telha metálica</p> <p>(5) telha fibrocimento</p> <p>(6) laje de concreto</p>
	<p>10 – Esquadrias:</p> <p>(1) madeira</p> <p>(2) metal</p> <p>(3) plástico</p> <p>(4) composta.</p> <p>Especifique _____</p>

Manifestações Patológicas em fachadas na cidade de Pelotas
Caracterização das lesões – parte 2

<p>1 Tipo de lesão:</p> <p>(1) umidade (1) acidental (2) ascensional (3) infiltração (4) de construção</p> <p>(2) fissuras (1) horizontais (2) verticais (3) inclinadas (4) mapeamento</p> <p>(3) descolamento (1) com empolamento (2) em placas (3) com esfarelamento</p> <p>(4) rachadura (5) erosão (6) eflorescência (7) corrosão (8) manchas e organismos (9) vesícula (10) apodrecimento (11) elementos quebrados (12) descoloração (13) outros. Especifique: _____</p>	<p>2 – Elemento construtivo:</p> <p>(1) pano cego (2) soco (3) janela (4) porta (5) moldura horizontal (6) moldura vertical (7) sacada (8) parapeito (9) platibanda (10) elemento decorativo (11) marquise (12) viga (13) pilar (14) laje (15) grade (16) soleira (17) muro (18) cobertura (19) peitoril (20) outros. Especifique: _____</p>
<p>3 – Material onde ocorre a patologia:</p> <p>(1) reboco (2) fulget (3) pintura (4) minerplast (5) cerâmica vitrificada (6) plaqueta cerâmica (7) revestimento de pedra (8) pastilha (9) plástico (10) madeira (11) metal (12) resina epoxi (13) concreto aparente (14) tijolos à vista (15) pedra maciça (16) telha (17) outros. Especifique: _____</p>	<p>4 – Nível de exposição:</p> <p>(1) não protegida (2) protegida</p> <p>5 – Incidência da lesão:</p> <p>(1) localizada (2) generalizada</p> <p>6 – Localização vertical da lesão:</p> <p>(1) de 0 a 3 m (2) de 3 a 6 m (3) mais de 6 m</p>

ANEXO B

DEFINIÇÃO DE TERMOS TÉCNICOS

B-1 TIPOS DE LESÃO

Criptoflorescências – São formações salinas no interior dos materiais, ocasionando desagregação ou descolamento dos elementos construtivos;

Descolamento da pintura – Desprendimento da película da tinta, geralmente ocorre após o gretamento.

Descoloramento da pintura – Perda da intensidade ou brilho em função do tempo;

Esfarinhamento da pintura – Queda da tinta em forma de pó, podendo ocorrer em função das eflorescências, envelhecimento do material etc;

Gretamento da pintura – Quebra da película de tinta, geralmente ocorre por problemas de aderência com a base;

Descolamento do reboco – O reboco se solta da parede e cai em placas. Pode aparecer em decorrência da infiltração de umidade, problemas de aderência, hidratação retardada do óxido de magnésio na cal, da mica na areia ou eflorescências entre a parede e o reboco;

Desagregação do reboco – É uma forma especial de descolamento. O reboco vai-se desagregando em grãos. A causa mais freqüente é o emprego de argamassa fraca, com pouco aglomerante. Pode também ocorrer devido à carbonatação lenta da cal, camadas de revestimento muito espessas e excesso de finos no agregado.

Descolamento de revestimento cerâmico – O revestimento se descola da parede. Normalmente a causa está associada à diferença de dilatação térmica entre diferentes materiais associada a não existência de juntas de dilatação;

Desagregação de tijolo aparente – O tijolo vai-se desagregando em grãos ou em pó. Sua causa pode estar associada ao excesso de umidade;

Eflorescências – Aparecimento de manchas esbranquiçadas nas superfícies dos materiais indicando formações salinas;

Fissuras – Rachaduras pequenas que ocorrem apenas na superfície do elemento construtivo. São devidas, geralmente, à variações de temperatura ou umidade.

Trincas – Rachaduras de maior largura, afetando todo o elemento construtivo. Podem ser atribuídas às mais variadas causas: erro de dimensionamento de projeto; excesso ou má distribuição de sobrecarga; movimentação da estrutura por variação térmica, ou variação do teor de umidade; gradientes térmicos; envelhecimento; acidentes ou má execução;

Manchas de sujeira ou vegetação parasitária – Manchas que se formam na superfície dos revestimentos, devidas ao excesso de umidade, depósito de poeira, eflorescências, e desenvolvimento de organismos, tais como mofo, bolor etc;

Vesículas – São pequenos descolamentos que ocorrem nos materiais, provocados por expansões localizadas devidas a carbonatação retardada da cal, existência de matéria orgânica na argamassa etc.;

B-2 TIPOS DE ELEMENTO CONSTRUTIVO

Capitel – A parte componente que coroa uma coluna clássica, pilar ou pilastra;

Cornija – Elemento arquitetônico ou ornamental saliente, emoldurado, que acompanha a parte superior de uma fachada, porta, móvel etc.;

Cimalha – O mesmo que cornija;

Marquise – Cobertura em balanço construída sobre o acesso de porta externa, escada externa, ou vitrina, para dar-lhes proteção contra o sol ou a chuva;

Moldura – Variedade de contornos ornamentais dados aos membros ou às partes subordinadas de um edifício, tais como cornijas, capitéis, ombreiras etc.;

Pano cego – Uma porção ou uma extensão de parede, geralmente contida entre elementos de referência arquitetônicos, como pilastras, patamares, cantos e outros, sem a ocorrência de vãos;

Parapeito – Mureta ou obra similar de ferro, madeira e outros, que se eleva do chão ou do pavimento até a altura do peito, construída nas janelas, balcões, terraços etc. para possibilitar a aproximação ou encosto de pessoas, sem perigo de queda;

Peitoril – A peça que reveste o coroamento de um parapeito de sacada ou de janela;

Pingadeira – Meia-cana aberta na borda da face inferior das saliências de fachada, como molduras, cornijas, peitoris etc., para impedir que a água da chuva que cai sobre estas saliências escorra pelas parede;

Platibanda – Mureta, ou pequena parede, construída no coroamento de uma fachada para seu arremate e ao mesmo tempo para ocultar da vista o telhado;

Soco – A parte do embasamento de um edifício, acima do rés-do-chão e saliente do corpo da fachada;

Soleira – A parte inferior de um vão de porta ou de janela de sacada que fica ao nível do chão, como um prolongamento do piso interno, ou a peça correspondente de guarnecimento do vão referido.

ANEXO C

MAPAS DA CIDADE DE PELOTAS

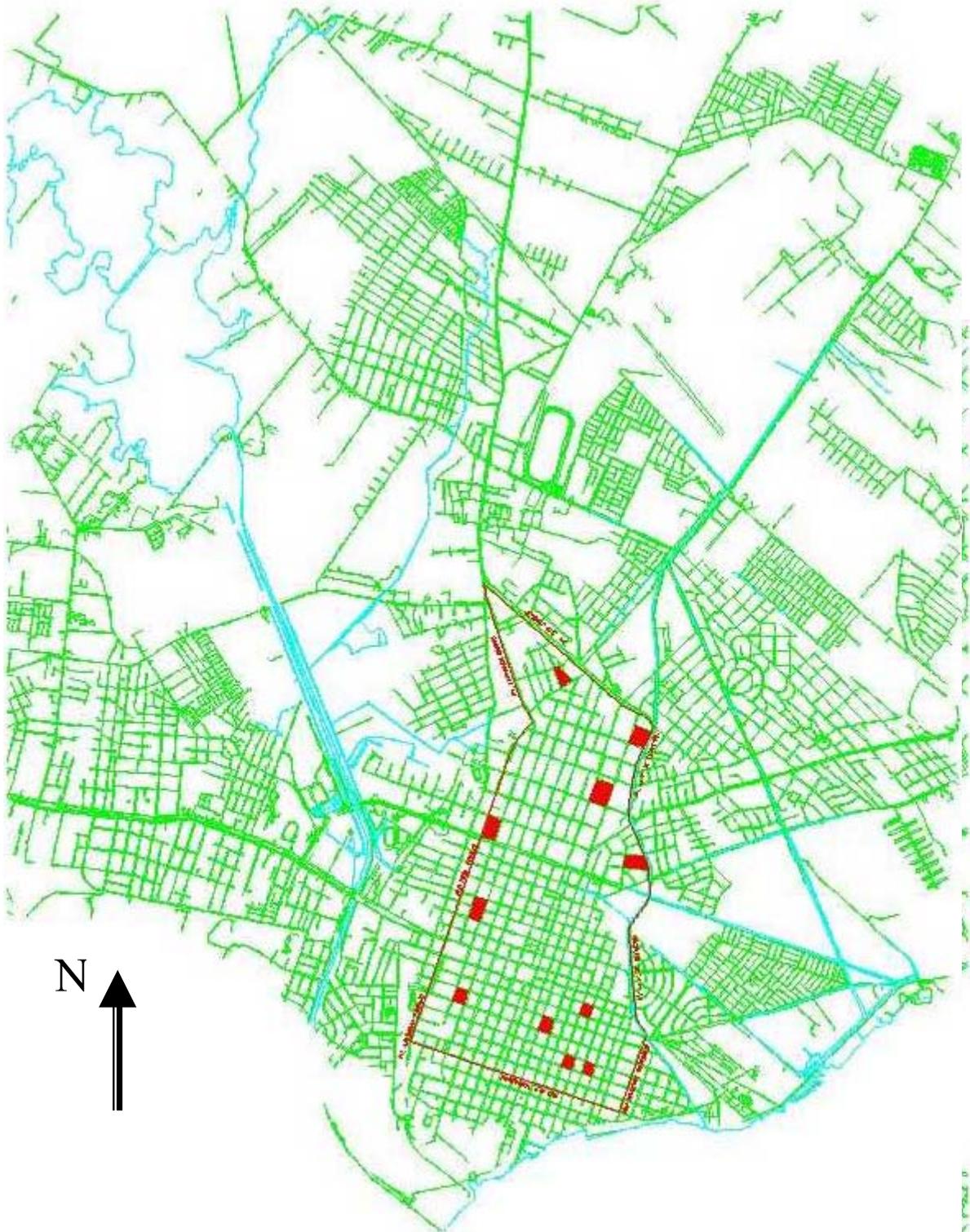


FIGURA C.1- Mapa da cidade de Pelotas

FIGURA C.2- Mapa da região central da cidade de Pelotas (delimitação da população amostrada).

ANEXO D

FOTOGRAFIAS DE ALGUMAS MANIFESTAÇÕES

PATOLÓGICAS ENCONTRADAS



FIGURA D.1 – Descolamento do revestimento de argamassa inorgânica.



FIGURA D.2– Descolamento do revestimento reboco aparente e trincas no parapeito.



FIGURA D.3 – Descolamento do revestimento tipo Minerplast.

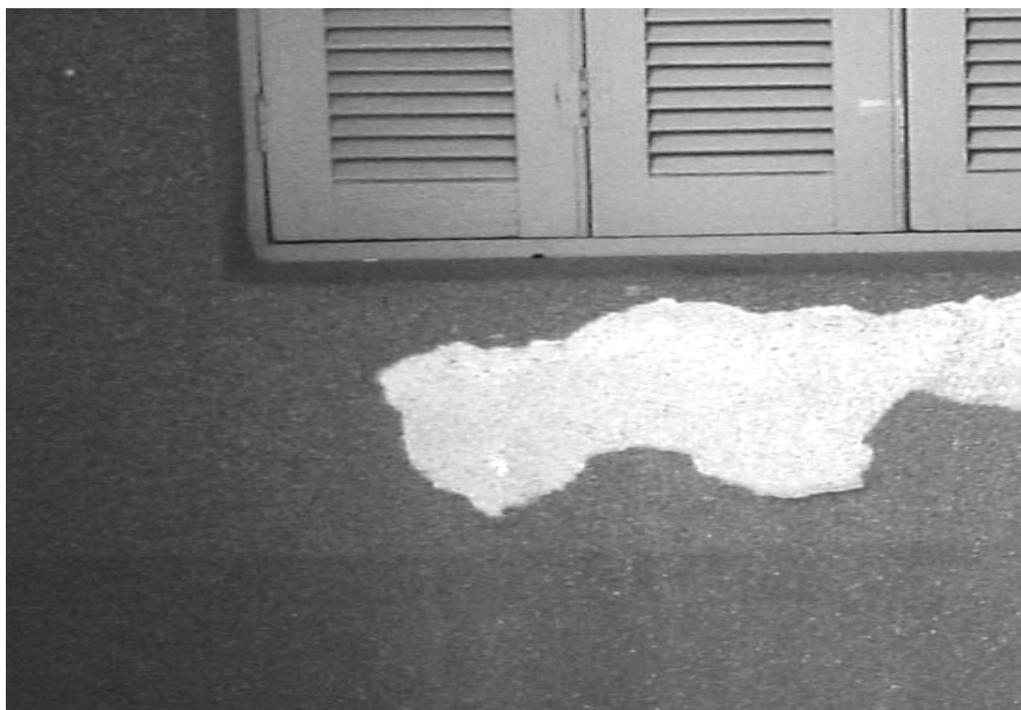


FIGURA D.4 – Descolamento do revestimento tipo Minerplast.



FIGURA D.5 – Fissuras do tipo mapeamento.



FIGURA D.6 – Fissuras do tipo mapeamento, manchas e descolamento da pintura.

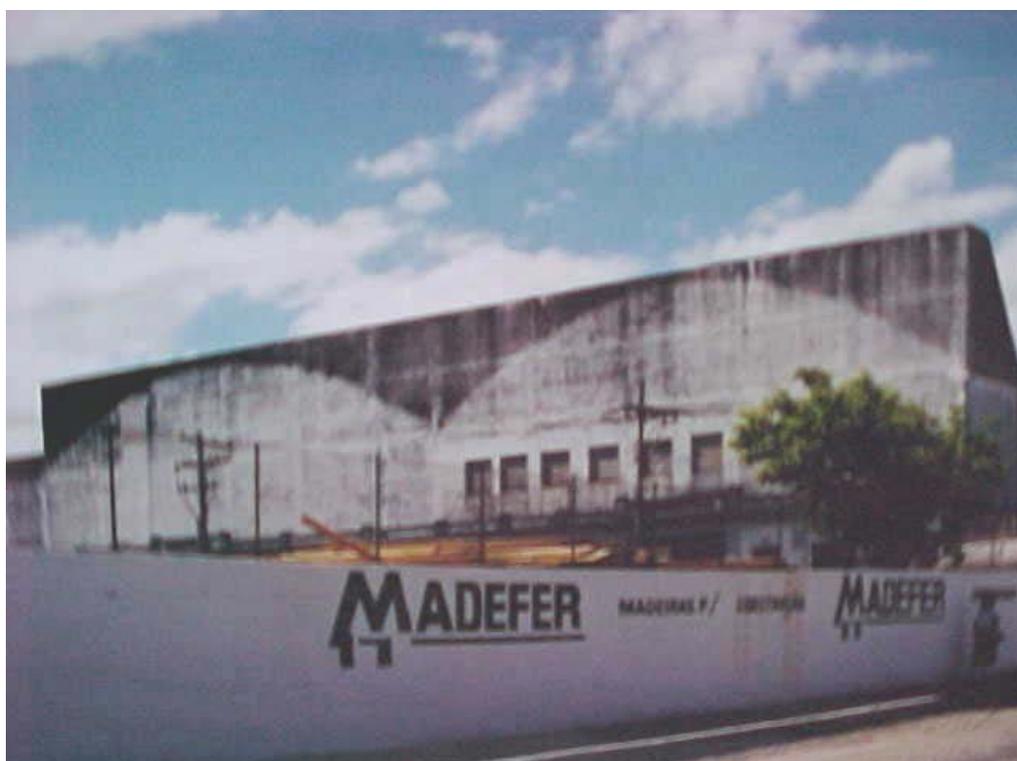


FIGURA D.7 – Manchas de sujeira e vegetação parasitária.



FIGURA D.8 – Manchas de sujeira e vegetação parasitária.



FIGURA D.9 – Umidade acidental, manchas de sujeira e vegetação parasitária.



FIGURA D.10 – Umidade ascensional, vegetação parasitária e descolamento e descoloração da pintura.