

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OBSERVADAS EM
REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA: ESTUDO DE CASO EM
CONJUNTO HABITACIONAL POPULAR NA CIDADE DE
CAXIAS DO SUL (RS)**

Gustavo Tramontina Segat

Porto Alegre
julho 2005

GUSTAVO TRAMONTINA SEGAT

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OBSERVADAS EM
REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA: ESTUDO DE CASO EM
CONJUNTO HABITACIONAL POPULAR NA CIDADE DE
CAXIAS DO SUL (RS)**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Mestrado
Profissionalizante em Engenharia da Escola de Engenharia da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia na
modalidade Profissionalizante

Porto Alegre

julho 2005

S454m Segat, Gustavo Tramontina

Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa : estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS) / Gustavo Tramontina Segat. – 2005.

Trabalho de conclusão (mestrado profissional) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Porto Alegre, BR-RS, 2006.

Orientação : Prof^a. Dr^a. Angela Borges Masuero

1. Patologia – Construção civil. 2. Revestimento de argamassa.
I. Masuero, Angela Borges, orient. II. Título.

CDU-691.53(043)

GUSTAVO TRAMONTINA SEGAT

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OBSERVADAS EM
REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA: ESTUDO DE CASO EM
CONJUNTO HABITACIONAL POPULAR NA CIDADE DE
CAXIAS DO SUL (RS)**

Este trabalho de conclusão foi julgado adequado para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovado em sua forma final pela professora orientadora e pelo Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, janeiro de 2006

Prof.a Angela Borges Masuero
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Prof.a Carin Maria Schmitt
Coordenadora do Curso

BANCA EXAMINADORA

Prof.a Denise Carpena Coitinho Dal Molin (UFRGS)
Dra. pela Universidade de São Paulo

Prof. Jairo José de Oliveira Andrade (PUC-RS/ULBRA)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Ruy Alberto Cremonini (UFRGS)
Dr. pela Universidade de São Paulo

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Prof.a Angela Borges Masuero pelo tempo disponibilizado para apoiar, instruir e orientar de forma competente este trabalho.

Aos meus familiares, em especial meus pais, pelo carinho e incentivo incondicionais e que foram e são fundamentais para transpor os desafios e dificuldades interpostas em minha vida.

Aos meus amigos pelo companheirismo e auxílio em momentos de esmorecimento.

Aos colegas da turma 2001 do Curso de Mestrado Profissionalizante na área da Construção Civil, pela salutar e alegre convivência durante o período de aulas, propiciando novas amizades e uma troca significativa de experiências.

Aos professores do Curso de Mestrado Profissionalizante pelos novos e valiosos conhecimentos transmitidos que certamente agregam valor em minha carreira profissional.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, à Escola de Engenharia e ao Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação – NORIE, pelo que representam em minha formação profissional, muito me orgulhando de haver integrado o corpo discente de importantes e reconhecidas instituições de ensino, tanto no período de graduação como agora em Curso de Mestrado Profissionalizante.

RESUMO

SEGAT, G.T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS)**. 2005. 166 f. Trabalho de conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre. 2006.

Os problemas nos revestimentos têm grande representatividade nas manifestações patológicas incidentes nas edificações. Os revestimentos, principalmente das fachadas, são verdadeiros formadores de imagem do imóvel. Ao declínio funcional do revestimento, provocado pelo surgimento de uma manifestação patológica, soma-se um prejuízo de natureza estética e simbólica, causado pela deterioração visual da edificação. O estudo sistemático dos problemas a partir das suas características manifestações patológicas permite um conhecimento mais aprofundado de suas causas e das possíveis medidas de terapia e prevenção. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta os resultados de um estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS). Para tal, foram catalogadas no trabalho, a partir de uma revisão bibliográfica, as manifestações patológicas mais frequentes em revestimentos de argamassa mista de cimento e cal, classificadas com base na sintomatologia aparente. Na inspeção de campo foram levantados dados acerca das manifestações patológicas incidentes nas fachadas externas de 300 sobrados edificadas de forma geminada. O estudo contempla exclusivamente as fachadas que remanescem originais ou com repintura, sendo desconsideradas as fachadas com ampliações de área construída. Os dados foram contabilizados por dois diferentes métodos chamados de Incidência e Intensidade, apurando, respectivamente, a frequência e a quantidade das manifestações nas fachadas. Os resultados obtidos na análise da distribuição geral das manifestações patológicas indicam que as fissuras do tipo disseminadas apresentam maior frequência e quantidade de ocorrência, tanto nas fachadas originais como naquelas repintadas. Através da análise da distribuição de cada tipologia de manifestação nos diferentes planos de fachada, são identificados os respectivos mecanismos de formação. Aponta os possíveis fatores intervenientes e condicionantes de ocorrência dos problemas patológicos. O estudo classifica ainda as manifestações patológicas incidentes nas fachadas dos sobrados de acordo com a origem, enquadrando-as como decorrentes de falhas de projeto, de execução, de materiais e de utilização.

Palavras-chave: revestimentos de argamassa; patologia das edificações; construção civil.

ABSTRACT

SEGAT, G.T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS)**. 2005. 166 f. Trabalho de conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre. 2006.

Pathological manifestations observed in mortar revetment: case study in a social housing project in the city of Caxias do Sul (RS)

Renderings' degradation has great importance in building pathological problems. The external rendering condition is important because it contributes to formation of the building's image. The appearance of pathological problems induces the rendering's functional decay and it also damages its aesthetics caused by the building's visual deterioration. The systematic study of rendering problems, based on typical manifestations, leads to a deeper knowledge of its causes, possible therapies and prevention. This work presents a case study developed in social housing projects located in Caxias do Sul, Southern Brazil, which aimed to investigate rendering problems in façades. The most frequent pathological problems related to cement-lime mortars found in the current literature were selected. In the field work, data on the pathological manifestations in three hundred two-storie twin houses were collected. The study is focused exclusively in the original façades or those repainted. Moreover, the study disconsidered the façades with extensions to the existing buildings. The data was analysed using two different methods called Incidence and Intensity, considering, respectively, the frequency and quantity of pathological manifestations in the façades. Observing the problem patterns, it was concluded that the most frequent manifestation, on both original and repainted walls, were random cracking. The deterioration mechanisms and all intervenient factors were identified by analysing the manifestation distribution on different plans of the façades. The pathological problems in the two-storie twin houses façades are also classified, according to their origins, as problems caused by mistakes in project, execution, materials specifications and failures originated during the use of the buildings.

Key-words: mortar renderings; building failures; construction.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: solicitações nos revestimentos | 25 |
| Figura 2: incidência de manifestações patológicas atendidas pelo CIENTEC/RS | 29 |
| Figura 3: distribuição de falhas de acordo com a origem das manifestações patológicas | 31 |
| Figura 4: estrutura para resolução de problemas patológicos | 34 |
| Figura 5: causas das manifestações patológicas nos revestimentos de argamassa | 47 |
| Figura 6: descolamento com empolamento da argamassa de revestimento, efeito da umidade sobre o reboco | 49 |
| Figura 7: descolamento em placa do revestimento por falta de chapisco | 51 |
| Figura 8: incidência de descolamento com pulverulência em revestimento interno | 52 |
| Figura 9: vesícula no revestimento em argamassa resultante de hidratação retardada de óxidos livres presentes na cal | 53 |
| Figura 10: fissuras mapeadas causadas por redução do volume da argamassa | 56 |
| Figura 11: fissuras horizontais no revestimento provocadas pela expansão da argamassa de assentamento | 58 |
| Figura 12: fissuras na argamassa de revestimento provenientes do ataque de sulfatos | 58 |
| Figura 13: destacamento entre alvenaria e estrutura por movimentações térmicas diferenciadas | 60 |
| Figura 14: eflorescência em superfície revestida com argamassa devido à percolação de água | 62 |
| Figura 15: revestimento em argamassa, com manchas de umidade, em adiantado processo de degeneração | 67 |
| Figura 16: incidência de espectro de juntas ou “fantasmas” em fachada de edificação | 69 |
| Figura 17: manchamento por contaminação atmosférica com parapeitos lavados irregularmente pela ação da água da chuva escorrida | 71 |
| Figura 18: fachada sul com acentuado manchamento em função da baixa evaporação de umidade que estimula a adesão de contaminantes atmosféricos | 72 |

| | |
|--|-----|
| Figura 19: vista geral do conjunto habitacional, Caxias do Sul (RS) | 76 |
| Figura 20: representação esquemática da situação do conjunto habitacional, Caxias do Sul (RS) | 78 |
| Figura 21: vista geral de um bloco de sobrados edificadas de forma geminada | 79 |
| Figura 22: planta baixa do pavimento inferior (a) e do pavimento superior (b) para cada módulo de dois sobrados geminados | 80 |
| Figura 23: fachada frontal original para um módulo de dois sobrados geminados | 80 |
| Figura 24: fachada de fundos original para um módulo de dois sobrados geminados | 81 |
| Figura 25: planilha de vistoria para preenchimento em campo | 84 |
| Figura 26: módulos subseqüentes de dois sobrados geminados edificadas em cotas de construção diferentes | 86 |
| Figura 27: configuração típica da incidência de fissuras disseminadas nos planos de fachada dos sobrados | 89 |
| Figura 28: área do revestimento com incidência de mapeamento | 89 |
| Figura 29: configuração típica da fissura incidente na parede comum entre dois sobrados geminados | 90 |
| Figura 30: fissura na parede comum entre módulos de dois sobrados geminados | 90 |
| Figura 31: fissura de maior abertura com origem não relacionada ao revestimento | 91 |
| Figura 32: manchas de umidade no revestimento decorrentes de respingos das águas das chuvas | 91 |
| Figura 33: superfície do revestimento com manchas de umidade de infiltrações e empolamento da pintura | 92 |
| Figura 34: incidência de vesícula no revestimento, percebendo-se também a presença de fissuras disseminadas nesse plano de fachada | 92 |
| Figura 35: descolamento em placa da argamassa do revestimento no entorno da esquadria | 93 |
| Figura 36: distribuição das manifestações quantificadas pelo Método de Incidência em planos de fachadas originais | 99 |
| Figura 37: distribuição das manifestações quantificadas pelo Método de Incidência em planos de fachada com repintura | 100 |

| | |
|--|-----|
| Figura 38: comparativo da distribuição das manifestações patológicas quantificadas pelo Método de Incidência para os planos de fachada originais e repintados | 101 |
| Figura 39: distribuição das manifestações quantificadas pelo Método de Intensidade em planos de fachada originais | 104 |
| Figura 40: comparativo da distribuição das manifestações patológicas quantificadas pelos Métodos de Incidência e de Intensidade para planos de fachada originais | 105 |
| Figura 41: distribuição das manifestações quantificadas pelo Método de Intensidade em planos de fachada com repintura | 107 |
| Figura 42: comparativo da distribuição das manifestações patológicas quantificadas pelos Métodos de Incidência e de Intensidade para planos de fachada com repintura | 109 |
| Figura 43: percentual de incidência de fissuras disseminadas nos planos de fachada originais | 111 |
| Figura 44: percentual de incidência de fissuras mapeadas nos planos de fachada originais | 118 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1: resumo das manifestações patológicas para o sub-grupo <i>descolamentos</i> | 73 |
| Quadro 2: resumo das manifestações patológicas para os sub-grupos <i>vesículas e fissuras</i> | 74 |
| Quadro 3: resumo das manifestações patológicas para os sub-grupos <i>eflorescências, manchas de umidade, espectro de juntas, manchas por contaminação atmosférica e corrosão mecânica e química</i> | 75 |
| Quadro 4: principais manifestações patológicas observadas nos revestimentos e possíveis causas de ocorrência | 88 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1: incidência de ocorrências patológicas nas construções | 27 |
| Tabela 2: distribuição percentual das três manifestações patológicas de maior incidência em habitações | 28 |
| Tabela 3: dados estatísticos de atendimento pós-obra dentro do prazo de garantia | 30 |
| Tabela 4: distribuição percentual de falhas de acordo com a origem | 30 |
| Tabela 5: número de sobrados por bloco | 77 |
| Tabela 6: situação das fachadas laterais de extremos dos blocos | 86 |
| Tabela 7: quantificação das principais manifestações patológicas observadas nos diferentes planos de fachada | 94 |
| Tabela 8: situação geral das fachadas dos sobrados | 97 |
| Tabela 9: quantidade e percentual da situação das fachadas analisadas por planos e pavimentos | 97 |
| Tabela 10: incidência das manifestações patológicas nos planos de fachada originais | 98 |
| Tabela 11: incidência das manifestações patológicas nos planos de fachada com repintura | 100 |
| Tabela 12: intensidade das manifestações patológicas nos planos de fachada originais | 104 |
| Tabela 13: intensidade das manifestações patológicas nos planos de fachada com repintura | 107 |
| Tabela 14: incidência de fissuras disseminadas nos planos de fachadas originais | 111 |
| Tabela 15: quantidade de fissuras disseminadas nos planos de fachadas originais | 114 |
| Tabela 16: média de fissuras disseminadas em cada 10 m ² de revestimento dos planos de fachada originais | 116 |
| Tabela 17: incidência de fissuras mapeadas nos planos de fachadas originais | 118 |
| Tabela 18: incidência e quantidade de mapeamentos nos planos de fachada originais | 120 |
| Tabela 19: incidência em planos de fachadas originais de fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados | 121 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 20: incidência nos blocos do conjunto de fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados | 122 |
| Tabela 21: incidência nos blocos do conjunto de fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados | 125 |
| Tabela 22: incidências em planos de fachadas originais de fissuras não relacionadas ao revestimento | 126 |
| Tabela 23: incidência de manchas de umidade por respingos em planos de fachadas originais | 128 |
| Tabela 24: incidência de manchas de umidade de infiltrações em planos de fachadas originais | 131 |
| Tabela 25: incidência de vesículas nos planos de fachadas originais dos blocos do conjunto habitacional | 132 |
| Tabela 26: quantidade de vesículas nos planos de fachadas originais dos blocos do conjunto habitacional | 134 |
| Tabela 27: incidência de descolamentos em planos de fachadas originais .. | 135 |
| Tabela 28: quantidade de descolamentos em planos de fachadas originais.. | 137 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 16 |
| 1.1 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA | 16 |
| 1.2 OBJETIVOS | 20 |
| 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO | 20 |
| 1.4 DELIMITAÇÕES | 21 |
| 2 PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES | 23 |
| 2.1 CONCEITOS E DEFINIÇÕES | 23 |
| 2.2 ORIGEM E INCIDÊNCIA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS | 25 |
| 2.3 ABORDAGEM DE UM PROBLEMA PATOLÓGICO | 31 |
| 2.3.1 Levantamento de subsídios | 34 |
| 2.3.1.1 Vistoria do local | 35 |
| 2.3.1.2 Estudo da anamnese | 37 |
| 2.3.1.3 Exames complementares | 39 |
| 2.3.1.4 Pesquisa | 40 |
| 2.3.2 Diagnóstico do problema | 40 |
| 3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA | 43 |
| 3.1 DESCOLAMENTOS | 48 |
| 3.1.1 Descolamento com empolamento | 49 |
| 3.1.2 Descolamento em placas | 50 |
| 3.1.3 Descolamento com pulverulência | 51 |
| 3.2 VESÍCULAS | 52 |
| 3.3 FISSURAS | 53 |
| 3.3.1 Fissuras mapeadas | 55 |
| 3.3.2 Fissuras horizontais | 57 |
| 3.3.3 Outras fissuras lineares | 59 |
| 3.4 EFLORESCÊNCIAS | 61 |
| 3.5 MANCHAS DE UMIDADE, MOFO, BOLOR | 65 |

| | |
|---|------------|
| 3.6 ESPECTRO DE JUNTAS OU “FANTASMAS” | 68 |
| 3.7 MANCHAS DECORRENTES DE CONTAMINAÇÃO ATMOSFÉRICA | 70 |
| 3.8 CORROSÃO QUÍMICA POR SUBSTÂNCIAS AGRESSIVAS | 72 |
| 3.9 QUADRO RESUMO DAS MANIFESTAÇÕES | 72 |
| 4 LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS DE CONJUNTO HABITACIONAL | 76 |
| 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO | 76 |
| 4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SOBRADOS | 77 |
| 4.3 CONSIDERAÇÕES QUANTO À METODOLOGIA ADOTADA | 81 |
| 4.4 COLETA DE DADOS | 83 |
| 4.5 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OBSERVADAS NA INSPEÇÃO DE CAMPO | 87 |
| 4.6 ORGANIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS REGISTROS | 93 |
| 5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS | 96 |
| 5.1 SITUAÇÃO DAS FACHADAS DOS SOBRADOS | 96 |
| 5.2 DISTRIBUIÇÃO GERAL DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS – MÉTODO DE INCIDÊNCIA | 98 |
| 5.2.1 Nos planos de fachada originais | 98 |
| 5.2.2 Nos planos de fachada com repintura | 100 |
| 5.3 DISTRIBUIÇÃO GERAL DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS – MÉTODO DE INTENSIDADE | 103 |
| 5.3.1 Nos planos de fachada originais | 103 |
| 5.3.2 Nos planos de fachada com repintura | 106 |
| 5.4 DISTRIBUIÇÃO SEGUNDO TIPOLOGIA DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA | 110 |
| 5.4.1 Fissuras disseminadas | 110 |
| 5.4.1.1 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Incidência | 110 |
| 5.4.1.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura – Método de Incidência | 113 |
| 5.4.1.3 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Intensidade | 114 |
| 5.4.1.4 Recorrência nos planos de fachada com repintura – Método de Intensidade | 116 |
| 5.4.2 Fissuras mapeadas | 117 |

| | |
|--|------------|
| 5.4.2.1 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Incidência | 117 |
| 5.4.2.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura – Método de Incidência | 119 |
| 5.4.2.3 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Intensidade | 120 |
| 5.4.3 Fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados | 121 |
| 5.4.3.1 Distribuição nos planos de fachada originais | 121 |
| 5.4.3.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura | 123 |
| 5.4.4 Fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados | 124 |
| 5.4.4.1 Distribuição nos blocos do conjunto habitacional | 124 |
| 5.4.4.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura | 126 |
| 5.4.5 Outras fissuras | 126 |
| 5.4.6 Manchas de umidade por respingos | 127 |
| 5.4.6.1 Distribuição nos planos de fachada originais | 128 |
| 5.4.6.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura | 129 |
| 5.4.7 Manchas de umidade de infiltrações | 130 |
| 5.4.7.1 Distribuição nos planos de fachada originais | 130 |
| 5.4.7.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura | 131 |
| 5.4.8 Vesículas | 132 |
| 5.4.8.1 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Incidência | 132 |
| 5.4.8.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura – Método de Incidência | 133 |
| 5.4.8.3 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Intensidade | 133 |
| 5.4.9 Descolamentos | 135 |
| 5.4.9.1 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Incidência | 135 |
| 5.4.9.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura – Método de Incidência | 136 |
| 5.4.9.3 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Intensidade | 137 |
| 5.5 ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS | 138 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 142 |
| 6.1 CONSIDERAÇÕES QUANTO À SITUAÇÃO CONSTRUTIVA DAS FACHADAS | 142 |
| 6.2 CONSIDERAÇÕES QUANTO À INCIDÊNCIA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS FACHADAS | 143 |
| 6.3 CONSIDERAÇÕES QUANTO À INTENSIDADE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS FACHADAS | 143 |
| 6.4 CONSIDERAÇÕES QUANTO À DISTRIBUIÇÃO SEGUNDO TIPOLOGIA DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA | 144 |

| | |
|--|------------|
| 6.4.1 Fissuras disseminadas | 144 |
| 6.4.2 Fissuras mapeadas | 145 |
| 6.4.3 Fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados | 146 |
| 6.4.4 Fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados | 146 |
| 6.4.5 Outras fissuras | 147 |
| 6.4.6 Manchas de umidade por respingos | 147 |
| 6.4.7 Manchas de umidade de infiltrações | 148 |
| 6.4.8 Vesículas | 148 |
| 6.4.9 Descolamentos | 149 |
| 6.5 CONSIDERAÇÕES QUANTO À ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS | 149 |
| 6.6 CONCLUSÕES FINAIS | 150 |
| 6.7 SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS | 150 |
| REFERÊNCIAS | 152 |
| APÊNDICE A | 157 |
| APÊNDICE B | 159 |
| APÊNDICE C | 161 |
| APÊNDICE D | 163 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA

As edificações são construídas pelo homem para abrigar o desenvolvimento satisfatório de inúmeras atividades fundamentais para a prosperidade da sociedade, como moradia, trabalho, educação, saúde, entre outras (DUARTE, 2001).

Segundo Richardson (1991 apud SILVA, 1996), uma das principais funções de uma edificação é isolar o ambiente interno das condições externas de temperatura, protegendo seus ocupantes das intempéries. Para que um edifício apresente um desempenho adequado deve ser estanque, estável, funcional, durável, bem como não deve apresentar custos demasiadamente elevados de execução e manutenção. Ou seja, o desempenho esperado de uma edificação corresponde ao atendimento das exigências do usuário, as quais compreendem basicamente segurança, habitabilidade e durabilidade (MASUERO, 2001).

Os usuários exigem segurança para utilização da construção, quer seja de ordem estrutural ou a intrusões, ou ainda quanto ao risco de início e propagação de incêndios. Requerem da edificação boas condições de higiene, estanqueidade e conforto higrotérmico, visual, tátil, acústico e antropodinâmico, contemplando então os requisitos desejados para habitabilidade. A durabilidade, por sua vez, está atrelada à conservação do desempenho ao longo do tempo e à economia quanto aos custos inicial e de manutenção (CARMO, 2002).

Tradicionalmente, a indústria da construção civil é um dos setores mais lentos para implementar inovações. No entanto, segundo Croce (2003), atualmente esta indústria tem se caracterizado por um acelerado desenvolvimento e uma crescente evolução das técnicas construtivas e do uso de novos materiais e produtos. A busca deste desenvolvimento e da modernização do setor tem motivado esforços envolvendo entidades governamentais, setoriais, iniciativa privada e comunidade acadêmica.

Uma série de fatores relacionados por Thomaz (1989) tem provocado a queda gradativa da qualidade das nossas construções, o que invariavelmente compromete o desempenho das edificações. Nesse sentido, menciona:

- a) a evolução da tecnologia dos materiais e das técnicas de projeto e execução, resultando em edifícios cada vez mais leves e esbeltos;
- b) as velocidades cada vez maiores com que as obras são conduzidas, em detrimento dos controles dos materiais e dos serviços;
- c) a desqualificação paulatina da mão-de-obra na indústria da construção civil, através da migração dos trabalhadores mais qualificados para indústrias mais nobres e com melhor remuneração;
- d) a formação deficiente de engenheiros e arquitetos;
- e) as políticas habitacionais e sistemas de financiamento inconsistentes, que propiciam a fuga de recursos para atividades meramente especulativas.

Ademais, a informalidade na construção civil é muito grande. A maior parte das obras em andamento é gerenciada pelo proprietário, que acaba comprando o material e construindo a própria casa sem respaldo técnico. Esse é o grande filão dos produtores de insumos da construção, direcionando seus esforços para um público que, muitas vezes, não tem condições de discernir acerca dos materiais mais apropriados, contribuindo para a ocorrência de problemas patológicos. A verdade é que, financeiramente para a indústria, o setor formal tem pouca importância, ficando relegado a um segundo plano e com pouco poder de reivindicação (LEAL, 2003a).

Na maioria das vezes, o comprometimento do desempenho das edificações é evidenciado pela incidência de problemas patológicos que ocasionam transtornos aos usuários. Constituem falhas que exigem reparos, reduzem a vida útil e o conforto do prédio, bem como provocam insalubridade, insatisfação psicológica do usuário e insegurança estrutural (DUARTE, 2001).

Os problemas nos revestimentos, em particular, têm grande representatividade nas manifestações patológicas incidentes nas edificações. Provocam uma insatisfação generalizada entre os usuários, ainda mais se for considerado que, após a conclusão de uma

construção, apenas a camada de revestimento permanece exposta de modo a proporcionar conforto funcional e estético. Os revestimentos, principalmente das fachadas, são verdadeiros formadores de imagem do imóvel, sugestionando o que se deve encontrar em seu interior (JUST; FRANCO, 2001).

Para Ambrose (1992 apud JUST; FRANCO, 2001), a principal impressão causada pelos edifícios nas pessoas consiste no que é visto em seu exterior. Normalmente, para cada oportunidade de análise dos aspectos internos de uma edificação, uma pessoa faz, quer seja caminhando ou mesmo dentro de seu automóvel, centenas e milhares de inspeções acerca do visual externo dos imóveis conforme um critério particular de julgamento.

Nesse sentido, Dorfman e Petrucci (1989) afirmam que, ao declínio do desempenho funcional de um revestimento, provocado pelo surgimento de um fenômeno patológico, soma-se, via de regra, um prejuízo adicional de natureza estética e simbólica, causado pela deterioração visual da edificação.

Kiss (2003) alerta que os revestimentos de argamassa estão cada vez mais apresentando problemas. Inclusive fachadas e paredes de empreendimentos que nem cumpriram o prazo de garantia já acusam manifestações patológicas expressivas.

Em contrapartida, com o recente processo de racionalização da construção civil, algumas construtoras buscaram diminuir a incidência de manifestações patológicas nas fachadas, onerosas financeira e empresarialmente, através da contratação de um profissional especializado em projetos de revestimentos. Embora a função é ainda rara no Brasil, o projetista de revestimento ganha espaço através da elaboração de um projeto de fachada com enfoque na produção, procurando antecipar decisões de especificação de materiais e execução de revestimento, como tipo de argamassa utilizada, forma de aplicação e posicionamento de juntas de movimentação (FRANCO, 2004).

Fica evidente que os profissionais da construção civil, em especial aqueles ligados à área de especificação, projeto e execução de revestimentos, devem necessariamente conhecer as diversas formas de deterioração possíveis e suas causas. Conhecimento relevante, conforme Johnson (1973 apud SILVA, 1996), para promover a qualidade dos materiais, da execução e do planejamento dos detalhes.

De forma correlata, o entendimento das causas dos problemas patológicos se mostra imprescindível para a recomendação de medidas corretivas apropriadas a cada caso específico, principalmente quando da impossibilidade de consulta técnica a um especialista em patologia das edificações (SILVA, 1996).

Andrade e Dal Molin (1997) referem que a catalogação e análise de ocorrências consistem em um ponto de partida para qualquer investigação patológica, justificando o grande esforço desenvolvido por importantes pesquisadores e instituições em nível mundial na execução de levantamentos de danos em vários tipos de edificações. O estudo sistemático dos problemas a partir de suas manifestações características, além de contribuir para o entendimento do processo de produção, permite uma análise mais aprofundada de suas causas, subsidia com informações os trabalhos de reparos e de manutenção, minimizando a incidência total de falhas.

Nesse contexto, o presente trabalho propõe o estudo das diversas formas de manifestações patológicas em revestimentos externos de argamassa mista de cimento e cal, relacionando suas descrições, configurações e mecanismos de formação, de modo a sistematizar o levantamento de ocorrências e verificar sua incidência e intensidade.

Assim, o trabalho preconiza o estudo das causas, manifestações e conseqüências dos problemas patológicos em revestimentos externos de argamassa de cimento, em particular daqueles auferidos em um conjunto habitacional popular, de forma que, paralelamente ao diagnóstico, possibilita retro-alimentar o processo de produção e uso das edificações, o que paulatinamente conduz a uma redução de falhas e contribui, de uma forma geral, para a melhoria da qualidade das edificações. Muito embora a pesquisa não contemple diretamente os métodos corretivos, busca-se através do entendimento dos problemas e suas causas, dotar os profissionais de conhecimento técnico que possibilite a estes indicar procedimentos de recuperação eficientes.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal do trabalho é levantar as ocorrências de manifestações patológicas nos revestimentos externos de argamassa em edificações integrantes de um conjunto habitacional popular existente na cidade de Caxias do Sul (RS).

Utilizando-se de uma pesquisa bibliográfica e de um estudo de caso, o trabalho tem o objetivo de verificar a incidência e a intensidade das manifestações patológicas evidenciadas nos revestimentos de fachadas externas de unidades habitacionais, registrando e analisando suas causas e configurações. Assim, os seguintes objetivos específicos podem ser relacionados:

- a) catalogar as manifestações patológicas mais comuns em revestimentos externos de argamassa mista de cimento e cal para fins de aplicação ao referido estudo;
- b) identificar a incidência e a quantidade de manifestações patológicas nas fachadas externas das unidades habitacionais;
- c) identificar as causas e origens das manifestações patológicas evidenciadas na inspeção de campo.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está organizado em seis capítulos. No capítulo 1, de introdução, são apresentados o tema e a justificativa do trabalho, abordando as funções das edificações, as peculiaridades e tendências da indústria da construção civil nacional, as implicações e prejuízos decorrentes da incidência de problemas patológicos, em especial nos revestimentos externos. Também são apresentados os objetivos, estrutura e delimitações do trabalho.

O capítulo 2 procura revisar conceitos e definições sobre a patologia das construções. Aborda estudos e levantamentos acerca da origem e incidência geral das manifestações patológicas, bem como demonstra a necessidade de estruturar e sistematizar a análise de um problema patológico a fim de corretamente diagnosticá-lo.

No capítulo 3, intitulado de manifestações patológicas em revestimento de argamassa, faz-se um diagnóstico da situação atual do setor de revestimentos na indústria da construção, classifica-se os problemas nos revestimentos segundo as causas, como também são analisadas as principais manifestações patológicas em revestimentos de argamassa com base na sintomatologia aparente. Nesse sentido, as manifestações são subdivididas em 8 tipologias: descolamentos, vesículas, fissuras, eflorescências, manchas de umidade, espectro de juntas, manchas decorrentes de contaminação atmosférica e corrosão química por substâncias agressivas.

No capítulo 4 é apresentado o levantamento de manifestações patológicas em fachadas de um conjunto habitacional na cidade de Caxias do Sul (RS), sendo inicialmente caracterizado o empreendimento e suas unidades habitacionais. São ainda feitas considerações sobre a metodologia de contagem dos registros, relacionados os procedimentos adotados para a coleta de dados em campo, bem como listadas as principais manifestações patológicas observadas e pormenorizados os procedimentos utilizados para organização e quantificação dos registros presentes no levantamento.

No capítulo 5 são apresentados e analisados os resultados obtidos, abordados para a situação das fachadas dos sobrados, para a distribuição geral das manifestações patológicas nos planos de fachada e para cada tipologia de manifestação observada. Faz-se ainda uma classificação dos problemas nos revestimentos de acordo com a origem das manifestações patológicas evidenciadas no estudo de caso realizado.

O capítulo 6 apresenta as considerações finais quanto à apresentação e análise dos resultados, bem como algumas sugestões para novas pesquisas e/ou trabalhos.

1.4 DELIMITAÇÕES

As manifestações patológicas em revestimentos de argamassa que constarão das abordagens do trabalho correspondem àquelas incidentes mais freqüentemente nas edificações da região sul do país, onde o clima é peculiarmente caracterizado pelas grandes variações diárias e anuais de temperaturas. Sendo assim, estão excluídas as manifestações patológicas mais complexas e com ocorrência mais remota.

A análise das manifestações patológicas a ser realizada está restrita aos revestimentos de paredes externas, contemplando exclusivamente, conforme especificações constantes no Memorial Descritivo do empreendimento, os revestimentos com argamassas mistas de cimento e cal produzidas no canteiro de obras, estando desconsideradas argamassas industrializadas, argamassas com substitutivos de cal e argamassas produzidas com entulho reciclado.

O trabalho limitar-se-á ao encaminhamento do diagnóstico das manifestações patológicas incidentes nos revestimentos das fachadas externas de unidades habitacionais, não indicando métodos corretivos para a recuperação dos revestimentos danificados. No entanto, o entendimento da relação causa e efeito implicitamente aborda condições gerais para a prevenção das manifestações patológicas estudadas.

2 PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES

O presente capítulo aborda conceitos e definições sobre a patologia das construções, discorre de um modo geral sobre a origem e a incidência das manifestações patológicas nas edificações e faz considerações sobre os procedimentos para a abordagem de um problema patológico.

2.1 CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Patologia é o ramo da Medicina, de acordo com os dicionários, que estuda as doenças. Verçozza (1991) refere que as edificações também podem apresentar defeitos comparáveis a doenças, tais como rachaduras, manchas, descolamentos, deformações, rupturas, entre outros. Por isso, convencionou-se chamar de Patologia das Edificações ao estudo sistemático desses defeitos.

Assim, por analogia com a Ciência Médica, a Patologia das Construções é o ramo da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos de ocorrência, as causas e as origens das doenças ou defeitos que ocorrem nas construções, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema (HELENE, 1992). Masuero (2001) acrescenta ainda que se trata de uma ciência que estuda as manifestações e conseqüências das situações em que as edificações ou suas partes deixam de apresentar um desempenho mínimo pré-estabelecido.

Para Cánovas (1988) a Patologia da Construção está intimamente ligada à qualidade. Embora os notáveis avanços no sentido de promover a qualidade nas construções, e a tendência de continuar progredindo cada vez mais, os casos patológicos não diminuíram na mesma proporção, podendo-se assumir apenas que tenha ocorrido uma razoável diminuição.

Na verdade, a percepção atual é de que a incidência de problemas patológicos nas construções tem aumentado, em função principalmente das estruturas mais deformáveis, das velocidades cada vez maiores de execução e da desqualificação paulatina da mão-de-obra. Nesse sentido, Addleson (1982) refere que os defeitos em edificações não são desconhecidos na história da

construção, ocorrendo desde os seus primórdios, preocupando em verdade o seu crescimento em quantidade, variedade e freqüência.

Cánovas (1988) refere que a Patologia das Construções não é uma ciência moderna, muito embora tenha ganhado proeminência apenas nos últimos anos. Cita o código de Hamurabi, elaborado na Mesopotâmia há cerca de quatro mil anos, como um exemplo da preocupação na antiguidade com a qualidade e desempenho das edificações, sendo reconhecido como o primeiro tratado sobre Patologia das Construções. As cinco regras básicas do citado Código, a julgar pelo seu drástico conteúdo, deve ter tido naquela época grande repercussão na qualidade da construção. Essas regras eram:

- a) se um construtor faz uma casa que não seja firme e seu colapso venha causar a morte do dono da casa, o construtor deverá morrer;
- b) se o colapso causar a morte do filho do dono da casa, o filho do construtor deverá morrer;
- c) se o colapso causar a morte de um escravo do dono da casa, o construtor deverá dar ao proprietário um escravo de igual valor;
- d) se a propriedade for destruída, o construtor deverá restaurar o que foi destruído por sua própria conta;
- e) se um construtor faz uma casa e não faz de acordo com as especificações, e uma parede ameaça desmoronar, o construtor deverá reforçar a parede por conta própria.

O estudo sistemático dos problemas a partir das suas características manifestações patológicas é destacado por Ioshimoto (1988), tendo em vista que permite um conhecimento mais aprofundado de suas causas, subsidiando com informações os trabalhos de recuperação e manutenção. Além disso, contribui para o entendimento do processo de produção das edificações em suas diversas etapas, de modo a minimizar a incidência total de problemas.

É nesse contexto que o presente trabalho pretende dar a sua parcela de contribuição. O levantamento de casos e incidências compreende uma parte importante no processo de conhecimento das Patologias das Construções, aprofundando o estudo dos sintomas e causas

das manifestações. Permite um correto discernimento dos problemas, dotando os agentes envolvidos de embasamento técnico no sentido de indicarem procedimentos terapêuticos plausíveis e eficientes, o que tende paulatinamente a reduzir a incidência de defeitos ou falhas, promovendo a prevenção e resultando numa melhoria da qualidade das edificações.

2.2 ORIGEM E INCIDÊNCIA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

As edificações, e em especial seus revestimentos, estão sujeitos a uma grande variedade de ações devidas a fenômenos de origem natural ou à própria utilização da construção (figura 1). Ações que podem originar a ocorrência de danos e tendem a degradar gradativamente as edificações e/ou seus elementos construtivos. Masuero (2001) destaca, externamente, a ação dos ventos, da chuva, da luz, do calor, das emissões gasosas, das vibrações e das variações térmicas e de umidade. Internamente, refere os efeitos da ventilação, do ar frio e quente, da umidade e da condensação. Também, faz menção às acomodações das fundações, à umidade proveniente do solo e às cargas estáticas e dinâmicas.

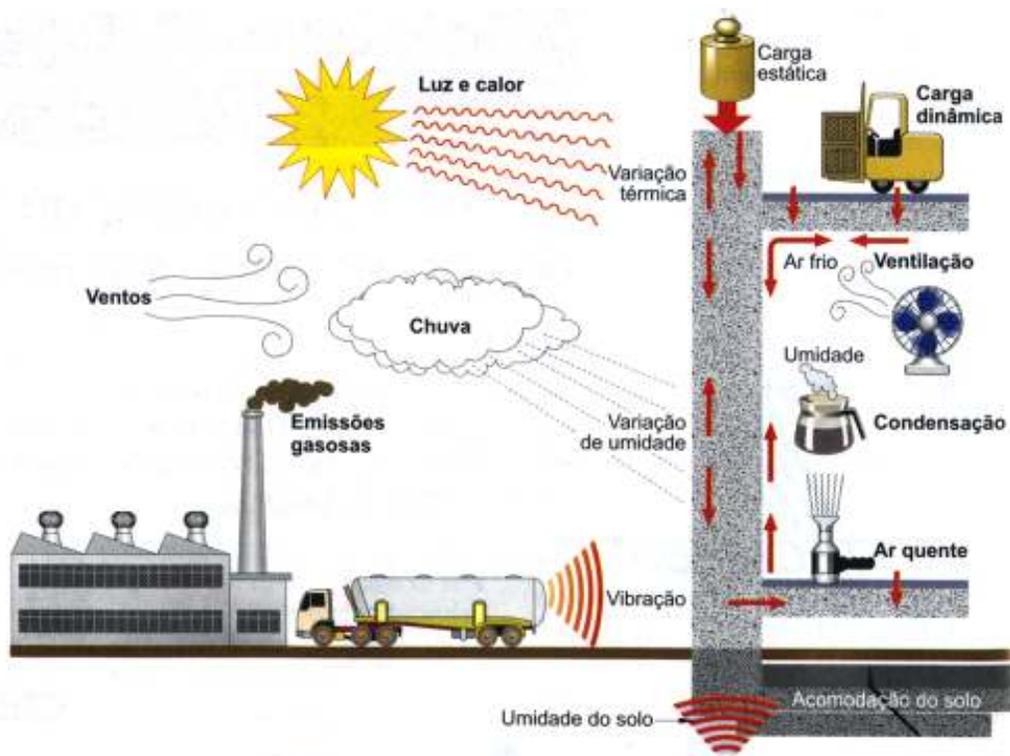


Figura 1: solicitações nos revestimentos (BONIN et al., 1999)

Não é surpreendente a grande variedade de causas para o surgimento de defeitos nas construções, tendo em vista a quantidade de materiais e técnicas envolvidas em uma construção, a diversidade de condições que caracteriza os espaços construtivos, a multiplicidade de usos das edificações e os erros de projeto ou execução. Nesse sentido, Eldridge (1982) relaciona as principais causas dos defeitos construtivos: projeto inadequado; execução em desacordo com o projeto ou descuidada; aplicação de cargas superiores às admissíveis pela construção e seus componentes; interação dos materiais e seus efeitos; uso inadequado da edificação; efeitos causados por agentes biológicos e variações térmicas.

Segundo Eldridge (1982), Ransom (1987) e Duarte (1998), a classificação das manifestações patológicas pode ser apresentada de diferentes formas, dependendo da análise pretendida, encontrando-se classificações segundo:

- a) os sintomas apresentados, como manchas de umidade, fissuras, corrosão, descolamentos, eflorescências, deformações, desagregação, entre outros;
- b) as causas das manifestações patológicas, podendo compreender a presença de umidade, a atuação de sobrecargas e de deformações, a incidência de variações térmicas e retração, entre outras;
- c) os elementos construtivos atingidos, podendo incidir em estruturas de concreto armado, em paredes, em revestimentos, em fundações, em portas e janelas, entre outros;
- d) os agentes causadores, de forma que as manifestações patológicas podem ser causadas pela água, pela radiação solar, pelo fogo, pela presença de sais, entre outros;
- e) as tensões envolvidas, podendo advir de esforços de flexão, tração, compressão, torção, flexocompressão, entre outros;
- f) as fases correspondentes do processo construtivo, nas quais as manifestações tiveram origem, podendo ser nas fases de planejamento, projeto, execução, uso, manutenção, entre outras.

Não é fácil conhecer a situação atual dos problemas patológicos nas construções, tendo em vista que as estatísticas normalmente não refletem a realidade. Muitos dos problemas e casos não são relatados, ficando à margem do conhecimento do meio técnico. Em geral, apenas os acidentes que provocam uma catástrofe são publicados, tendo suas causas determinadas a fim de apurar responsabilidades. Já os defeitos sem risco de ruína imediata muitas vezes não são divulgados, muito embora possam causar danos progressivos que terminarão comprometendo a construção (KLEIN et al., 1999).

No entanto, dentre as inúmeras estatísticas acerca das causas dos danos nas construções, a Revista Construção São Paulo (1993 apud KLEIN et al., 1999) apresenta o levantamento da tabela 1. Destaca-se a grande porcentagem de problemas decorrentes de umidade e infiltrações (70%), estando a incidência de defeitos nos revestimentos entre as principais causas.

Tabela 1: incidência de ocorrências patológicas nas construções

| TIPO DE OCORRÊNCIA | INCIDÊNCIA (%) | PRINCIPAIS CAUSAS |
|---|-----------------------|--|
| Manchas de umidade e bolor em paredes, infiltrações | 70 | Impermeabilização, revestimento, instalação e qualidade de esquadrias |
| Trincas e fissuras decorrentes de movimentação estrutural | 47 | Estrutura inadequada, alvenaria convencional sem vigas e pilares |
| Trincas e fissuras decorrentes de recalque de fundações | 26 | Falta de fundação ou inadequada para o solo |
| Afundamento pisos (pisos ocos) | 9 | Má compactação do aterro |
| Flexão da estrutura do telhado | 7 | Uso de madeira de baixa qualidade ou com tratamento inadequado, dimensionamento inadequado da estrutura do telhado |
| Fixação deficiente das telhas | 7 | Muitas vezes associado ao problema anterior, instalação de telhas de fibrocimento sem seguir normas do fabricante |
| Cupim em madeiras | 2 | Uso de madeira de baixa qualidade ou com tratamento inadequado |

(fonte: REVISTA CONSTRUÇÃO SÃO PAULO, 1993 apud KLEIN et al., 1999)

Uma pesquisa específica realizada por Ioshimoto (1988), em conjuntos habitacionais do Estado de São Paulo, permitiu a catalogação de problemas patológicos em quase 500 habitações. A tabela 2 relaciona percentualmente os resultados de ocorrência de umidade, fissuração e descolamentos dos revestimentos, identificados no estudo como os três

problemas de maior incidência nas habitações vistoriadas. Destaca-se novamente a grande incidência de manifestações patológicas nos revestimentos das edificações.

Tabela 2: distribuição percentual das três manifestações patológicas de maior incidência em habitações

| TIPO DE CONSTRUÇÃO | IDADE (anos) | UMIDADE (%) | TRINCAS (%) | DESCOLAMENTO DE REVESTIMENTO (%) |
|---------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---|
| Casas térreas | 1 – 3 | 42 | 29 | 29 |
| | 4 – 7 | 50 | 25 | 25 |
| | > 8 | 37 | 35 | 28 |
| Apartamentos | 1 – 3 | 52 | 35 | 7 |
| | 4 – 7 | 86 | 14 | – |
| | > 8 | 82 | 12 | 6 |

(fonte: IOSHIMOTO, 1988)

Dal Molin (1988) realizou um estudo em 1615 manifestações patológicas atendidas pela Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC) no Estado do Rio Grande do Sul no período de 1977 e 1986, sendo constatado um grande número de incidências relativas à fissuração (66,01%), tanto em componentes de concreto, como nas alvenarias e nos revestimentos. Problemas com umidade (18,08%) e descolamentos (8,36%) aparecem no levantamento em menor número de incidências (figura 2). Percentuais que sugerem a influência das características ambientais na incidência das manifestações patológicas, em especial as movimentações térmicas provocadas pela ocorrência de grandes variações diárias e anuais de temperatura na região sul do país. Podem indicar ainda a maior preocupação dos usuários das edificações em relação à fissuração, o que conduz a um maior número de chamados por especialistas para investigação dessa manifestação patológica.

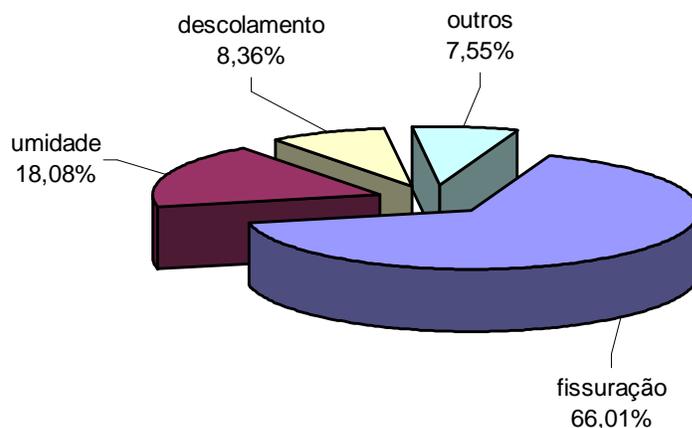


Figura 2: incidência de manifestações patológicas atendidas pelo CIENTEC/RS (DAL MOLIN, 1988)

Buscando melhor definir as responsabilidades das construtoras e condomínios, bem como evitar complicações futuras, a entrega de manuais de uso e conservação da edificação tem se mostrado de suma importância para conscientizar condôminos e administradores da relevância da elaboração de um programa de manutenção preventiva. De acordo com Sayegh (2004), o item mais polêmico nessa relação entre proprietário e construtora é a fachada. Problemas na pintura, descolamento de revestimento e fissuras muitas vezes ocorrem devido a manutenções inadequadas, bem como re-pinturas tardias e serviços realizados de forma incorreta podem gerar problemas maiores. Segundo amostragem auferida por uma empresa construtora (tabela 3), as fissuras nos revestimentos respondem em média por 15% dos chamados para atendimento pós-obra dentro do prazo de garantia, enquanto outros problemas com revestimentos externos correspondem a 8,4% dos atendimentos.

Tabela 3: dados estatísticos de atendimento pós-obra dentro do prazo de garantia

| Itens | % |
|----------------------------|----------|
| Fissuras – revestimento | 15,0 |
| Esquadrias de alumínio | 9,8 |
| Revestimentos externos | 8,4 |
| Impermeabilizações | 7,9 |
| Esquadrias de madeira | 4,8 |
| Fissuras na estrutura | 4,5 |
| Azulejos | 3,7 |
| Louças e metais | 3,7 |
| Banheiras de hidromassagem | 2,5 |
| Instalações elétricas | 2,5 |

(fonte: SAYEGH, 2004)

Diante dos números apresentados, percebe-se que as manifestações patológicas em revestimentos têm considerável representatividade nos problemas que incidem e deterioram as edificações. Indica a necessidade dos profissionais da construção civil demandarem mais atenção nos projetos, nas execuções dos revestimentos e na especificação dos materiais.

Lichtenstein (1985) compilou de diversos trabalhos realizados na Bélgica, Inglaterra, Alemanha, Dinamarca e Romênia, a distribuição percentual das falhas de acordo com a origem dos problemas patológicos (tabela 4). Muito embora retratem resultados de países europeus, os percentuais referenciam que os problemas patológicos têm origem principalmente em falhas de projeto, seguido respectivamente em falhas de execução e dos materiais.

Tabela 4: distribuição percentual de falhas de acordo com a origem

| ORIGEM DAS FALHAS | BÉLGICA (%) | INGLATERRA (%) | ALEMANHA (%) | DINAMARCA (%) | ROMÊNIA (%) |
|--------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Projeto | 49 | 49 | 37 | 36 | 37 |
| Execução | 22 | 29 | 30 | 22 | 19 |
| Materiais | 15 | 11 | 14 | 25 | 22 |
| Utilização | 9 | 10 | 11 | 9 | 11 |
| Diversos | 5 | 1 | 8 | 8 | 11 |

(fonte: LICHTENSTEIN, 1985)

A figura 3 apresenta a distribuição das falhas em edificações de acordo com a origem das manifestações patológicas segundo Verçoza (1991), percebendo-se uma ordem hierárquica semelhante àquela apresentada por Lichtenstein (1985), uma vez que 40% das falhas são atribuídas ao projeto, 28% à execução, 18% aos materiais, 10% ao uso inadequado e 4% ao planejamento deficiente.

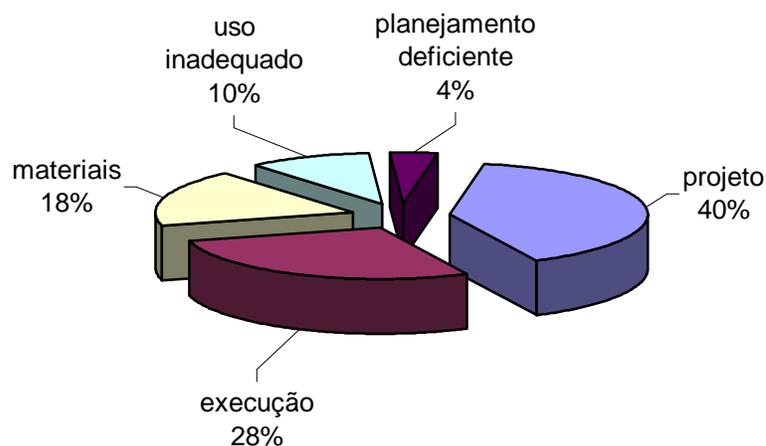


Figura 3: distribuição de falhas de acordo com a origem das manifestações patológicas (VERÇOZA, 1991)

2.3 ABORDAGEM DE UM PROBLEMA PATOLÓGICO

A resolução de um problema patológico envolve a aplicação de um conjunto complexo de procedimentos (CARMO, 2002). Dentre os procedimentos, a investigação necessariamente requer o agrupamento de um conjunto de conhecimentos específicos, bem como o discernimento para depuração daqueles que efetivamente se mostram relevantes para o problema patológico analisado.

Leal (2003) refere que uma das formas de identificar as causas das manifestações patológicas consiste em vislumbrar o procedimento correto de um modo global, desde a fase de planejamento, e verificar se todas as exigências foram tratadas de forma adequada.

Carmo (2002) salienta que a prática profissional para análise de problemas patológicos muitas vezes é caracterizada pela falta de uma metodologia cientificamente reconhecida e comprovada, prevalecendo, em muitas situações, a experiência pessoal no direcionamento das rotinas de investigação.

O correto diagnóstico é a etapa mais importante no tratamento de um problema patológico, de modo que a determinação das causas e origens pode compreender o entendimento de questões que, num primeiro instante, parecem à margem do foco do problema. Duarte (2001) exemplifica algumas dessas questões importantes que algumas vezes podem passar despercebidas:

- a) idade do prédio;
- b) quais são, qual a forma e como estão localizados os defeitos;
- c) verificar se há alteração da manifestação diante de diferentes condições climáticas;
- d) observar obras semelhantes e/ou vizinhas;
- e) analisar o projeto, averiguando se ocorreram modificações no projeto original;
- f) investigar se houve problemas durante a execução da obra;
- g) identificar quando surgiram os defeitos;
- h) analisar a possibilidade de algum elemento externo ter contribuído para causar os danos.

Na proposição de uma metodologia para diagnóstico de manifestações patológicas em revestimentos, Campante e Sabbatini (2001) referem que uma boa análise dos mecanismos de ocorrência deve recorrer a uma análise hierárquica. Inicia-se pela observação do defeito ou manifestação patológica, buscando constatar a sua causa imediata, passando-se posteriormente pela sua natureza, ou seja, causa secundária, e chegando-se à origem do problema, a sua causa primária.

Para Johnson (1973 apud SILVA, 1996), o especialista deve primeiramente ser capaz de identificar o problema. Condição atrelada a uma formação técnica que lhe permita discernir quais são as informações técnicas necessárias, bem como onde e como buscá-las. Além disso, a experiência é indispensável. Índícios obscuros, e/ou despercebidos, em uma primeira situação investigada, serão facilmente detectados pelo profissional em oportunidades subsequentes.

Noronha (1984 apud SILVA, 1996) considera a etapa de determinação das causas geradoras das anomalias a mais importante e também a mais complexa, sendo indispensável que o especialista tenha conhecimentos prévios sobre a constituição, propriedades físicas e mecânicas dos materiais. Para ASCE (1989 apud SILVA, 1996), o especialista deve ter ainda o perfeito entendimento do projeto e do processo construtivo da edificação, além de buscar todos os dados de sua vida útil e dos efeitos ambientais relacionados com a falha.

Diante do conjunto de conhecimentos demandados para subsidiar o diagnóstico, fica evidente a necessidade de racionalizar o processo de entendimento dos problemas patológicos, principalmente quando da impossibilidade de consulta a especialistas no assunto. Nesse sentido, mostra-se recomendável utilizar alguma metodologia estruturada para diagnóstico e resolução. Estrutura básica, por exemplo, proposta por Lichtenstein (1985), a qual consiste de três passos ou etapas a serem cumpridos: levantamento de subsídios, diagnóstico e definição de conduta (figura 4).

Considerando os objetivos do presente trabalho, tem-se que seu propósito restringe-se às duas primeiras partes da estrutura proposta por Lichtenstein (1985), mostrando-se pertinente pormenorizá-las.

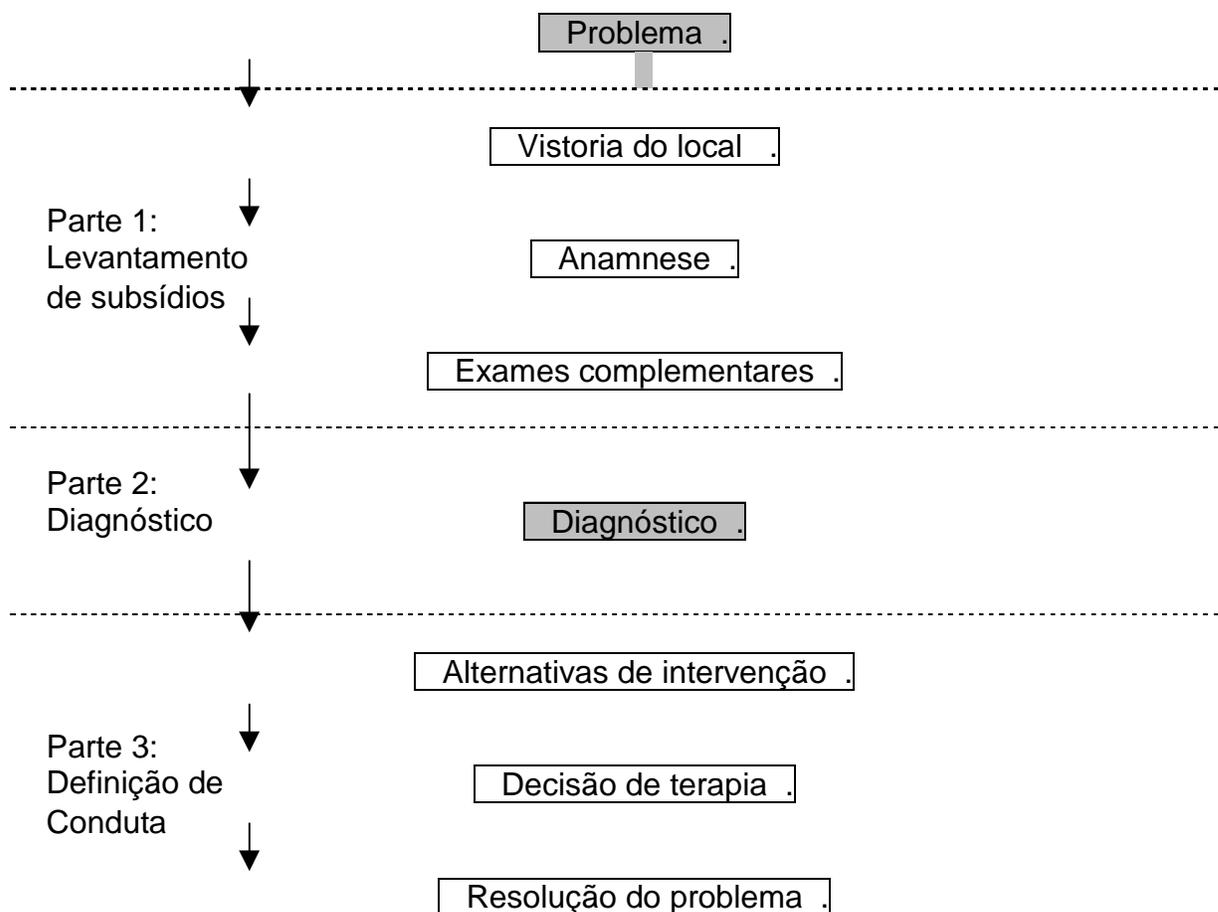


Figura 4: estrutura para resolução de problemas patológicos (LICHTENSTEIN, 1985)

2.3.1 Levantamento de subsídios

Consiste em acumular e organizar informações necessárias e suficientes ao entendimento completo dos fenômenos envolvidos nos problemas patológicos investigados, os quais estão invariavelmente relacionados a uma queda de desempenho da edificação. O quadro geral de sintomas apresentados normalmente é chamado de sintomatologia. O levantamento de subsídios compreende basicamente a vistoria do local, o estudo da anamnese e a realização de exames complementares (CARMO, 2002). Em Barros et al. (1997) é referida a pesquisa como uma outra fonte para levantamento de informações, podendo ser bibliográfica, tecnológica e científica.

2.3.1.1 Vistoria do local

A vistoria consiste no exame circunstanciado e minucioso dos elementos construtivos afetados pela incidência de manifestações patológicas, incluindo o levantamento das condições do meio ambiente. Para tal utiliza-se os sentidos humanos e determinados instrumentos específicos, a fim de auferir subsídios que possibilitem o completo entendimento dos fenômenos. Dependendo da extensão dos sintomas, o exame pode estender-se à edificação ou então ficar restrito a uma região específica. Na insuficiência de informações para a elaboração do diagnóstico, a vistoria pode ter seu horizonte de investigação ampliado, abrangendo inclusive a circunvizinhança. Na verificação da sintomatologia é imprescindível caracterizar o problema e identificar a extensão dos riscos à segurança dos usuários (CARMO, 2002).

Lichtenstein (1985) propõe que alguns passos específicos sejam cumpridos nas vistorias no intuito de chegar a uma conclusão objetiva, dando um direcionamento às atividades, sem, todavia, impedir uma postura de contínua adaptação ao longo das experiências adquiridas. Nesse procedimento sugerido, a vistoria consiste basicamente de quatro passos: determinação da existência e da gravidade do problema; definição da extensão e do alcance do problema; caracterização dos materiais e da patologia; e registro dos resultados.

A constatação de um problema patológico deve ser feita a partir da comparação, em geral qualitativa, entre o desempenho exigido do elemento construtivo e o efetivamente encontrado. Na maioria das vezes, em revestimentos, a verificação da existência ou não do problema é imediata. Em determinadas situações, os sintomas a serem reconhecidos podem não provocar uma deterioração aparente dos materiais, não incidindo risco de ruína e/ou de perigo iminente, devendo, no entanto, serem corretamente constatadas e verificadas suas causas. Nos casos em que sejam constatados problemas significativos quanto à integridade do revestimento, as medidas cabíveis para evitar riscos desnecessários devem ser tomadas, como, por exemplo, isolamento do local ou da área atingida para viabilizar a realização da vistoria sem qualquer risco à segurança humana (BARROS et al., 1997).

Tendo-se determinado a existência e a gravidade do problema, é necessário observar se o mesmo é localizado ou generalizado. Sendo localizado, sua identificação e resolução ficam limitadas a apenas uma parte da edificação. No entanto, se generalizado, deverá ser adotada uma postura de investigação no sentido de vistoriar o todo do edifício, sem que se incorra em

possíveis esquecimentos ou repetição de atividades. Em Barros et al. (1997) é proposto o seguinte roteiro de investigação:

- a) iniciar o exame pela parte superior do edifício, continuando em direção ao térreo e/ou subsolos;
- b) cada ambiente de interesse, em todos os pavimentos, deve ser vistoriado obedecendo um caminamento estabelecido (horário ou anti-horário);
- c) deve-se realizar uma inspeção aos edifícios circunvizinhos, verificando suas condições;
- d) após vistoriado o interior do edifício, realizar se necessário o exame do exterior, partindo de procedimentos análogos;
- e) buscar realizar um levantamento de dados gerais sobre a área em questão, como, por exemplo, a identificação das características climáticas, a incidência de chuvas, a existência e nível do lençol freático e outros elementos que possam ser registrados.

Terminada a fase que pode ser denominada de delimitação e planejamento da vistoria, passa-se propriamente ao levantamento de subsídios realizando a caracterização dos materiais e da patologia. Nesta fase da vistoria, a técnica passível de ser utilizada é função dos instrumentos disponíveis, mostrando-se os cinco sentidos humanos essenciais em todos os casos. Por maior que seja a habilidade na utilização de equipamentos e a experiência profissional, os sentidos humanos apresentam, para o técnico, a realidade sem intermediação. Os equipamentos, por sua vez, quantificam as impressões, sendo uma espécie de prolongamento da capacidade do técnico de aprender a realidade, de forma que as mais variadas ferramentas podem se mostrar necessárias para o exame de uma manifestação patológica, tais como: nível de mangueira, fio de prumo, nível de mão, régua, metro, esquadro, termômetro de contato, lupa graduada, testemunhas de metal ou vidro, espátulas, prancheta, papéis para desenho e anotações, máquina fotográfica, entre outros. Segundo Lichtenstein (1985), os sentidos humanos e os equipamentos têm respectivos campos de atuação e limitações, sendo recomendável harmonizar seu uso.

A conclusão da vistoria dá-se com o registro dos resultados, realizado de forma a estruturar as observações feitas, permitindo assim formular o diagnóstico do problema. Nesse sentido, os resultados obtidos devem ser documentados a partir de uma ordem cronológica de acontecimentos, utilizando para tal de croquis e/ou indicações em projetos (quando existirem), ou mesmo em simples desenhos somados às observações escritas e às fotografias realizadas (BARROS et al., 1997).

2.3.1.2 Estudo da anamnese

A anamnese consiste no levantamento do histórico do problema e da construção, através da obtenção de informações que possibilitem descobrir fatos atrelados às prováveis causas do surgimento das manifestações. Informações que podem ser colhidas junto a pessoas envolvidas com o empreendimento e na análise de documentos formalizados da obra (CARMO, 2002). Segundo Lichtenstein (1985), o estudo da anamnese somente deverá ser desenvolvido quando for constatada a escassez de subsídios para diagnosticar o problema na fase de vistoria do local.

As entrevistas com pessoas envolvidas com o empreendimento, dependendo da fase em que se encontra, podem envolver um universo variável de pessoas, destacando-se: operários da obra; fabricantes e fornecedores de materiais; construtores; projetistas; promotor do empreendimento; vizinhos; usuários; entre outros. A entrevista pode variar em função do caso analisado, no entanto, algumas perguntas geralmente se repetem, conforme relacionadas em Lichtenstein (1985):

- a) quando foram constatados os sintomas pela primeira vez e de que forma?;
- b) os problemas foram objeto de intervenção anterior? Se sim, quais as intervenções realizadas e quais os resultados obtidos?;
- c) no decorrer da construção foram feitas modificações no projeto, nos procedimentos de execução ou na especificação dos materiais?;
- d) foram tomados os cuidados necessários quanto à manutenção e limpeza ou aconteceram fatos não previstos?;

- e) quando o usuário notou pela primeira vez o problema e quando resolveu intervir?;
- f) haveria possibilidade de se recordar de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do problema?;
- g) ocorreram episódios de reaparecimento dos sintomas ou de agravamento dos mesmos?;
- h) as alterações ocorridas com as condições climáticas, mudam as características dos problemas?

As informações decorrentes dessa etapa são valiosas para a análise do problema, entretanto devem ser consideradas com muito cuidado. Podem retratar uma realidade parcial diante da existência, muitas vezes, de interesses contraditórios entre os envolvidos. Ou ainda, o informante pode não ter percebido o problema tão logo tenha ocorrido, repassando uma idéia equivocada do período de ocorrência. Também, fatos importantes podem restar omitidos por falhas de memória (BARROS et al., 1997).

Como as informações obtidas das entrevistas podem não fornecer um quadro suficientemente amplo e confiável para o estabelecimento da anamnese do caso, os documentos produzidos durante a realização da obra, e no período de utilização do edifício, constituem uma fonte complementar de informação cuja veracidade não é questionada (LICHTENSTEIN, 1985). Nesse sentido, podem ser investigados: projetos, memoriais descritivos, cadernos de encargos, especificações de materiais, diário de obras, registro de ensaios, notas fiscais, contratos para execução dos serviços, cronograma físico-financeiro previsto e executado, manuais de execução e uso, entre outros. Cuidados especiais devem ser tomados quando da investigação de projetos, uma vez que durante a execução podem ser realizadas variações não registradas em relação ao projeto original.

Embora o levantamento histórico da edificação, de modo geral, tenha documentação muito esporádica e ineficiente, não se tratando de uma atividade sistematizada, bem como as respostas obtidas verbalmente não serem diretamente conclusivas, as informações obtidas no estudo da anamnese do caso devem ser cuidadosamente consideradas e compiladas para utilização na formação do diagnóstico. Segundo Barros et al. (1997), faz-se necessária uma

reavaliação e confrontação dos resultados cadastrados na fase de vistoria do local com aqueles obtidos no estudo da anamnese.

2.3.1.3 Exames complementares

Os exames complementares são necessários quando a observação visual do problema e o levantamento de informações sobre a construção não foram suficientes para a formulação do diagnóstico. Compreendem a realização de análises ou ensaios, no local ou em laboratório, para avaliar as características dos materiais. Normalmente são realizados por técnicos especializados, distinguindo-se dos exames realizados na vistoria inicial pela complexidade dos métodos e equipamentos utilizados. Os exames complementares necessários são definidos a partir das hipóteses formuladas, sendo realizados para dirimir alguma dúvida quanto à provável causa do problema, reforçando uma hipótese ou afastando-a (CARMO, 2002).

Os ensaios laboratoriais, na maioria das vezes, servem para avaliar determinadas amostras, coletadas no intuito de quantificar e qualificar o comportamento físico-químico dos materiais, procurando reproduzir as condições de exposição a que estão submetidos quando da utilização no edifício. Para Barros et al. (1997), o mais importante nesta fase é o conhecimento que o profissional possui para prescrever os ensaios adequados para cada caso, mostrando-se imprescindível a experiência adquirida frente a problemas já solucionados, visto que os ensaios, de forma geral, atingem um elevado custo e muitas vezes são demorados.

Em se tratando de revestimentos verticais, através de ensaios laboratoriais podem ser determinadas características de porosidade, coeficiente de dilatação, resistência de aderência, resistência a ataques químicos, entre outros. As argamassas empregadas também podem ser ensaiadas, buscando principalmente discernir acerca do seu tempo de vida útil, trabalhabilidade, capacidade de absorver deformações, resistência à compressão, entre outras (BARROS et al., 1997).

Sendo o tema proposto para a pesquisa as manifestações patológicas dos revestimentos, a reconstituição do traço da argamassa possivelmente constitui o exame complementar de maior interesse, ou seja, conhecer a relação entre os teores de aglomerante e de agregado da argamassa (CINCOTTO et al., 1997).

Os ensaios realizados no local se caracterizam pela utilização e aplicação de equipamentos específicos na obra, medindo-se ou avaliando-se determinadas características do edifício, ou de uma de suas partes. Estes ensaios complementares são distintos daqueles que podem ser realizados na vistoria inicial basicamente pela particularidade e, em alguns casos complexidade, dos equipamentos necessários a sua realização. Outra distinção é a necessidade que alguns exames complementares têm de se estenderem no tempo (LICHTENSTEIN, 1985). Em função das características a serem avaliadas, os ensaios no local podem ser de natureza destrutiva ou não destrutiva. Em geral, o campo de amostragem é constituído de corpos-de-prova pertencentes a partes danificadas e outras partes que não apresentam os problemas, devendo os resultados ser devidamente analisados e confrontados. Especificadamente nos revestimentos, segundo Barros et al. (1997), os ensaios mais prováveis nesta etapa são os de verificação da resistência de aderência e da permeabilidade.

2.3.1.4 Pesquisa

Não conseguindo ainda diagnosticar o problema, mesmo com os resultados dos ensaios devidamente avaliados, a última fase do levantamento de subsídios é a pesquisa bibliográfica, tecnológica e científica. Deve-se computar dados a partir do levantamento de informações em textos científicos e/ou em experimentos em nível de pesquisa tecnológica, buscando encontrar referências análogas à situação a dirimir (BARROS et al., 1997).

2.3.2 Diagnóstico do problema

O diagnóstico compreende o entendimento dos fenômenos, no sentido de identificar as múltiplas relações de causa e efeito que normalmente caracterizam um problema patológico. Assim, procura-se determinar a possível origem do problema, suas manifestações, causas e os mecanismos de ocorrência. Em cada etapa do processo deve-se avaliar se há condições suficientes para diagnosticar o problema (CARMO, 2002).

Segundo Lichtenstein (1985), o diagnóstico pressupõe um processo complexo e complicado de elaboração mental, uma vez que tem como objetivo final o entendimento de um quadro geral de fenômenos e manifestações dinâmicas. Este processo de entendimento da situação se

inicia assim que o problema patológico começa a ser estudado, ou seja, o processo do diagnóstico não se inicia somente após o levantamento do quadro sintomatológico.

Segundo Johnson (1973 apud SILVA, 1996), para diagnosticar convenientemente um problema patológico é necessário identificar as causas possíveis do estado observado e proceder por eliminação. Inequivocamente, quanto mais profunda, e/ou eficiente, a análise do problema, maior é a possibilidade de sucesso durante o processo de recuperação das falhas (RANSOM, 1987 apud SILVA, 1996).

O processo de entendimento de um problema patológico pode ser descrito, de forma simplificada, como o de geração de hipóteses ou modelos e o seu respectivo teste. Assim, o progressivo levantamento de dados propicia uma contínua redução da incerteza inicial. É acompanhada de uma redução paralela do número de possíveis hipóteses (ou modelos), até que se chegue a uma correlação satisfatória entre o problema observado e um modelo deste problema (o diagnóstico). Neste estágio, a representação do problema não pode ser mais enriquecida, podendo o técnico interromper a fase de levantamento de subsídios em função de avaliar que qualquer investigação adicional tem pouca ou nenhuma probabilidade de alterar o diagnóstico, não justificando seu custo (LICHTENSTEIN, 1985).

Carmo (2002) refere que a elaboração do diagnóstico pode ser amplamente simplificada pela utilização de esquemas de diagnóstico, de forma que diante de um determinado quadro de sintomas, pode-se prever a causa, origem e as possibilidades de recuperação do problema. No entanto, alerta que embora conhecidos certos fenômenos, relações causais e conexões significativas, as tentativas de esquematização dos problemas patológicos têm se defrontado com um deficiente grau de conhecimento técnico e científico. Ocorre que muitas vezes problemas patológicos de diferentes causas e origens, apresentam uma sintomatologia semelhante ou paralela, dificultando ou impossibilitando a utilização de esquemas de diagnóstico.

Nos casos em que não se consegue encaminhar o diagnóstico, estando esgotadas todas as fontes de levantamento de dados, o diagnóstico é elaborado a partir das respostas da edificação a algum tipo de teste de intervenção decidido em função de um diagnóstico ainda provisório, presumido em função de algumas hipóteses não descartadas. Segundo Lichtenstein (1985), este contexto é o da incerteza, uma vez que a dúvida permanece apesar de utilizadas todas as técnicas de levantamento de subsídios. Contexto em que associa a todo diagnóstico

um risco de incorreção, de modo que o objetivo final do processo deixa de ser entendido como a certeza do diagnóstico, mas sim um diagnóstico com grande probabilidade de correção.

Percebe-se que os elementos a serem analisados no sentido de diagnosticar uma manifestação patológica compreendem um conjunto indefinido de tarefas, variando em extensão e complexidade conforme o quadro de sintomas que se apresenta. Condição que muitas vezes pode induzir a apressadas e equivocadas interpretações dos sintomas, ou mesmo a um desvirtuamento do foco do problema. Se não dotados de um procedimento organizado e racional para análise das manifestações patológicas, profissionais inexperientes podem adentrar em caminhos investigativos que se distanciam da origem dos problemas.

3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA

O revestimento de argamassa compreende um sistema constituído dos seguintes elementos: base de revestimento (alvenaria, concreto ou qualquer outro tipo de vedação vertical), argamassa de preparo da base (chapisco), de regularização (emboço), que pode constituir-se num revestimento de camada única, e argamassa de acabamento (reboco). Bonin et al. (1999) destacam que o desempenho do sistema depende da escolha adequada dessas argamassas em relação à base, ao meio externo e localização da edificação.

A ocorrência de manifestações patológicas em fachadas externas advém, segundo Kiss (2003), da falta de competência técnica nas obras na hora de executar o revestimento. Relaciona como principais problemas os erros de dosagem de água e de aditivos, execução de camadas pouco ou muito espessas, falta de uniformidade das argamassas e até falta de limpeza do substrato.

Na maioria das vezes, diante dos prazos escassos e da necessidade de reduzir o tempo de execução no que for possível, o sistema sacrificado na obra é o revestimento, não sendo tomados os cuidados necessários durante o preparo da superfície, dosagem e aplicação das argamassas. Leal (2003b) refere que o revestimento nem sempre é encarado com a devida preocupação pelos engenheiros. Na realidade já foram verificados problemas originados em todos os agentes envolvidos no sistema, incluindo projetistas, fabricantes de argamassa industrializada, construtores e aplicadores, o que, via de regra, faz com que um tente repassar a responsabilidade ao outro.

A carência de critérios de seleção de argamassas em relação às diferentes funções que o revestimento deve cumprir (proteção, impermeabilização, acabamento decorativo, etc.), bem como de compatibilização com as solicitações a que estará exposto (vento, chuva e agentes poluentes), conduzem a revestimentos com desempenhos insatisfatórios. Também se mostra insuficiente o conhecimento acerca da formulação das argamassas para as diferentes funções desejadas e do emprego de aditivos ou adições que melhorem as suas propriedades. Embora o mercado das argamassas industrializadas apresente crescimento e modernização, o maior

volume de argamassas em nosso meio é ainda produzido em canteiro, primando pelo emprego de traços tradicionais em volume, desconsiderando que a massa unitária dos materiais em cada lote conduz a uma heterogeneidade da qualidade do revestimento ao longo da construção (BONIN et al., 1999).

A situação é mais preocupante quando, em alguns casos, o primeiro objetivo vislumbrado pelos profissionais envolvidos é a redução do custo do revestimento, de forma que nem sempre o desempenho adequado é atingido. A tendência de eliminação de camadas, a título de racionalização, tem o objetivo claro de reduzir o material empregado e conseqüentemente os gastos das construtoras. A utilização de argamassa de camada única, o chamado reboco paulista, lançada no mercado como adequada para revestimentos, assentamento e contrapiso, compreende um caso inequívoco da busca pela redução de custo a qualquer preço, tendo em vista serem mais baratas que as demais argamassas. Leal (2003b) relata acerca da dificuldade de um material se mostrar adequado para solicitações tão diferentes, não atingindo desempenho satisfatório para casos de maior exigência em função de suas propriedades serem as da média do produto. Dificilmente uma única camada de revestimento terá desempenho equivalente às três camadas de argamassa tradicional (LEAL, 2002).

Outra conseqüência da busca pela redução de custo nos revestimentos é a aplicação em camadas muito finas, resultando em revestimento bastante suscetível às movimentações higrotérmicas da obra e às ondulações de paredes e peças estruturais. Situação mais comum em argamassas coloridas, que dispensam a pintura, tendo um custo mais elevado devido à adição de pigmento. Na verdade, usar o revestimento como ferramenta para redução de custos de um empreendimento imobiliário pode não apresentar resultados muito significativos. O revestimento externo representa, segundo cálculos de uma construtora, na ordem de 3% do custo total da obra, de forma que apenas uma redução muito drástica nesse custo traria uma diferença relevante. Mesmo assim deve-se considerar ainda o aumento do risco de manifestações patológicas e, como conseqüência, das despesas de pós-ocupação, que podem se elevar a ponto de inviabilizar a economia inicial. Ademais, as manifestações patológicas provocam um dano na imagem empresarial da construtora. O revestimento representa, para o leigo, uma radiografia das condições da edificação, de modo que ter problemas na argamassa pode significar equivocadamente para o usuário que a obra foi, como um todo, mal construída (LEAL, 2003b).

Thomaz (1996a) alerta que simples movimentações térmicas podem realçar problemas congênitos do revestimento, surgindo uma falsa idéia de envelhecimento. Na verdade, o principal agente de deterioração das argamassas, depois de endurecida, é a água. Revestimentos convenientemente protegidos contra a umidade tendem a durar infinitamente, como atestam construções milenares existentes. Tratando-se de um revestimento de argamassa mista (cimento, cal hidratada e areia), os compostos resultantes da hidratação e endurecimento são quimicamente estáveis nas condições normais de utilização, não sofrendo nenhum processo de envelhecimento natural, como pode ocorrer, por exemplo, com plásticos e pinturas através da ruptura de cadeias.

A grande quantidade de manifestações patológicas em revestimentos de argamassa tem motivado algumas construtoras a mobilizar diversos agentes do setor, buscando obter respostas para diversos problemas e tentar estabelecer padrões mínimos para os procedimentos, do projeto à execução. Segundo Leal (2003b), o diagnóstico da situação atual do setor, envolvendo projetistas, consultores, pesquisadores, construtores, fabricantes de argamassa e aplicadores, não foi dos mais otimistas, sendo constatado:

- a) falta de consenso sobre o que é um projeto de revestimento por parte dos projetistas;
- b) pouca preocupação de construtores com a capacitação das equipes de obra;
- c) falta de conhecimento dos fabricantes sobre o comportamento dos revestimentos;
- d) emprego de práticas ultrapassadas, por vezes até erradas, de fornecedores de serviço de aplicação;
- e) insuficiente normalização de parâmetros de desempenho.

Fora das condições normais de dosagem, preparo, aplicação e utilização, as argamassas podem sofrer diversos processos de degradação. Os principais fenômenos patológicos que acometem as argamassas de revestimento, conforme Cincotto (1988), podem se apresentar como resultados de uma ou mais causas, cuja análise de origem permite classificá-las em cinco grupos característicos (figura 5):

a) causas decorrentes da qualidade dos materiais utilizados,

- agregados: a areia natural essencialmente quartzosa é a mais utilizada em nosso meio, sendo particularmente prejudicial a existência de impurezas como aglomerados argilosos, pirita, mica, concreções ferruginosas e matéria orgânica;
- cimento: não há restrição quanto ao tipo de cimento, somente quanto a sua finura, que regulará os níveis de retração por secagem;
- cal: o maior problema está relacionado à reação incompleta de extinção da cal virgem em fábrica, ou durante o amassamento em obra, ocasionando, após a aplicação do revestimento, um aumento de volume em função da reação retardada de hidratação;

b) causas decorrentes do traço de argamassa,

- argamassas de cimento: maior incidência de problemas quando a camada do revestimento destinada a regularizar a superfície da base, ou seja, o emboço, é excessivamente rico em cimento, como por exemplo na proporção 1:2 em massa (aglomerante:areia);
- argamassas de cal: problemas mais comuns advêm da baixa resistência da argamassa através de uma inadequada proporção entre areia e cal, constituindo uma argamassa magra e pouco aderente ao substrato, ou então relacionado à deficiente carbonatação da cal quando da execução de camadas espessas;

c) causas decorrentes do modo de aplicação do revestimento,

- aderência à base: o principal problema é a ausência de rugosidade da camada da base, sendo essencial que existam condições de aderência do revestimento, o que depende da textura e da capacidade de absorção da base, bem como da homogeneidade dessas propriedades;
- espessura do revestimento: camadas espessas de revestimento dificultam a absorção de movimentações estruturais, principalmente pelo emboço, bem como propiciam a falta de carbonatação no reboco;
- aplicação da argamassa: problemas relacionados ao não cumprimento do tempo de endurecimento e secagem da camada inferior, e ao alisamento intenso da camada de reboco criando uma película de carbonato que impede o endurecimento uniforme da camada de revestimento;

d) causas decorrentes do tipo de pintura,

- pinturas que formam uma camada impermeável, como as tintas a óleo ou à base de borracha clorada e epóxi, quando aplicadas prematuramente não permitem um grau de carbonatação suficiente para conferir resistência ao reboco;

e) causas externas ao revestimento,

- umidade: problemas relacionados à infiltração de água através de alicerces, lajes de cobertura mal impermeabilizadas ou argamassas de assentamento magras;
- expansão da argamassa de assentamento: pode ser provocada por reações químicas entre os constituintes desta argamassa ou mesmo entre compostos do cimento e dos tijolos ou blocos que compõem a alvenaria.

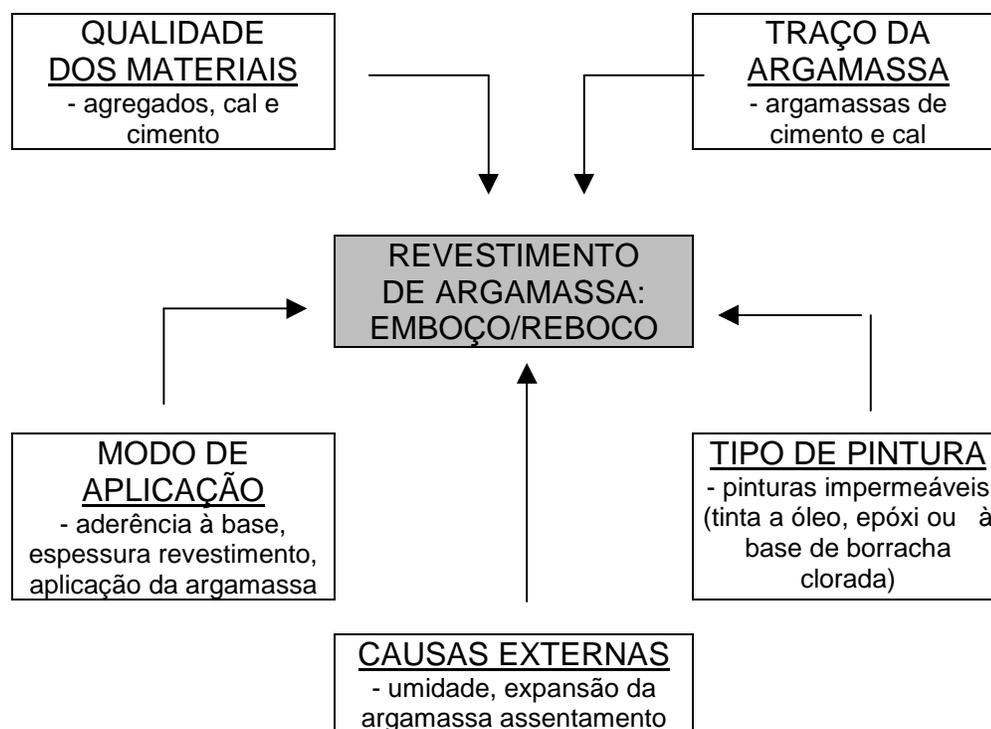


Figura 5: causas das manifestações patológicas nos revestimentos de argamassa (baseado em CINCOTTO, 1988)

Os danos podem ser analisados com base na sintomatologia aparente, condição que facilita o discernimento das causas geradoras. Conforme relacionam Cincotto (1988), Bauer (1997) e Masuero (2001), as principais manifestações patológicas em revestimentos de argamassa consistem em: descolamentos, vesículas, fissuras, eflorescências, manchas decorrentes da umidade e da contaminação atmosférica, e corrosão mecânica e química por substâncias agressivas.

3.1 DESCOLAMENTOS

Os descolamentos consistem na separação de uma ou mais camadas dos revestimentos de argamassa, apresentando uma extensão variável, podendo compreender áreas restritas até dimensões que abrangem a totalidade de uma alvenaria (BAUER, 1997). Os revestimentos afetados por descolamentos apresentam som cavo sob percussão (CINCOTTO, 1988).

A perda de aderência de um revestimento provém de tensões surgidas que ultrapassam a capacidade de aderência das ligações, sendo proveniente de um processo em que ocorrem falhas ou ruptura na interface das camadas que constituem o revestimento, ou então na interface com a base ou substrato (BARROS et al., 1997). De um modo geral, Thomaz e Chimelo (1993), bem como Leal (2003b), relacionam as seguintes causas mais comuns dos descolamentos de argamassa, que podem atuar de forma combinada ou isoladamente:

- a) proporcionamento incorreto da argamassa (traço inadequado), de modo que o excesso de cimento resulta em material com pouca elasticidade, podendo não absorver as movimentações da estrutura e/ou da alvenaria, enquanto a falta de aglomerante pode prejudicar a capacidade da argamassa aderir ao substrato;
- b) emprego de materiais com alto teor de finos, particularmente material silto-argiloso (tipo saibro, caulim), resultando em revestimento com baixa porosidade, dificultando o processo de carbonatação da cal;
- c) emprego de cal hidratada adulterada ou de baixa qualidade que, se parcialmente extinta, tem reação de hidratação retardada, acompanhada de aumento de volume e expansão;
- d) emprego de aditivos plastificantes que não substituem a propriedade de retenção de água da cal hidratada, ou aplicação da argamassa sobre material com elevado poder de absorção de água, sem prévio umedecimento, elevando os níveis de retração por secagem;
- e) aplicação da argamassa sobre base contaminada, engordurada ou impermeabilizada, impedindo a penetração da nata do aglomerante no substrato;

- f) aplicação de argamassa sobre superfície muito lisa, sem prévio chapisco do substrato, reduzindo as condições de aderência do revestimento à base;
- g) aplicação da argamassa em camada muito espessa, de modo que o peso próprio da argamassa pode gerar uma força gravitacional maior que a adesão inicial com o substrato;
- h) operação de chapar a argamassa na parede com pouca força, não preenchendo o material adequadamente os poros da base;
- i) pintura precoce dos revestimentos à base de cal, inibindo a carbonatação da cal principalmente na interface com a parede.

3.1.1 Descolamento com empolamento

A superfície do reboco descola do emboço, formando bolhas que aumentam progressivamente. As causas prováveis compreendem a infiltração de umidade e a existência de cal parcialmente hidratada na argamassa que, ao se extinguir depois de aplicada, aumenta de volume e se expande (CINCOTTO, 1988). Especialmente o óxido de magnésio da cal tem hidratação muito lenta e caso não tenham sido tomados os devidos cuidados, a expansão e o empolamento podem surgir após meses da execução do revestimento (BAUER, 1997). A figura 6 apresenta um exemplo da incidência de descolamento com empolamento da argamassa de revestimento.



Figura 6: descolamento com empolamento da argamassa de revestimento, efeito da umidade sobre o reboco (CINCOTTO, 1988)

3.1.2 Descolamento em placas

Esta manifestação consiste no descolamento na forma de placas, as quais apresentam-se endurecidas, quebrando com dificuldade. Cincotto (1988) relaciona as seguintes causas para o descolamento em placas: argamassa muito rica e/ou aplicada em camada muito espessa; superfície da base muito lisa e/ou impregnada com substância hidrófuga; ausência de chapisco; superfície de contato com a camada inferior com a presença de placas de mica.

Bauer (1997) caracteriza o descolamento em placas como uma deficiência de aderência entre as camadas de argamassa ou destas com a base, destacando ainda outras possíveis causas: chapisco preparado com areia fina; molhagem deficiente da base comprometendo a hidratação do cimento; base de aplicação impregnada de pó e/ou resíduos; acabamento superficial inadequado da camada intermediária; aplicação de camadas de argamassas com resistências inadequadas interpostas, devendo a resistência ser reduzida no sentido da base para o material de acabamento.

Bauer (1996 apud BARROS et al., 1997) afirma também que as espessuras excessivas da argamassa, superiores a 2 cm, propiciam em função da retração natural, a ocorrência de tensões elevadas de tração entre a base e o chapisco, podendo provocar o seu descolamento. Outro fator gerador de tensões corresponde às grandes variações de temperatura, que podem gerar tensões de cisalhamento na interface entre argamassa e base, capazes de provocar o descolamento do revestimento.

Miranda (1994) questiona a eliminação da camada de chapisco preconizada por alguns fabricantes de materiais, o que acaba colaborando para a incidência de descolamento em placas do revestimento (figura 7). As características básicas do chapisco, como alto teor de cimento, elevada granulometria e pequena espessura de aplicação resultam em boa aderência aos mais variados tipos de base, promovendo um aumento da rugosidade e conseqüente ampliação da área de aderência, sobretudo em bases muito lisas (concreto) ou muito absorventes (blocos e tijolos cerâmicos). Assim, na maioria dos casos o chapisco é necessário e imprescindível, melhorando substancialmente as condições de aderência da argamassa de revestimento que, entre outros fatores, depende também da dosagem dos componentes, da relação água-cimento, da capacidade de absorção de água da base, da energia empregada na aplicação da argamassa e da área de contato da base.



Figura 7: descolamento em placa do revestimento por falta de chapisco (CINCOTTO, 1988)

3.1.3 Descolamento com pulverulência

Caracteriza uma argamassa friável, cujo sinal mais freqüente de pulverulência é a desagregação da argamassa ao ser pressionada manualmente. Normalmente, segundo Barros et al. (1997), a película de tinta destaca-se juntamente com a argamassa que se desagrega com facilidade. A figura 8 mostra um exemplo da incidência dessa manifestação patológica.

Bauer (1997) e Cincotto (1988) relacionam como principais causas do descolamento com pulverulência, o excesso de materiais pulverulentos e/ou torrões de argila no agregado, o traço pobre em aglomerantes ou excessivamente rico em cal, e a ausência da completa carbonatação da cal pela execução de reboco em camada muito espessa ou pela aplicação de pinturas prematuras.

Outras prováveis causas das argamassas friáveis, que podem atuar com ou sem simultaneidade, são destacadas por Bauer (1997): emprego de substitutos da cal sem propriedades de aglomerante; hidratação inadequada do cimento da argamassa; argamassa utilizada após o tempo de pega do cimento; tempo de estocagem ou estocagem inadequada, comprometendo a qualidade da argamassa.

Em Leal (2003b), consta como causa da desagregação por expansão do revestimento, o emprego de areia suja, silte, filito argiloso moído ou gesso na mistura da massa, materiais que se expandem em contato com a umidade. Em consequência há um aumento volumétrico da argamassa, podendo provocar a queda do revestimento.



Figura 8: incidência de descolamento com pulverulência em revestimento interno

3.2 VESÍCULAS

A presença de materiais dispersos na argamassa que manifestam posterior variação volumétrica, originam as vesículas nos revestimentos. Bauer (1997) refere que as causas estão atreladas à presença de: pedras de cal parcialmente extintas; matéria orgânica e torrões de argila na areia; outras impurezas como pirita e torrões ferruginosos. Mitidieri Filho (1995a) faz referência a buracos pontuais no reboco provenientes dos óxidos não hidratados existentes nas cales dolomíticas, em particular o óxido de magnésio, cuja hidratação é acompanhada de expansão.

Cincotto (1988) relaciona os aspectos observados no interior das vesículas com a anomalia ou tipo de impureza existente nos agregados. Quando o empolamento da pintura apresenta as partes internas das empolas na cor branca, indica a ocorrência de hidratação retardada de óxido de cálcio da cal. Quando na cor preta, evidencia a presença de pirita ou de matéria orgânica na areia. Quando na cor vermelha acastanhada, indica a presença de concreções ferruginosas na areia. E quando as bolhas contêm umidade no interior, é caracterizada a aplicação prematura de tinta impermeável.

A figura 9 apresenta um exemplo da incidência de vesícula no revestimento em argamassa.



Figura 9: vesícula no revestimento em argamassa resultante de hidratação retardada de óxidos presentes na cal (THOMAZ, 1989)

3.3 FISSURAS

Nas argamassas de revestimento, sem que haja movimentação ou fissuração da base (estrutura de concreto ou alvenaria), a incidência de fissuras geralmente está condicionada a fatores relativos à execução do revestimento argamassado, solicitações higrotérmicas, e principalmente por retração hidráulica da argamassa (BAUER, 1997). Conforme Cincotto (1988), o revestimento pode ainda apresentar fissuras decorrentes das reações expansivas da argamassa de assentamento por hidratação retardada do óxido de magnésio da cal ou por ataque de sulfatos.

Scartezini (2002) define retração como um fenômeno físico que ocorre com os materiais de base cimentícia, no qual o volume inicialmente ocupado pelo material no estado plástico diminui de acordo com as condições de umidade do sistema e a evolução da matriz de cimento. A retração por secagem, associada à baixa resistência à tração, constitui provavelmente a maior desvantagem dos materiais à base de cimento Portland, principalmente se aplicados em grandes superfícies expostas que tenham restrição quanto a este movimento. Tais características dos compostos de cimento possuem ligação direta com a ocorrência de fissuração que, além de comprometer a estética, pode afetar a durabilidade do revestimento de argamassa como um todo.

Fiess (2001) também concorda que as fissuras em argamassas de revestimento ocorrem em geral por retração da argamassa com conseqüente diminuição do volume, fenômeno típico nos produtos à base de cimento e/ou cal hidratada. Em função da trabalhabilidade necessária, as argamassas normalmente são preparadas com água em excesso, o que vem acentuar a retração. Na realidade, num produto preparado com cimento é possível ocorrer três formas de retração (THOMAZ, 1989):

- a) retração química, referente à reação química entre o cimento e a água, que em função das grandes forças interiores de coesão faz a água combinada quimicamente sofrer uma contração de cerca de 25% de seu volume original;
- b) retração de secagem, inerente à quantidade excedente de água empregada na preparação da argamassa, que permanece livre em seu interior, gerando forças capilares equivalentes a uma compressão isotrópica da massa;
- c) retração por carbonatação, relativa à cal hidratada, adicionada à argamassa ou liberada a partir das reações de hidratação do cimento, que reage com o gás carbônico presente no ar, formando o carbonato de cálcio, gerando a redução de seu volume.

Em Scartezini (2002) é relacionada ainda a retração térmica, que ocorre pela diminuição de temperatura após pico, devido ao acúmulo de calor de hidratação ou aquecimento por exposição.

Para Leal (2003b), a fissuração em argamassas de revestimento por retração de secagem é decorrente basicamente de três causas principais: aplicação sobre base extremamente seca, perda de água na massa por insolação excessiva e uso de areia contaminada com material silto-argiloso.

Thomaz (2001a) menciona ainda a dosagem inadequada, a ventilação excessiva e, em situações excepcionais como, por exemplo, na eminência de geadas e de falhas no sistema de pintura, a possibilidade de fissuração em função respectivamente da incidência de movimentações térmicas e higroscópicas.

3.3.1 Fissuras mapeadas

As fissuras mapeadas têm forma variada e distribuem-se por toda a superfície do revestimento, sendo basicamente decorrentes da retração da argamassa de base (CINCOTTO, 1988).

Para Thomaz (1989), as principais causas de fissuração atreladas à retração da argamassa compreendem o consumo elevado de cimento, o teor de finos elevado e o consumo elevado de água de amassamento. Além desses fatores intrínsecos, diversos outros influenciam na formação ou não de fissuras de retração, destacando-se: aderência com a base; número e espessura de camadas; argamassa com baixa retenção de água; cura deficiente de uma camada ou falta de cura; perda de água de amassamento por sucção da base ou pela ação de agentes atmosféricos.

O consumo excessivo de água de amassamento, situação bastante comum quando a argamassa apresenta um teor de finos elevado, resulta em revestimento depois de endurecido com maior número de vazios e, em consequência, mais propenso à ocorrência de fissuras mapeadas em função da retração da argamassa na secagem (BARROS et al., 1997).

Para a execução de revestimento em fachadas externas, as condições climáticas acabam tendo grande influência, tendo em vista que a aplicação em dias muito quentes ou secos pode provocar uma precoce desidratação da argamassa, causando, algumas vezes, fissuras do tipo mapeadas (LEAL, 2003b).

Masuero (2001) destaca que a retração do emboço está também relacionada ao desempenho excessivo. Ademais, o desempenho do revestimento antes do tempo adequado pode provocar o aparecimento de fissuras, o que caracteriza o emprego de técnica de execução incorreta. O ato do desempenho com força suficiente e no tempo correto é importante, tendo em vista que nessa fase é possível comprimir a pasta e aproximar os grãos, reduzindo o potencial de fissuração da argamassa (BARROS et al., 1997).

A figura 10 mostra um exemplo da ocorrência de mapeamento do revestimento.



Figura 10: fissuras mapeadas causadas por redução do volume da argamassa (LEAL, 2003b)

A utilização de aditivos substitutivos da cal também pode acarretar em fissuras mapeadas no revestimento. Conforme John (1995), o emprego de aditivos normalmente faz com que a retirada da cal seja compensada com um aumento no teor do cimento. Ocorre que o acréscimo de cimento intensifica a retração de secagem, de modo que o risco de fissuração deva ser controlado através do emprego de traços com teor de finos apenas o suficiente para garantir coesão e trabalhabilidade.

Segundo Barros et al. (1997), as fissuras mapeadas por retração hidráulica muitas vezes não são visíveis, a não ser que sejam molhadas e a água, penetrando por capilaridade, assinala sua trajetória. A ocorrência de umedecimentos sucessivos pode resultar em mudanças na tonalidade, permitindo a visualização das fissuras mesmo com o paramento seco. Tal fenômeno tem origem na água, com cal livre, que sai das microfissuras, formando carbonato de cálcio quando em contato com o ar, ficando as fissuras esbranquiçadas ou escurecidas se ocorre deposição de fuligem.

As fissuras macroscópicas normalmente ocorrem em argamassas ricas em aglomerantes. O maior limite de resistência resulta em acúmulo de tensões que, suplantando a capacidade suporte, levam a rupturas com aparecimento de fissuras de maior abertura. Assim, para Barros et al. (1997) a incidência de fissuras será tanto maior quanto maior for a resistência à tração e o módulo de deformação da argamassa.

Thomaz (1989) refere que as fissuras induzidas por movimentações térmicas no corpo da argamassa de revestimento, geralmente são regularmente distribuídas e com abertura bastante reduzidas, constituindo uma espécie de gretagem, assemelhando-se às fissuras provocadas por retração de secagem.

Fissuras mapeadas podem surgir ainda por movimentações higroscópicas. Quando da deficiente impermeabilização da superfície, os ciclos de umedecimento e secagem de argamassas de revestimento, associados às próprias movimentações térmicas do revestimento, provocam inicialmente microfissuras na argamassa. Estas se acentuam progressivamente com as infiltrações de água cada vez maiores, gerando conseqüentemente fissuras. As fissuras de origem higroscópica são mais acentuadas em regiões onde ocorre uma maior incidência de água, como em peitoris, saliências e outros detalhes arquitetônicos em fachadas (THOMAZ, 1989).

3.3.2 Fissuras horizontais

As fissuras predominantemente horizontais nas argamassas de revestimentos são decorrentes da expansão da argamassa de assentamento por hidratação retardada do óxido de magnésio da cal, ou da expansão da argamassa de assentamento por ataque de sulfatos (reação cimento-

sulfatos), ou devido à presença de argilo-minerais expansivos no agregado. Como a expansão da argamassa de assentamento ocorre predominantemente no sentido vertical, as fissuras no revestimento resultam horizontais. Podem inclusive resultar em descolamento do revestimento em placas (CINCOTTO, 1988).

As figuras 11 e 12 apresentam as configurações típicas de fissuras horizontais decorrentes da expansão da argamassa de assentamento, respectivamente, por hidratação retardada do óxido de magnésio da cal e por ataque de sulfatos.

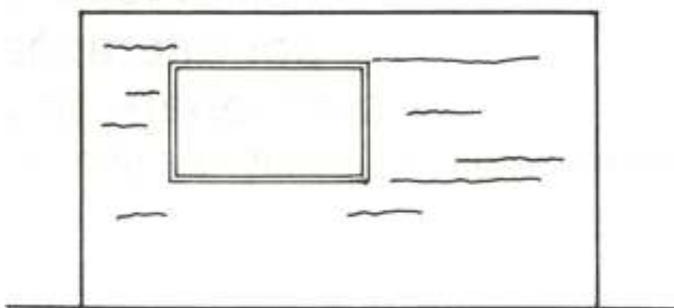


Figura 11: fissuras horizontais no revestimento provocadas pela expansão da argamassa de assentamento (THOMAZ, 1989)

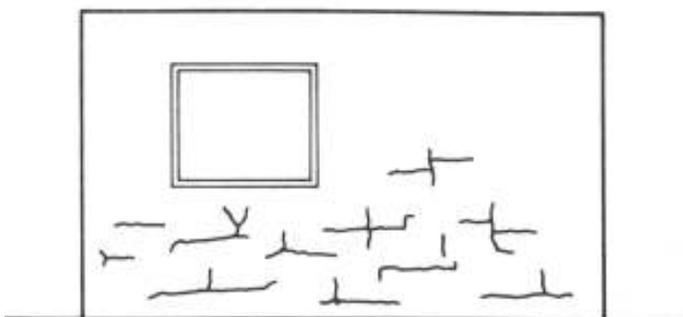


Figura 12: fissuras na argamassa de revestimento provenientes do ataque por sulfatos (THOMAZ, 1989)

Thomaz (1989) destaca que as fissuras horizontais, causadas pela hidratação retardada da cal da argamassa de assentamento, ocorrem preferencialmente nas proximidades do topo da parede, onde são menores os esforços de compressão do peso próprio. Caracteriza também as fissuras causadas por ataque por sulfatos como semelhantes àquelas que ocorrem pela retração da argamassa de revestimento, diferenciando-se pelas aberturas mais pronunciadas,

acompanhando aproximadamente as juntas de assentamento horizontais e verticais, quase sempre incidindo juntamente com eflorescências.

3.3.3 Outras fissuras lineares

O revestimento em argamassa pode apresentar fissuras lineares sobrepostas ao encontro entre a alvenaria da parede e a estrutura em concreto, delatando um destacamento entre os diferentes materiais, indicando a ausência de procedimentos adequados quando da execução dessa interface. As diferentes propriedades térmicas entre o concreto estrutural e o material da alvenaria, os gradientes térmicos nas fachadas, as dimensões dos panos e a flexibilidade da estrutura, são fatores apontados por Thomaz (2001b) que, se não adequadamente considerados, levam à ocorrência dessa manifestação patológica.

O encontro entre pilar e alvenaria, ou entre o topo da alvenaria e a face inferior de lajes, cintas ou vigas de concreto, principalmente no último pavimento das construções, compreendem interfaces entre estrutura e alvenaria que freqüentemente podem resultar em fissuras no revestimento. As lajes de cobertura são mais suscetíveis às movimentações térmicas, de forma que ligações demasiadamente rígidas entre alvenaria e concreto propiciam o destacamento entre os diferentes materiais, ficando as regiões do encunhamento, e das últimas juntas de assentamento da alvenaria, mais sujeitas à fissuração. Para evitar a manifestação patológica, Mitidieri Filho (1995b) preconiza a colocação de junta deslizante, formada com neoprene ou feltro betumado, quando as lajes são simplesmente apoiadas em vigas ou cintas de amarração. No entanto, a situação mais comum em edifícios é a concretagem simultânea de lajes e vigas, formando um conjunto único, indicando então as seguintes soluções: emprego de argamassa com baixo módulo de deformação no encontro com a viga, se possível com adição de resina acrílica; ou adoção de uma junta de movimentação no encontro com a viga, tratando essa junta contra a penetração de água e também do ponto de vista arquitetônico. Salienta ainda que o sombreamento da última laje contribui para a minimização dos efeitos térmicos, principalmente se o átrio for ventilado.

Para evitar o destacamento entre pilar e alvenaria, Mitidieri Filho (1993) indica: fixação de armadura nos pilares, tipo “ferros-cabelo”, regularmente espaçados e devidamente ancorados nas juntas de assentamento da alvenaria, ou dobrados para o interior dos blocos vazados, com

subseqüente grauteamento do furo; aplicação de chapisco nas faces laterais do pilar; no assentamento, enérgica pressão do bloco contra o pilar, com refluxo de argamassa; eventual inserção de tela metálica no revestimento com sobreposição para cada lado do pilar.

A figura 13 ilustra a incidência de fissuras lineares por movimentações térmicas diferenciadas entre alvenaria e estrutura.



Figura 13: destacamento entre alvenaria e estrutura por movimentações térmicas diferenciadas (THOMAZ, 1989)

Thomaz (1996b) relaciona alguns aspectos peculiares que auxiliam a identificação de fissuras causadas por dilatações térmicas:

- a) fissuras e destacamentos mais pronunciados no topo da construção, concentrando-se em uma ou mais de suas extremidades;
- b) aberturas regulares, geralmente da ordem do décimo de milímetro;
- c) sazonalidade das aberturas, mais fechadas em dias quentes e mais abertas em dias frios;

- d) fissuras geralmente escamadas, podendo-se constatar, pela direção das escamas, o sentido do deslocamento de lajes ou vigas.

Bauer (1996 apud BARROS et al., 1997) aponta outra causa comum de fissuração nos revestimentos, referindo acerca da execução de forma contínua do revestimento sobre juntas de dilatação da estrutura, podendo inclusive ocasionar o descolamento da argamassa na região de sobreposição.

3.4 EFLORESCÊNCIAS

Bauer (1997) define eflorescências como depósitos salinos, principalmente alcalinos e alcalinos terrosos, na superfície de alvenarias ou revestimentos, provenientes da migração de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes da alvenaria. As eflorescências são caracterizadas pela presença de manchas de umidade e pelo acúmulo de pó branco sobre a superfície (CINCOTTO, 1988). Alteram a aparência da superfície sobre a qual se depositam e, em determinados casos, seus sais constituintes podem ser agressivos causando desagregação profunda, principalmente quando da existência de compostos expansivos (BAUER, 1996 apud BARROS et al., 1997). Souza (1997) caracteriza as eflorescências como depósitos pulverulentos, ou incrustações, com alteração de cor da superfície dos revestimentos em tom esbranquiçado, acinzentado, esverdeado, amarelado ou preto.

A ocorrência do fenômeno está intimamente relacionada às propriedades de absorção e permeabilidade das argamassas. A argamassa apresenta vazios e canais em seu interior decorrentes, principalmente, da presença de água destinada a promover trabalhabilidade ao material e necessária às reações de hidratação do cimento. Nesses vazios pode ocorrer o fluxo da água por capilaridade ou por pressão, de modo a introduzir substâncias agressivas presentes no substrato, na rede capilar, ou dissolver e transportar sais solúveis presentes no próprio material (BARROS et al, 1997).

Souza (1997) refere ainda que a água que infiltra através dos poros das argamassas, atingindo as diversas camadas, reage com íons livres podendo gerar corrosão das argamassas. Esse processo de deterioração superficial da argamassa é causado pela exposição ao longo do tempo aos agentes agressivos presentes na poluição, tais como anidrido carbônico e anidrido

sulfuroso, pela ação da umidade do ar em regiões litorâneas, ou pela ação dos íons cloro que têm origem na lavagem dos revestimentos com ácido clorídrico.

A figura 14 apresenta um exemplo de incidência da manifestação patológica em fachada de edificação.

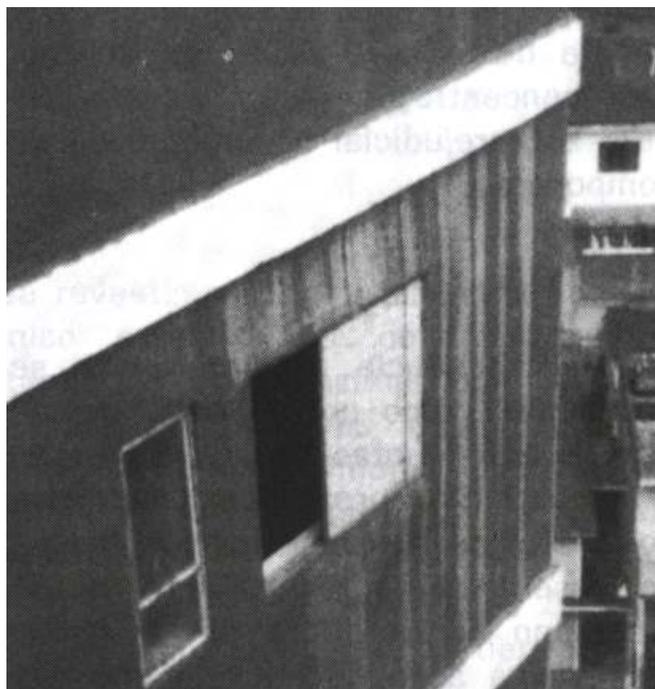


Figura 14: eflorescência em superfície revestida com argamassa devido à percolação de água (UEMOTO, 1988)

Fiorito (1994) refere que, para a ocorrência de eflorescência, é determinante haver a presença e a ação dissolvente da água, não sendo um exagero afirmar que sem água não haverá eflorescência. Três fatores igualmente importantes devem existir concomitantemente para que ocorram as eflorescências: o teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes, a presença de água, e a pressão hidrostática para propiciar a migração da solução para a superfície. Se um desses três fatores for eliminado não ocorrerá o fenômeno (UEMOTO, 1988). Beichel (1997) ressalta ainda que não há problemas quando os sais estão dissolvidos, ocorrendo eflorescência somente quando a água evapora e os sais se cristalizam.

Há, contudo, casos em que a solução salina não chega a se cristalizar, como em ambientes constantemente úmidos, ou ainda quando da presença de sais de difícil secagem, como o cloreto de cálcio, carbonato de potássio e silicatos alcalinos. Esse tipo de eflorescência

aparecerá como uma exsudação na superfície, mais ou menos viscosa conforme sua composição e concentração (BARROS et al., 1997).

Barros et al. (1997) ressaltam também que a ação dos sais solúveis do cimento Portland, principal aglomerante das argamassas, é importante fonte de eflorescência nos revestimentos, devendo-se buscar minimizar o seu emprego.

Uma forma distinta de ocorrência do fenômeno apresenta-se através da criptoeflorescência, compreendendo a precipitação de sais solúveis nos poros abertos ou na interface entre alvenaria e revestimento, enquanto a eflorescência é uma deposição de sais solúveis nas superfícies externas dos materiais (MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, 2004?).

Uemoto (1988) classifica as eflorescências de acordo com o aspecto e forma de manifestação. A eflorescência do Tipo I, segunda sua particular classificação, é a mais comum, caracterizando-se pelo depósito de sal branco, pulverulento, muito solúvel em água. Pode ser abundante e apresentar-se na forma de um véu. Aparecem em superfícies de alvenaria aparentes ou revestidas com argamassa, juntas de assentamento, regiões próximas a caixilhos mal vedados, ladrilhos cerâmicos, juntas de ladrilhos cerâmicos e azulejos. Esse tipo de eflorescência, em geral, modifica somente o aspecto estético, não sendo prejudicial ao substrato. Entretanto, se o acúmulo ocorre na interface entre a pintura e seu substrato (alvenaria ou revestimento), a película de pintura poderá se destacar.

As eflorescências do Tipo I, em geral, são casos frequentes da presença de sulfatos de sódio e de potássio, e com menor incidência de sulfatos de cálcio e magnésio, carbonatos de sódio e de potássio (SOUZA, 1997). Segundo Uemoto (1988), os sais podem ser provenientes de tijolos, de cimentos, da reação química entre compostos do tijolo com o cimento, da água utilizada no amassamento, dos agregados, da poluição atmosférica, e de substâncias contidas em solos adensados ou contaminados por produtos químicos.

A eflorescência do Tipo II, segundo Barros et al. (1997), é menos comum, caracterizando-se pelo depósito de cor branca com aspecto de escorrimento, muito aderente e pouco solúvel em água. Esse depósito, quando em contato com ácido clorídrico, apresenta efervescência. Esses sais formam-se geralmente em regiões próximas a elementos de concreto ou sobre sua superfície e, algumas vezes, sobre superfícies de alvenaria.

Na eflorescência do Tipo II, o sal formado basicamente é o carbonato de cálcio (SOUZA, 1997). Advém da reação do hidróxido de cálcio produzido na hidratação do cimento que, em presença de água da chuva ou de infiltração de umidade, dissolve-se e deposita-se na superfície das fachadas. Na evaporação da água, o hidróxido de cálcio reage com o anidrido carbônico do ar, transformando-se em carbonato de cálcio, composto pouco solúvel em água. Fenômeno correlato ocorre quando da utilização de argamassas mistas (cimento e cal) com elevado teor de cal não hidratada que, em contato com a água, também será hidratada e dissolvida, depositando-se na superfície e carbonatando-se. Neste caso, de modo geral, não existe qualquer perigo à estabilidade da alvenaria, de forma que os depósitos brancos formados apresentam apenas um efeito estético negativo, sendo de difícil eliminação (UEMOTO, 1988).

A eflorescência também pode se manifestar como um depósito de sal branco entre juntas de alvenaria aparente, que se apresentam fissuradas por efeito de expansão da argamassa de assentamento. Trata-se de eflorescência do Tipo III, segundo classificação de Uemoto (1988), cuja ocorrência, entretanto, não é freqüente, podendo incidir tanto em fachadas expostas à ação de chuva como nas não expostas. Conforme Souza (1997), o sulfato de cálcio é o responsável pelo fenômeno, que pode ser originário ou do tijolo ou do resultado da reação entre os sulfatos de sódio e de potássio com a cal do cimento.

Conforme Uemoto (1988), o fenômeno de eflorescência pode ser evitado, tomando-se os seguintes cuidados:

- a) não utilizar materiais e componentes com elevado teor de sais solúveis;
- b) não utilizar tijolos com elevado teor de sulfatos, a fim de evitar a formação de substâncias solúveis em água ou produtos expansivos;
- c) em caso de parede em alvenaria aparente, a absorção de água de chuva pelo tijolo, por capilaridade, pode ser diminuída através de uma pintura impermeável resistente à exposição em solução salina;
- d) quando da execução de alvenaria em período de seca, saturar os tijolos com água a fim de diminuir a absorção de água de amassamento da argamassa pelo tijolo, por capilaridade, reduzindo conseqüentemente o risco de reação tijolo-cimento;

- e) proteger sempre da chuva a alvenaria recém terminada;
- f) reduzir ao máximo a penetração de água na alvenaria;
- g) evitar infiltração de umidade tanto do solo como da chuva, executando-se boa vedação e impermeabilização;
- h) utilizar argamassa mista, de cimento, cal e areia, de modo a evitar a reação tijolo-cimento;
- i) a lixiviação da cal do cimento pode ser reduzida utilizando-se cimentos que liberam menor teor de cal na sua hidratação, tais como cimento pozolânico ou de alto-forno.

Embora, de maneira geral, o fenômeno da eflorescência nos revestimentos resulte apenas em danos de ordem estética, sua ocorrência é efeito da umidade, que compreende outro problema mais grave e freqüente em patologia das edificações (BARROS et al., 1997).

3.5 MANCHAS DE UMIDADE, MOFO, BOLOR

Os problemas de umidade, que podem incidir nos componentes construtivos das edificações, nem sempre têm sua forma de manifestação associada a uma única causa, ocorrendo em geral um conjunto de causas, sendo uma delas preponderante. Perez (1988) apresenta uma classificação de acordo com a origem do fenômeno e a forma como se manifesta, indicando que a umidade incidente nos revestimentos pode ser proveniente:

- a) da fase de obras: umidade remanescente nos materiais utilizados na construção, se mantendo durante um certo período após o término da obra, diminuindo gradualmente até desaparecer;
- b) da absorção e capilaridade dos materiais: absorção da água existente no solo pelas fundações das paredes e pavimentos, migrando para as fachadas e pisos;

- c) de infiltrações: água da chuva que penetra nas edificações através dos elementos constituintes de sua envoltória exterior;
- d) da condensação: proveniente do vapor de água que se condensa nas superfícies, ou no interior dos elementos de construção;
- e) de eventos acidentais: umidade oriunda de vazamentos do sistema de distribuição e/ou coleta de águas da edificação.

Sato (1997 apud BARROS et al., 1997) refere que a umidade nas fachadas, na fase de uso da edificação, é proveniente principalmente das chuvas incidentes, de forma que o acúmulo ou escoamento de água na superfície ocorre em função dos seguintes fatores:

- a) projeto do edifício: o grau de exposição do prédio à chuva, ao vento e à radiação solar são definidos pelos detalhes específicos para o escoamento das águas, orientação cardinal e altura da construção;
- b) condições climáticas do local da obra: influem na quantidade de água incidente nas fachadas e no seu grau de secagem;
- c) presença de defeitos superficiais: facilitam a penetração de água;
- d) constituição e propriedades dos materiais que compõem a fachada;
- e) forma geométrica dos componentes da parede: presença de vazios (furos) nos componentes dificultam a difusão de umidade no interior da parede.

A incidência de umidade constante, principalmente em áreas não expostas ao sol, propicia o surgimento de mofo ou bolor na superfície que tende a desagregar o revestimento (CINCOTTO, 1988).

O mofo ou bolor é uma alteração observável macroscopicamente na superfície dos materiais, sendo uma consequência do desenvolvimento de microorganismos pertencentes ao grupo dos fungos. Promovem a decomposição dos revestimentos através da secreção de enzimas que quebram moléculas orgânicas complexas até compostos mais simples, que são assimilados e utilizados no seu desenvolvimento. Em sendo um organismo vivo, os fungos têm seu

desenvolvimento afetado pelas condições ambientais, sendo a umidade fundamental (ALUCCI et al., 1988).

Nos revestimentos de fachadas e/ou paredes, o mofo ou bolor causa alteração estética, formando manchas escuras indesejáveis em tonalidades preta, marrom e verde, ou ocasionalmente, manchas claras esbranquiçadas ou amareladas. Além dessa questão estética, a proliferação de mofo ou bolor em edificações pode acarretar em problemas respiratórios aos moradores, constituindo assunto relevante para a qualidade dos ambientes internos (SHIRAKAWA, 1995).

A figura 15 apresenta um exemplo da degeneração do revestimento em argamassa devido à presença constante de umidade.



Figura 15: revestimento em argamassa, com manchas de umidade, em adiantado processo de degeneração (THOMAZ, 1989)

Barros et al. (1997) destacam que a presença de umidade do ambiente pode favorecer a umidade dos materiais, todavia, somente a água absorvida por esses é utilizada pelos fungos para o seu desenvolvimento. Ou seja, a água absorvida é fator condicionante para o aparecimento e extensão do bolor no revestimento, sendo a temperatura também outro fator condicionante. Nesse sentido, a umidade de condensação, a ventilação insuficiente e a permeabilidade do revestimento à umidade exterior, constituem fatores causadores de umidade, favorecendo o acúmulo de bolor nas superfícies.

Segundo Alucci et al. (1988), as características do substrato também exercem grande influência para o desenvolvimento de fungos, sendo a composição química do substrato sobre o qual o esporo se deposita, fundamental para o êxito da germinação e infecção da superfície. Situação evidenciada, por exemplo, no desenvolvimento de bolor sobre películas de tinta. O crescimento sobre a película aumenta a retenção de poeira, que fica fortemente aderida entre as hifas (filamentos dos fungos), de forma que as partículas podem representar uma fonte adicional de nutrientes. Nesse sentido, o desenvolvimento de fungos é muito mais intenso junto a trincas na película de pintura, visto que na região trincada há condições para um maior acúmulo de poeira.

Apesar dos fungos serem os principais agentes no processo de deterioração dos revestimentos em edificações, as bactérias e algas também têm sido freqüentemente encontradas em superfícies interiores e exteriores. Embora as ações das bactérias e algas sejam distintas às ações dos fungos, a deterioração provocada no revestimento é semelhante na aparência (BARROS et al., 1997).

3.6 ESPECTRO DE JUNTAS OU “FANTASMAS”

O desenho de linhas de juntas verticais e horizontais no revestimento é denominado espectro de juntas ou “fantasmas”, tratando-se simplesmente de depósitos diferenciais de poeiras na superfície. Para Logeais (1989 apud BARROS et al., 1997) a causa mais freqüente da manifestação é o fenômeno físico conhecido como termoforese. A intensidade de deposição das poeiras da atmosfera sobre as paredes é função da temperatura superficial dessas paredes, sendo o depósito tão mais intenso quanto mais baixa a temperatura.

Os “fantasmas” interiores têm origem nas pontes térmicas constituídas pelas juntas, enquanto os “fantasmas” exteriores ocorrem devido às diferenças de temperatura incidente na face do revestimento no decorrer do período de secagem, uma vez que a base de aplicação do revestimento é heterogênea. Ou seja, as juntas de assentamento e os componentes da alvenaria apresentam diferentes coeficientes de absorção de água, secando, assim, com velocidades diferentes (LOGEAIS, 1989 apud BARROS et al., 1997).

O escurecimento diferencial da superfície também pode ser decorrente do desenvolvimento preferencial de fungos nas partes mais úmidas, ou seja, os substratos mais absorventes,

normalmente os blocos ou a alvenaria. As tintas látex, propícias para pintura de fachadas externas desde que de boa qualidade e aplicadas em base bem seca e curada, possuem em sua composição substâncias que são nutrientes de microorganismos que, por sua vez, só se desenvolvem na presença de umidade excessiva na base. Assim, antes da pintura da fachada a umidade absorvida pela base deve ser eliminada, podendo ser proveniente de águas da chuva ou remanescente do concreto e do preparo da argamassa. Há casos ainda em que a pintura apresenta uma elevada permeabilidade, permitindo a absorção de água da chuva pela base (blocos ou alvenaria), sendo, em contrapartida, a evaporação lenta dessa água através da pintura, propiciando a ocorrência dos espectros de juntas (IPT RESPONDE, 2003?).

A figura 16 apresenta um exemplo da incidência da manifestação patológica em fachada externa de edificação.



Figura 16: incidência de espectro de juntas ou “fantasmas” em fachada de edificação (LEAL, 2003b)

Thomaz (2000), destacando a importância da aplicação de chapisco no revestimento de fachadas, refere que a ausência do chapisco pode também resultar no aparecimento desta manifestação patológica, tendo em vista que além de otimizar a aderência entre o revestimento e a alvenaria, o chapisco visa ainda homogeneizar as condições higroscópicas da base constituída por materiais diferentes (componentes de alvenaria e argamassa de assentamento), regularizando a absorção de água.

3.7 MANCHAS DECORRENTES DE CONTAMINAÇÃO ATMOSFÉRICA

O pó, fuligem e outras partículas contaminantes existentes em suspensão na atmosfera, podem recobrir os revestimentos externos das edificações, principalmente nas médias e grandes cidades, gerando manchas nas superfícies. A adesão das partículas pode ocorrer desde um mero apoio sobre a microplataforma, e neste caso pode ser facilmente varrida por um simples vento, até uma verdadeira aglutinação que torna impossível sua eliminação a não ser exclusivamente por meios de limpeza mecânica (BAUER, 1997).

Segundo Petrucci (2000), fatores extrínsecos e intrínsecos à edificação interagem no manchamento de fachadas. Os fatores extrínsecos estão atrelados às condições ambientais consistindo dos contaminantes atmosféricos e dos agentes climáticos. As emissões de chaminés industriais (produzindo carvão, hidrocarbonetos, minerais, cinzas, entre outros) e as emissões de subprodutos de combustão e semicombustão na queima de combustíveis (carvão, hidrocarbonetos, cinza, mas principalmente, a fuligem), são as principais fontes em áreas urbanas de contaminantes atmosféricos responsáveis pelas sujidades dos paramentos que, via de regra, degradam esteticamente as fachadas dos edifícios. Dentre as condições ambientais, o vento e a chuva são os fenômenos meteorológicos com maior influência na manifestação patológica de manchamento das fachadas por contaminação atmosférica. Todavia, a temperatura e a umidade relativa do ar contribuem para a criação de certas condições ambientais que favorecem ou dificultam a deposição e adesão das partículas.

Os fatores intrínsecos à construção que interagem no manchamento dos paramentos por contaminação atmosférica compreendem as características dos materiais da superfície dos revestimentos e as formas (geometria) da fachada. Principalmente a porosidade do material, bem como a textura e cor da superfície do revestimento, estão envolvidos no fenômeno

patológico de manchamento por sujidades atmosféricas, sendo o material poroso mais sensível ao fenômeno. Ademais, a maioria das edificações apresenta algum tipo de descontinuidade por motivos de ordem estética, construtiva, funcional ou mesmo de autoproteção, tais como aberturas, molduras, relevos, mudanças de planos, entre outros, de modo que as formas e proporções gerais destas descontinuidades, ou seja, sua geometria, fará com que as fachadas se exponham de maneira não uniforme aos agentes ambientais (PETRUCCI, 2000).

As figuras 17 e 18 apresentam fachadas de edificações com a incidência de manchamentos por contaminação atmosférica.



Figura 17: manchamento por contaminação atmosférica com parapeitos lavados irregularmente pela ação da água da chuva escorrida (PETRUCCI, 2000)



Figura 18: fachada sul com acentuado manchamento em função da baixa evaporação de umidade que estimula a adesão de contaminantes atmosféricos (PETRUCCI, 2000)

3.8 CORROSÃO QUÍMICA POR SUBSTÂNCIAS AGRESSIVAS

Bauer (1997) classifica as substâncias agressivas aos revestimentos de argamassa em basicamente dois grupos: salinos e gasosos. Enquanto os sais são incorporados aos materiais principalmente através da água absorvida por capilaridade, os gasosos podem penetrar dissolvidos na água da chuva ou na forma de gases por difusão. Contaminação ambiental por substâncias agressivas que resultam em danos na forma de corrosão química das argamassas de revestimento, ou na perda de isolamento térmico por umedecimento.

3.9 QUADRO RESUMO DAS MANIFESTAÇÕES

Os quadros 1 a 3 apresentam, resumidamente, as manifestações patológicas em revestimentos de argamassa catalogadas pelo presente trabalho, relacionando-as à sintomatologia, fase do processo construtivo e causas prováveis.

| Manifestações | Sintomatologia | Fase processo construtivo | Causas prováveis que atuam com ou sem simultaneidade |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|---|
| Descolamento com empolamento | Superfície do reboco descola do emboço, formando bolhas que aumentam progressivamente. | Qualidade dos materiais | - Hidratação retardada do óxido de magnésio da cal. - Existência de cal parcialmente extinta/hidratada. |
| | Reboco com som cavo sob percussão. | Externa ao revestimento | - Infiltração de umidade. |
| Descolamento em placas | A placa descolada apresenta-se endurecida, quebrando com dificuldade. | Modo de aplicação do revestimento | - Argamassa aplicada em camada muito espessa (maior que 2 cm). - Superfície da base muito lisa ou impregnada de substância hidrófuga. - Base de aplicação impregnada de pó e/ou resíduos. - Molhagem deficiente da base. - Ausência de chapisco. - Acabamento superficial inadequado da camada intermediária. - Aplicação de camadas de argamassa interpostas com resistências inadequadas. - Execução inadequada ao chapar a argamassa com pouca força. |
| | Placa descolada endurecida, mas quebradiça. | | Traço da argamassa |
| | Revestimento com som cavo sob percussão. | Qualidade dos materiais | - Superfície de contato com placas de mica. |
| | | Externa ao revestimento | - Grandes variações de temperatura. |
| | | | |
| Descolamento com pulverulência | Argamassa friável, que se esfarela/desagrega ao ser pressionada manualmente. | Modo de aplicação do revestimento | - Hidratação inadequada do cimento da argamassa, molhagem deficiente da base ou aplicação de argamassa em condições de alta temperatura. - Argamassa utilizada após o tempo de pega do cimento. - Reboco aplicado em camada muito espessa. |
| | Película da tinta destaca-se juntamente com a argamassa. | Traço da argamassa | - Proporção inadequada entre aglomerante e agregado. - Argamassa pobre em aglomerante. - Excesso de finos no agregado. - Traço excessivamente rico em cal. |
| | Reboco com som cavo sob percussão. | Qualidade dos materiais | - Excesso de materiais pulverulentos e/ou torrões de argila na areia. - Emprego de substitutos da cal sem propriedades de aglomerante. - Demasiado tempo de estocagem, ou estocagem inadequada da argamassa, comprometendo sua qualidade. - Emprego de argamassa com cimento e adição de gesso, com reação expansiva pela formação de etringita. |
| | | Pintura | - Pinturas prematuras que impedem a completa carbonatação da cal. |

Quadro 1: resumo das manifestações patológicas para o sub-grupo *descolamentos* (fonte: baseado em CINCOTTO, 1988; BAUER, 1997; BARROS et al., 1997)

| Manifestações | Sintomatologia | Fase processo construtivo | Causas prováveis que atuam com ou sem simultaneidade |
|--------------------------|--|-----------------------------------|--|
| Vesículas | Empolamento da pintura, com partes internas das empolas na cor branca, preta ou vermelho acastanhada. Empolamento da pintura com bolhas contendo umidade no interior. | Qualidade dos materiais | - Hidratação retardada do óxido de cálcio da cal, quando empolas na cor branca. - Presença de pirita ou de matéria orgânica na areia, quando empolas na cor preta. - Presença de concreções ferruginosas na areia, quando empolas na cor vermelho acastanhada. |
| | | Pintura | - Aplicação prematura de tinta impermeável, quando bolhas contêm umidade. |
| Fissuras mapeadas | Fissuras com formas variadas e distribuídas por toda a superfície do revestimento. | Modo de aplicação do revestimento | - Desempeno excessivo ou precoce. - Desidratação precoce da argamassa quando aplicada em dias muito quentes ou secos. - Perda de água de amassamento por sucção da base. - Excessivo número e/ou espessura de camadas. - Cura deficiente de uma camada ou falta de cura. |
| | | Traço da argamassa | - Consumo elevado de cimento. - Elevado teor de finos na areia. - Água de amassamento em excesso. - Argamassa com baixa retenção de água. |
| | | Qualidade dos materiais | - Utilização de aditivos substitutivos da cal. |
| | | Pintura | - Movimentações higroscópicas associadas às próprias movimentações térmicas do revestimento, quando do término da vida útil da pintura. |
| Fissuras horizontais | Incidem ao longo de toda a parede. Podem resultar em descolamento do revestimento em placas, com som cavo sob percussão. | Externas ao revestimento | - Expansão da argamassa de assentamento por hidratação retardada do óxido de magnésio da cal, por ataque de sulfatos, ou devido à presença de argilo-minerais expansivos no agregado. |
| Outras fissuras lineares | Fissuras sobrepostas ao encontro de diferentes materiais da base. | Externas ao revestimento | - Ausência de procedimentos adequados na execução de interfaces entre pilar e alvenaria, topo de alvenaria e face inferior de lajes/vigas, e no revestimento sobreposto em juntas de dilatação. |

Quadro 2: resumo das manifestações patológicas para os sub-grupos *vesículas* e *fissuras* (fonte: baseado em CINCOTTO, 1988; THOMAZ, 1989; JOHN, 1995; MITIDIERI FILHO, 1995b; BAUER, 1997; BARROS et al., 1997; THOMAZ, 2001b; MASUERO, 2001; LEAL, 2003b)

| Manifestações | Sintomatologia | Fase processo construtivo | Causas prováveis que atuam com ou sem simultaneidade |
|---|---|--|---|
| Eflorescências | <p>Manchas de umidade e presença de pó branco acumulado na superfície.</p> <p>Tipo I – depósito de sal branco, pulverulento, muito solúvel em água. Pode ser abundante e em forma de véu.</p> <p>Tipo II – depósito de cor branca com aspecto de escorrimento, muito aderente e pouco solúvel em água.</p> <p>Tipo III – depósito de sal branco entre juntas de alvenaria aparente.</p> | <p>Qualidade dos materiais e/ou Externas ao revestimento</p> | <p>- Umidade constante.</p> <p>- Tipo I: sais solúveis podem ser provenientes de tijolos, de cimentos, da reação química entre compostos do tijolo e o cimento, da água de amassamento, dos agregados, da poluição atmosférica, e de substâncias contidas em solos adensados ou contaminados por produtos químicos.</p> <p>- Tipo II: sal formado é o carbonato de cálcio que advém da cal livre liberada na hidratação do cimento, ou do elevado teor de cal não hidratada em argamassas mistas.</p> <p>- Tipo III: sal formado é o sulfato de cálcio que pode ser originário do tijolo ou da reação entre os sulfatos de sódio e potássio com a cal do cimento.</p> |
| Manchas de umidade, mofo, bolor | <p>Manchas escuras em tonalidades preta, marrom e verde, ou ocasionalmente, manchas claras esbranquiçadas ou amareladas.</p> <p>Revestimento em desagregação.</p> | Externas ao revestimento | <p>- Umidade constante que pode ser proveniente da fase de obras, da absorção e capilaridade dos materiais, de infiltrações, da condensação e de eventos acidentais.</p> <p>- Área não exposta ao sol.</p> |
| Espectro de juntas ou “fantasmas” | <p>Desenho de linhas verticais e horizontais no revestimento.</p> <p>Depósitos diferenciais de poeira na superfície.</p> <p>Desenvolvimento preferencial de fungos nas partes mais úmidas, com substratos mais absorventes</p> | Modo de aplicação do revestimento | <p>- Ausência de chapisco.</p> <p>- Camada de revestimento com espessura reduzida.</p> |
| | | Traço da argamassa | - Traço inadequado. |
| | | Pintura | <p>- Pintura com elevada permeabilidade.</p> <p>- Pintura antes da eliminação da umidade da base.</p> |
| Manchas decorrentes de contaminação atmosférica | Depósito na superfície de pó, fuligem e outras partículas existentes em suspensão na atmosfera. | Externas ao revestimento | - Fatores que influenciam o manchamento: vento, chuva direta, lâmina d’água escorrida, temperatura, porosidade do material, textura superficial, formas da fachada, cor dos materiais e poluição do entorno. |
| Corrosão química por agentes agressivos | Danos na forma de corrosão mecânica e química das argamassas. | Externas ao revestimento | <p>- Sais agressivos incorporados aos materiais por capilaridade.</p> <p>- Gases que podem penetrar na argamassa dissolvidos na água da chuva ou na forma de gases por difusão.</p> |

Quadro 3: resumo das manifestações patológicas para os sub-grupos *eflorescências*, *manchas de umidade*, *espectro de juntas*, *manchas por contaminação atmosférica* e *corrosão química* (fonte: baseado em CINCOTTO, 1988; PEREZ, 1988; UEMOTO, 1988; SHIRAKAWA, 1995; BAUER, 1997; BARROS et al., 1997; THOMAZ, 2000; IPT RESPONDE, 2003?)

4 LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS DE CONJUNTO HABITACIONAL

O empreendimento e suas unidades habitacionais são inicialmente caracterizados no presente capítulo. Também são tecidas considerações quanto à metodologia, apresentados os procedimentos empregados para a coleta de dados, relacionadas as principais manifestações patológicas observadas na inspeção de campo, bem como pormenorizada a forma de organização e quantificação de registros.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREEDIMENTO

O empreendimento objeto do estudo compreende um conjunto habitacional de padrão popular implantado na cidade de Caxias do Sul (RS). Trata-se de uma obra edificada às expensas do Poder Público Municipal, licitada sob a modalidade de empreitada global de material e mão-de-obra. A figura 19 apresenta uma vista geral do conjunto habitacional.

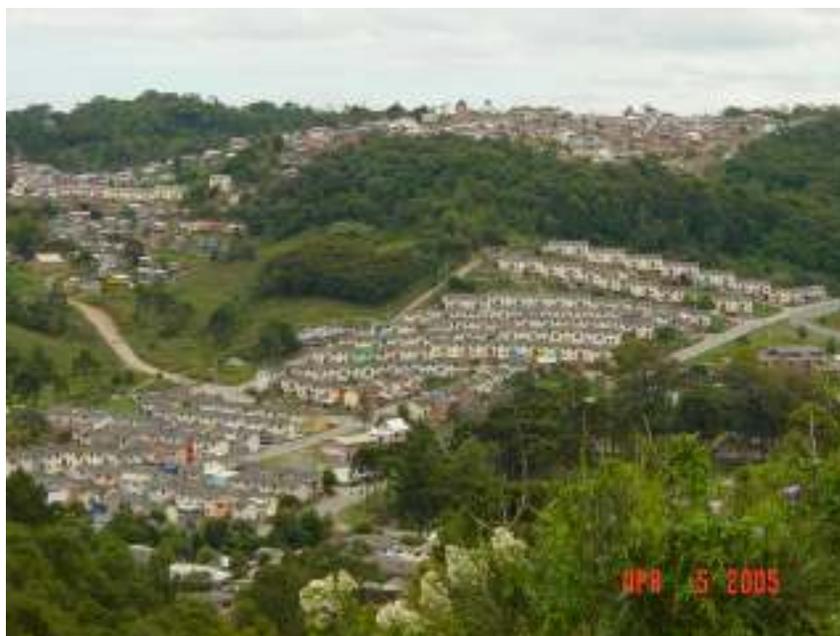


Figura 19: vista geral do conjunto habitacional, Caxias do Sul (RS)

O conjunto habitacional terminado e ocupado há cerca de 10 anos é composto de 300 sobrados de dois pavimentos edificadas em 19 blocos distintos, estando os sobrados implantados segundo um padrão repetitivo. Os blocos, por sua vez, são constituídos de um número distinto de unidades habitacionais. A tabela 5 relaciona o número de sobrados por bloco, enquanto a figura 20 retrata a planta de situação do conjunto habitacional.

Tabela 5: número de sobrados por bloco

| Blocos | A | B | C | D | E | F | G | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | X | Total 19 |
|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|
| Número de sobrados | 10 | 02 | 01 | 06 | 05 | 21 | 12 | 10 | 06 | 16 | 19 | 26 | 25 | 25 | 26 | 26 | 26 | 26 | 12 | Total 300 |

A metade oeste do conjunto habitacional apresenta terreno com topografia íngreme, especificadamente os blocos P a V, condição adversa esta que exigiu, quando da implantação, a alteração na locação de alguns blocos e/ou sobrados em relação ao projeto original do empreendimento, resultando na evidenciada disparidade no número de unidades habitacionais por bloco.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SOBRADOS

Os blocos do conjunto habitacional são formados por sobrados edificadas de forma geminada (figura 21), apresentando entre as unidades, paredes comuns duplas de tijolos cerâmicos, com espessura nominal de 25 cm. As paredes das fachadas de frente e de fundos, bem como internas dos banheiros, também são de tijolos cerâmicos, todavia apresentam espessura nominal de 15 cm. A pavimentação dos pavimentos inferiores compreende originariamente contrapiso de concreto desempenado. O entrepiso, por sua vez, é constituído de assoalho de madeira sobre barroteamento. A cobertura dos sobrados foi executada com telhas de cimento-amianto sobre estrutura de madeira, apresentando forros de madeira no pavimento superior e nos beirais externos. Internamente as paredes não apresentam revestimentos, sendo de tijolos à vista com juntas raspadas, exceto paredes internas do banheiro que apresentam revestimento com azulejos até a altura de 1,50 m. Externamente as paredes têm revestimento de argamassa em camada única, com argamassa mista de cimento, cal e areia, recebendo pintura superficial com tinta látex PVA.

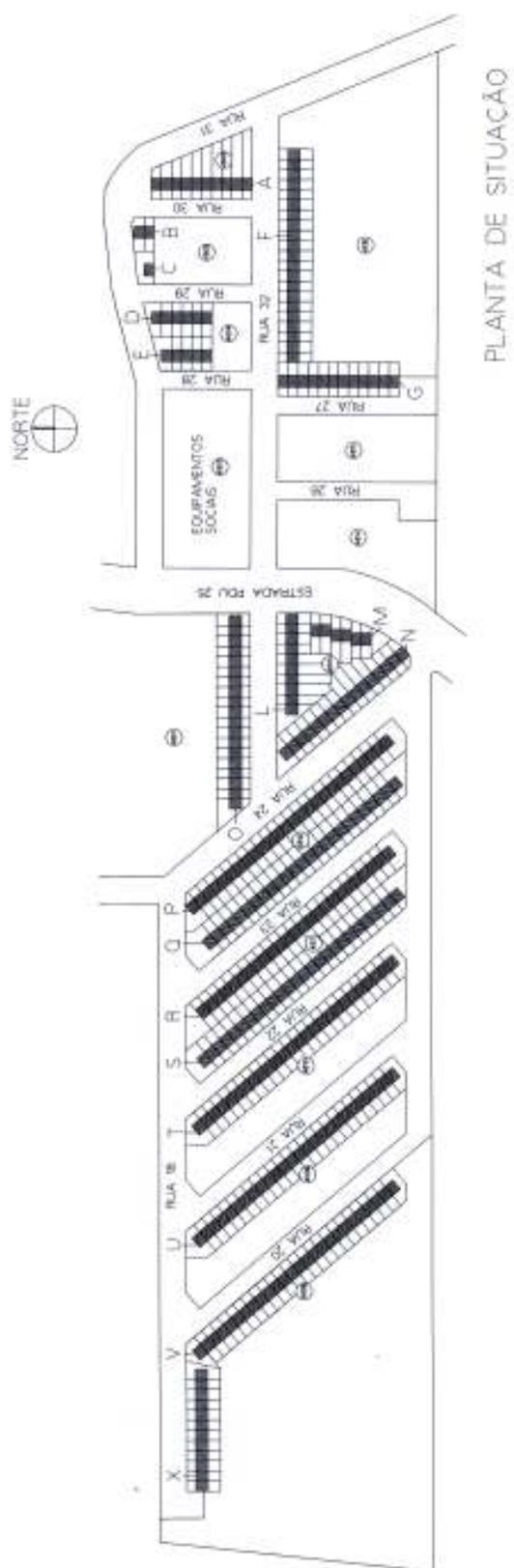


Figura 20: representação esquemática da situação do conjunto habitacional, Caxias do Sul (RS)



Figura 21: vista geral de um bloco de sobrados edificadas de forma geminada

Cada sobrado é composto de cozinha/estar e banheiro no pavimento inferior e de dormitório no pavimento superior, constituindo uma área total construída de 44,30 m² por unidade habitacional. A figura 22 mostra a planta baixa dos pavimentos para dois sobrados geminados, salientando-se que em blocos implantados sobre terreno com desníveis, a mesma cota de piso foi mantida para cada módulo de dois sobrados geminados pela parede comum da escada. Ou seja, o desnível natural do terreno existente foi no local suplantado pela elevação da cota de construção a cada módulo de dois sobrados geminados.

Tendo o conjunto habitacional aproximadamente 10 anos de ocupação, constatou-se no levantamento de dados que uma parcela considerável dos sobrados não mantêm a sua caracterização original, em especial no elemento construtivo objeto de estudo no presente trabalho. Nesse sentido, na vistoria de algumas unidades foi verificada a alteração na condição original das fachadas externas, apresentando ampliações de área construída contíguas à edificação padrão, de frente e/ou de fundos e com um ou dois pavimentos. Também, algumas fachadas dos sobrados receberam serviços de repintura, remanescendo essas fachadas com pinturas de idades diversas, podendo caracterizar um procedimento de manutenção no revestimento externo. As figuras 23 e 24 apresentam, respectivamente, a caracterização original dos sobrados para as fachadas de frente e de fundos de um módulo de dois sobrados geminados.

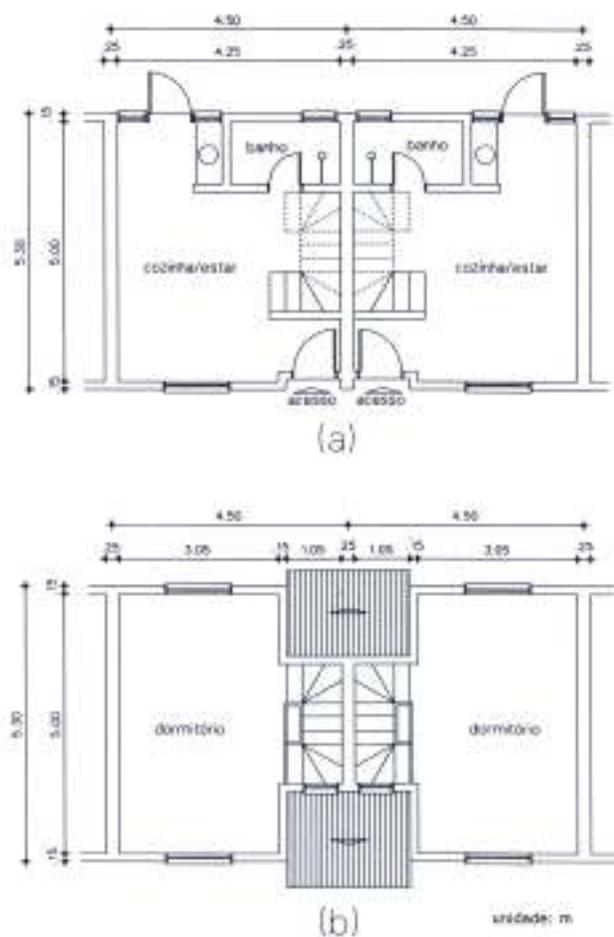


Figura 22: planta baixa do pavimento inferior (a) e do pavimento superior (b) para cada módulo de dois sobrados geminados



Figura 23: fachada frontal original para um módulo de dois sobrados geminados



Figura 24: fachada de fundos original para um módulo de dois sobrados geminados

4.3 CONSIDERAÇÕES QUANTO À METODOLOGIA ADOTADA

No presente trabalho, o levantamento de incidências de manifestações patológicas em revestimentos externos de conjunto habitacional é apresentado sob a forma de um estudo de caso.

Segundo Gil (1996), o estudo de caso caracteriza-se por grande flexibilidade, sendo impossível estabelecer um roteiro rígido, todavia, na maioria dos estudos de casos é possível distinguir quatro fases: delimitação da unidade-caso, coleta de dados, análise e interpretação dos dados e redação do relatório.

Para evitar problemas na análise e interpretação de dados, convém definir antecipadamente seu plano de análise, devendo-se considerar as limitações dos dados obtidos, sobretudo no referente à qualidade da amostra. Uma boa amostra constitui uma base racional para fazer generalizações a partir dos dados, enquanto que, na incerteza acerca da qualidade da amostra, é razoável apresentar as conclusões em termos de probabilidade (GIL, 1996).

Em Andrade e Dal Molin (1997) são apresentados dois diferentes métodos de contagem e registro de manifestações patológicas em levantamentos de estruturas de concreto armado, estando ainda salientado acerca da importância da sistematização da fase de coleta de dados.

No primeiro método, chamado por Magalhães (2004) de Método de Incidência, cada tipo de manifestação com a mesma causa é contabilizado apenas uma vez, independentemente do número de vezes e lugares diferentes em que se manifesta na edificação. Resulta no registro dos tipos de manifestações encontradas e do percentual das edificações atingidas (ANDRADE; DAL MOLIN, 1997).

No segundo método, chamado por Magalhães (2004) de Método de Intensidade, é considerado a quantidade de danos que aparecem em cada obra individualmente, contabilizando-se cada uma das manifestações observadas em cada peça da estrutura como uma ocorrência. Resulta no registro da intensidade do dano, podendo apontar o grau de comprometimento da estrutura em relação a cada uma das manifestações patológicas (ANDRADE; DAL MOLIN, 1997). Esse segundo critério de quantificação foi empregado em trabalho realizado por Aranha (1994), o qual estudou as manifestações patológicas em estruturas de concreto armado na região amazônica, aplicando esse método tanto para a quantificação das manifestações como dos sistemas de recuperação das estruturas.

O estudo de Andrade e Dal Molin (1997) refere-se a levantamentos de manifestações patológicas e formas de recuperação em estruturas de concreto armado. Compara os resultados obtidos com o emprego dos dois métodos relacionados, concluindo que ambos são complementares, sendo de extrema importância se saber tanto em que áreas uma determinada manifestação patológica se mostra mais evidente, quanto o nível de degradação de um conjunto de obras em função de uma manifestação patológica ou da interação existente entre duas ou mais manifestações.

Magalhães (2004), em seu trabalho que estudou a ocorrência de fissuras em alvenarias no estado do Rio Grande do Sul, empregou os dois métodos para analisar os dados coletados, de Incidência e de Intensidade, identificando que as fissuras causadas por variações de temperatura são predominantes quando considerada a distribuição por incidência, contrapondo-se ao predomínio das fissuras causadas por recalques de fundação quando considerada a distribuição por intensidade. Concluiu também que os dois métodos são complementares no levantamento de incidências de fissuras em alvenarias, mostrando-se o

Método de Incidência recomendado para remontar panoramas de frequência e identificar as manifestações, enquanto o Método de Intensidade é recomendado para determinar as quantidades de ocorrências.

No estudo de Miranda (2000), onde é avaliado o desempenho de argamassas produzidas com entulho reciclado, o controle da fissuração dos revestimentos foi realizado em termos de quantidade e comprimento das fissuras visíveis, por m^2 de parede revestida. Trata-se, no entanto, de um projeto experimental realizado em laboratório, cujos revestimentos ensaiados estavam aplicados em pórticos de alvenaria de 2,35 m x 1,30 m, construídos em área interna protegida da chuva. A aplicação desse procedimento para controle de fissuração das fachadas, no presente trabalho, mostra-se inviável, tendo em vista que as observações de campo foram feitas ao nível do pavimento inferior dos sobrados. Desta forma, na vistoria de muitas das unidades não foi possível avaliar o comprimento das fissuras, dificuldade interposta ainda maior se considerada a ocorrência de fissuração nos planos de fachada do pavimento superior dos sobrados.

Assim, diante dos métodos vislumbrados, entende-se que os métodos de Incidência e de Intensidade, conforme pormenorizados em Andrade e Dal Molin (1997), podem ser aplicados em levantamentos de manifestações patológicas em revestimentos externos.

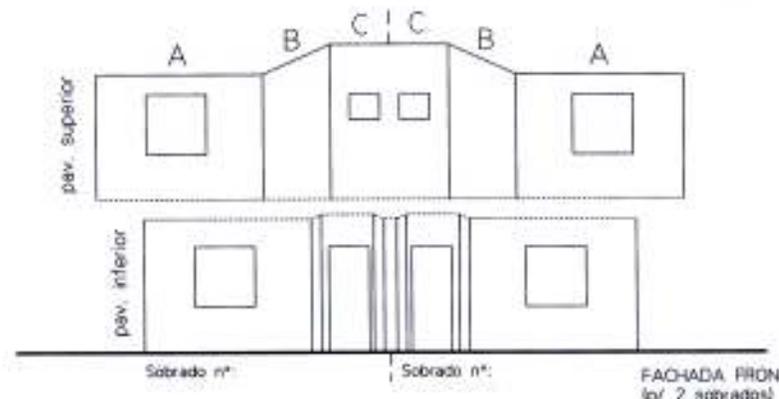
4.4 COLETA DE DADOS

Em Petrucci et al. (1997) há a proposição de um procedimento para quantificar e posicionar no plano da fachada, as principais manifestações patológicas ocorridas no revestimento externo em argamassa de blocos de apartamentos em conjunto habitacional. Referido procedimento, devidamente adaptado ao presente estudo, foi utilizado para sistematizar a catalogação das manifestações patológicas evidenciadas nas fachadas externas de blocos de sobrados.

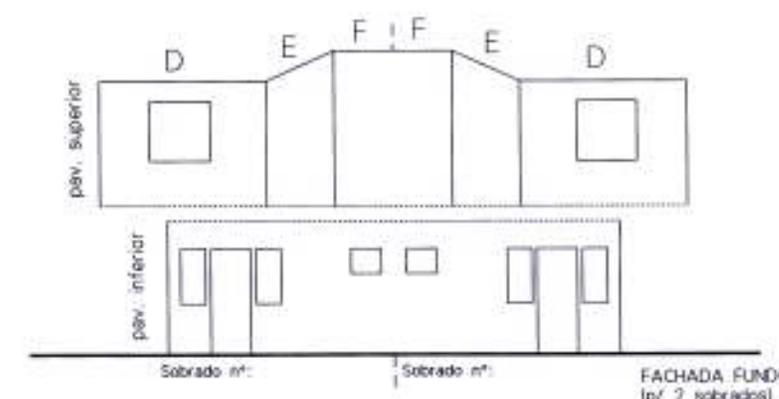
Para tal foram elaboradas planilhas que apresentam o desenho das fachadas dos sobrados em escala 1:100 e desdobradas em um único plano. Salienta-se que cada planilha de vistoria abrange a catalogação das manifestações evidenciadas nas fachadas de frente e de fundos para cada módulo de dois sobrados geminados (figura 25). Foram estabelecidas convenções

objetivando representar graficamente as manifestações patológicas nas planilhas, permitindo assim sua identificação e quantificação. Os registros efetuados foram complementados com observações nos desenhos e, eventualmente, com fotografias nos casos em que se mostravam insuficientes para o discernimento ou onde a representação era de difícil representação.

| CONJUNTO HABITACIONAL POPULAR | | Convenções |
|-------------------------------|--|---|
| Sobrados nº: _____ | | Descolamento  |
| Bloco: _____ Quadra: _____ | | Fissuras Mapeadas  |
| Data: _____ | | Fissuras Lineares  |
| | | Eflorescências  |
| | | Umidade  |
| | | Vesículas  |
| | | Outros  |



FACHADA FRONTAL
(p/ 2 sobrados)



FACHADA FUNDOS
(p/ 2 sobrados)

Obs.: _____

Figura 25: planilha de vistoria para preenchimento em campo

Para facilitar a visualização e registro da degradação, os planos de fachadas foram divididos em duas faixas horizontais de acordo com a subdivisão dos dois pavimentos das construções. O pavimento superior de cada sobrado foi subdividido em planos, conforme a posição na fachada, resultando nos planos “A”, “B” e “C” na fachada de frente e nos planos “D”, “E” e “F” na fachada de fundos. Por outro lado, o pavimento inferior, tanto de frente como de fundos, foi considerado no estudo como planos únicos, desconsiderando-se, portanto, a pequena descontinuidade existente na fachada frontal junto à porta de acesso ao sobrado.

As observações de campo foram realizadas ao nível do pavimento inferior dos sobrados, de uma distância das fachadas de até 4 metros, uma vez que algumas das unidades apresentam cercas junto ao alinhamento com a via pública, impedindo o acesso à área interna do terreno.

Muitos blocos do conjunto habitacional, dependendo da condição topográfica do terreno, possuem módulos subsequentes de dois sobrados geminados, edificados em cotas de construção diferentes, buscando assim suplantar o desnível natural do terreno (figura 26). Condição construtiva peculiar evidenciada em alguns blocos que originou a elevação de fachadas laterais externas em meio aos módulos de dois sobrados. Fachadas essas que restam excluídas do estudo, tendo em vista a dificuldade interposta para inspeção, quer seja pela limitada visibilidade ao nível do pavimento inferior, ou ainda pela dificuldade de acesso ao nível dos telhados dos sobrados.



Figura 26: módulos subsequentes de dois sobrados geminados edificados em cotas de construção diferentes

Também foram excluídas do estudo as fachadas laterais posicionadas nos extremos dos blocos, uma vez que constituem uma amostra reduzida de dados para análise, mostrando-se pouco representativa para emanar conclusões consistentes. Como pode ser visto na tabela 6, das 38 fachadas laterais de extremos existentes no conjunto habitacional, apenas 21 delas mantêm sua caracterização original (55,26%), enquanto 11 fachadas receberam ampliações de área construída (28,95%) e outras 6 foram repintadas (15,79%).

Tabela 6: situação das fachadas laterais de extremos dos blocos

| Fachadas laterais de extremos | Originais | Ampliadas | Repintadas |
|--------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Norte | 3 | 1 | 3 |
| Sul | 2 | 4 | 1 |
| Leste | 3 | - | 1 |
| Oeste | 3 | 1 | - |
| Noroeste | 4 | 3 | 1 |
| Sudeste | 6 | 2 | - |
| Total | 21 | 11 | 6 |
| (%) | 55,26 | 28,95 | 15,79 |

4.5 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OBSERVADAS NA INSPEÇÃO DE CAMPO

Na inspeção de campo observou-se uma série de manifestações patológicas nos revestimentos externos dos sobrados, de forma generalizada em todos os blocos do conjunto habitacional, todavia com intensidades e características variadas. As principais manifestações patológicas observadas na inspeção estão ilustradas nas fotografias das figuras 27 a 35, sendo apresentadas no quadro 4 onde são relacionadas suas possíveis causas de ocorrência.

As origens dos problemas verificados concentram-se, principalmente, na concepção do sistema de revestimento em argamassa, na desconsideração em projeto de zonas de fachadas mais expostas aos agentes agressivos de ordem climática, na ausência de detalhes construtivos, no término da vida útil das pinturas sem adequada manutenção, na utilização de agregados da argamassa com impurezas, ou ainda em falhas de execução de determinados elementos construtivos.

| Manifestação Patológica | Possíveis causas |
|--|--|
| <p>Fissuras disseminadas.</p> <p>Sintomatologia: fissuras lineares disseminadas pelas fachadas, sem direção predominante, com pequenas aberturas, localizadas preferencialmente no envoltório das aberturas ou no encontro de planos (figura 27).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - argamassa com alto módulo de deformação; - ausência de detalhes construtivos como revestimento de peitoris nas janelas; - insuficiência ou inexistência de vergas e contra-vergas; - pintura superficial desgastada, acentuando as movimentações térmicas e higroscópicas do revestimento; - paredes das fachadas de frente e de fundos com baixa rigidez, tendo espessura nominal de 15 cm e dois pavimentos de altura. |
| <p>Fissuras mapeadas</p> <p>Sintomatologia: fissuras mapeadas incidentes em áreas específicas do revestimento, preferencialmente nos planos de fachada do pavimento inferior (figura 28).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - pintura superficial desgastada, acentuando as movimentações térmicas e higroscópicas do revestimento; - ausência de detalhes construtivos como calhas pluviais e/ou revestimento impermeável junto à base das paredes e no entorno do tanque de lavar. |
| <p>Fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados</p> <p>Sintomatologia: fissura vertical, localizada na parede comum de sobrados geminados (figura 29).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - ausência de detalhes construtivos, como juntas de controle, nessa interface de parede dupla entre sobrados; - elevação de alvenaria com juntas a prumo, sem adequada amarração; - prumada de tubulação de água, localizada nessa interface, resultando em revestimento com pequena espessura. |
| <p>Fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados</p> <p>Sintomatologia: fissura vertical, localizada no trecho de parede comum a módulos de dois sobrados, preferencialmente situada no topo das fachadas (figura 30).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - ausência de detalhes construtivos, como juntas de controle, na interface de parede dupla entre módulos de sobrados; - ausência de juntas de dilatação em blocos com fachadas muito longas. |
| <p>Outras fissuras</p> <p>Sintomatologia: fissuras de maior abertura incidentes nos planos de fachada (figura 31).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - recalques de fundação ou deformações acentuadas da estrutura. |
| <p>Manchas de umidade por respingos</p> <p>Sintomatologia: manchas de umidade e mofo, com deterioração da pintura, preferencialmente localizadas junto à base das paredes (figura 32).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - ausência de detalhes construtivos como calhas pluviais e/ou revestimento impermeável junto à base das paredes; - beirais de pequena extensão sobre o plano da fachada. |
| <p>Manchas de umidade de infiltrações</p> <p>Sintomatologia: manchas de umidade na parede externa comum ao banheiro, com empolamento da pintura e eflorescências (figura 33).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - término da vida útil do revestimento interno do banheiro; - umidade ascensional pelo piso do banheiro. |
| <p>Vesículas</p> <p>Sintomatologia: descolamentos pontuais na argamassa, com empolas na cor preta ou vermelha acastanhada (figura 34).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - presença de impurezas no agregado da argamassa, tais como concreções ferruginosas e matéria orgânica. |
| <p>Descolamentos</p> <p>Sintomatologia: descolamentos em placas do revestimento, preferencialmente no entorno de esquadrias, ou junto à prumada de tubulações (figura 35).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - incompatibilidade de medidas entre esquadria e vão da parede, resultando em camada de argamassa com espessura excessiva para preenchimento; - pequena espessura de revestimento sobre prumada de tubulação de água. |

Quadro 4: principais manifestações patológicas observadas nos revestimentos e possíveis causas de ocorrência



Figura 27: configuração típica da incidência de fissuras disseminadas nos planos de fachada dos sobrados



Figura 28: área do revestimento com incidência de mapeamento



Figura 29: configuração típica de fissura incidente na parede comum entre dois sobrados geminados



Figura 30: fissura na parede comum entre módulos de dois sobrados



Figura 31: fissura de maior abertura com origem não relacionada ao revestimento



Figura 32: manchas de umidade no revestimento decorrentes de respingos das águas das chuvas



Figura 33: superfície do revestimento com manchas de umidade de infiltrações e empolamento da pintura



Figura 34: incidência de vesícula no revestimento, percebendo-se também a presença de fissuras disseminadas nesse plano de fachada.



Figura 35: descolamento em placa da argamassa do revestimento no entorno da esquadria

4.6 ORGANIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS REGISTROS

A organização e a quantificação dos registros foi realizada tendo como base cada um dos oito planos de fachada dos sobrados, ou seja, superior “A”, superior “B”, superior “C”, frente inferior, superior “D”, superior “E”, superior “F” e inferior de fundos.

A partir dos registros de campo nas planilhas de vistoria foram identificadas as principais manifestações patológicas que degradam os revestimentos externos dos sobrados, especialmente em suas fachadas de frente e de fundos. Nesse sentido, as fissuras disseminadas, fissuras mapeadas, outras fissuras não relacionadas aos revestimentos, vesículas e descolamentos, foram contabilizadas em termos da quantidade de ocorrências em cada plano de fachada vistoriado. Por outro lado, as fissuras nas paredes comuns entre sobrados geminados ou entre módulos de dois sobrados, bem como as manchas de umidade por respingos ou infiltrações, tiveram seus registros quantificados uma única vez em cada plano de fachada onde incidiam, visto que não foi averiguado mais de uma área ou trecho em um mesmo plano de fachada com incidência dessas tipologias de manifestações. Buscando

resumir e quantificar os dados coletados em campo, elaborou-se uma planilha para quantificação dos mesmos. Parte desta planilha é apresentada na tabela 7, estando preenchida a título de exemplo do procedimento realizado.

Tabela 7: quantificação das principais manifestações patológicas observadas nos diferentes planos de fachada

| Bloco | Sobrado | Fachada | Pavimento - Plano | Situação | Fissuras | | | | | Umidade | | Vesículas | Descolamentos | |
|----------|---------|---------|-------------------|--------------------|----------|--|---|-------------------------|--------|-----------|--------------|-----------|---------------|--|
| | | | | | mapeadas | na parede comum entre 2 sobrados geminados | na parede comum entre módulos de 2 sobrados | disseminadas na fachada | outras | respingos | infiltrações | | | |
| A | 190 | Frontal | Superior - A | orig. ¹ | 1 | | | 5 | 1 | | | | | |
| | | | Superior - B | orig. | | | | | | | | 1 | | |
| | | | Superior - C | orig. | | | | 3 | | | | | | |
| | | | Inferior | orig. | 2 | | | 3 | | | | | 1 | |
| | | Fundos | Superior - D | amp. ² | | | | | | | | | | |
| | | | Superior - E | amp. | | | | | | | | | | |
| | | | Superior - F | amp. | | | | | | | | | | |
| P | 197 | Frontal | Superior - A | orig. | | | | 3 | | | | | | |
| | | | Superior - B | orig. | | | | | | | | | | |
| | | | Superior - C | orig. | | | | 1 | | | | | | |
| | | | Inferior | orig. | 2 | | | 13 | | | | | | |
| | | Fundos | Superior - D | orig. | | | | 1 | | | | | 1 | |
| | | | Superior - E | orig. | | | | | | | | | | |
| | | | Superior - F | orig. | | X | | | | | | | | |
| Inferior | orig. | | X | | | | | X | | | 1 | | | |
| T | 205 | Frontal | Superior - A | rep. ³ | | | | 2 | | | | | | |
| | | | Superior - B | rep. | | | | | | | | | | |
| | | | Superior - C | rep. | | X | | | | | | | | |
| | | | Inferior | rep. | | | | 4 | | | | | 1 | |
| | | Fundos | Superior - D | orig. | | | | 3 | | | | | 1 | |
| | | | Superior - E | orig. | | | | | | | | | 1 | |
| | | | Superior - F | orig. | | X | | | | | | | | |
| Inferior | orig. | 1 | | | | 2 | 1 | | X | | | | | |

Os dados compilados a partir das planilhas de vistoria e registrados na planilha de quantificação de dados compreendem:

¹ “orig.” – plano de fachada conforme projeto original.

² “amp.” – plano de fachada com alteração de projeto através ampliação de construção.

³ “rep.” – plano de fachada com repintura.

- a) bloco: identifica o bloco do conjunto habitacional;
- b) sobrado: identifica o número predial do sobrado no bloco;
- c) fachada: identifica a fachada do sobrado inspecionada;
- d) pavimento – plano: identifica o plano e o pavimento da fachada vistoriada;
- e) situação: indica a situação do plano – pavimento vistoriado,
 - “orig.” para planos de fachadas originais;
 - “amp.” para planos de fachadas ampliados;
 - “rep.” para planos de fachadas com repintura;
- f) fissuras mapeadas: indica a quantidade de trechos com fissuras mapeadas no plano da fachada;
- g) fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados: indica a incidência da manifestação no plano da fachada;
- h) fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados: indica a incidência da manifestação no plano da fachada;
- i) fissuras disseminadas: indica a quantidade de ocorrências de fissuras com perfil linear no plano da fachada;
- j) outras: indica a quantidade de ocorrências no plano da fachada de outras fissuras não relacionados aos revestimentos;
- k) umidade por respingos: indica a incidência de degradação do revestimento no plano da fachada pela umidade provinda de respingos;
- l) umidade de infiltrações: indica a incidência de degradação do revestimento no plano da fachada pela umidade decorrente de infiltrações;
- m) vesículas: indica a quantidade de vesículas que eclodiu no plano da fachada;
- n) descolamentos: indica a quantidade de descolamentos do revestimento no plano da fachada.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesse capítulo de apresentação e análise dos resultados, identifica-se a situação das fachadas dos sobrados, a distribuição geral e individualizada das manifestações patológicas pelo Método de Incidência e pelo Método de Intensidade, tanto para os planos de fachada originais como para aqueles com repintura, bem como as manifestações patológicas são classificadas de acordo com a origem das falhas incidentes.

5.1 SITUAÇÃO DAS FACHADAS DOS SOBRADOS

A identificação da situação das fachadas dos sobrados foi realizada considerando os planos do pavimento superior de frente “A”, “B” e “C”, e de fundos “D”, “E” e “F”, e os planos do pavimento inferior de frente e de fundos.

Conforme evidenciado na vistoria do conjunto habitacional, nem todos os planos de fachadas dos sobrados mantêm sua caracterização original, constatando-se planos com ampliações de área construída ou que receberam re-pinturas. Também, todavia, menos recorrente, algumas das fachadas não puderam ser inspecionadas pela impossibilidade de acesso ao imóvel. Assim, foram desconsiderados das análises os planos de fachada com ampliações de área construída, pela descaracterização como fachadas externas, e aqueles nos quais não foi possível realizar a vistoria.

Cada unidade apresenta, portanto, oito planos de fachadas para inspeção e análise (figura 25, página 84), quatro de frente e quatro de fundos, de modo que os 300 sobrados integrantes do conjunto habitacional totalizam um universo de 2400 planos de fachada.

Assim, conforme apresentado na tabela 8, constatou-se que 1788 planos mantiveram sua caracterização original (74,5%), enquanto 363 planos receberam serviços de repintura (15,13%), 229 planos tiveram ampliações de área construída (9,54%) e outros 20 planos de fachada não puderam ser vistoriados (0,83%). Chama a atenção o pequeno percentual referente aos planos de fachadas com repintura (15,13%), tendo em vista a idade de 10 anos dos sobrados, período de utilização em muito superior àquele recomendado para a realização

de manutenção nas pinturas de revestimentos externos. Tanto em Parahyba e Uziel (2001), como em manual do usuário publicado em parceria pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo e Sindicato de Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo (2003), está indicada a realização de manutenção preventiva nas fachadas externas através de repinturas a cada três anos, a fim de evitar o envelhecimento, a perda de brilho e o descascamento da pintura, bem como que eventuais fissuras no revestimento possam causar infiltrações.

Tabela 8: situação geral das fachadas dos sobrados

| Situação da fachada | Quantidade de planos | (%) |
|----------------------------|-----------------------------|------------|
| Original | 1788 | 74,50 |
| Repintada | 363 | 15,13 |
| Ampliada | 229 | 9,54 |
| Sem vistoria | 20 | 0,83 |

A tabela 9 apresenta a situação para cada plano das fachadas, identificando-se que os serviços de repintura foram realizados, em sua maior parte e de forma praticamente uniforme, nas fachadas de frente dos sobrados, auferindo-se que, em média, 27,25% dos planos de frente apresentaram repintura. Quanto às ampliações de área construída, também foram concentradas, porém nas fachadas de fundos, especialmente junto àquelas do plano do pavimento inferior, onde foi identificado que 32,67% dessas fachadas foram integradas às áreas internas dos sobrados diante da construção de ampliações realizadas pelos moradores.

Tabela 9: quantidade e percentual da situação das fachadas analisadas por planos e pavimentos

| Fachada | Pavimento - plano | Originais | | Repintadas | | Ampliadas | | Sem vistoria | |
|----------------|--------------------------|------------------|------------|-------------------|------------|------------------|------------|---------------------|------------|
| | | nº | (%) | nº | (%) | nº | (%) | nº | (%) |
| Frontal | Superior – A | 219 | 73,00 | 81 | 27,00 | - | - | - | - |
| | Superior – B | 220 | 73,33 | 80 | 26,67 | - | - | - | - |
| | Superior – C | 220 | 73,33 | 80 | 26,67 | - | - | - | - |
| | Inferior | 212 | 70,67 | 86 | 28,67 | 1 | 0,33 | 1 | 0,33 |
| Fundos | Superior - D | 229 | 76,33 | 10 | 3,33 | 56 | 18,67 | 5 | 1,67 |
| | Superior - E | 248 | 82,67 | 10 | 3,33 | 37 | 12,33 | 5 | 1,67 |
| | Superior - F | 248 | 82,67 | 10 | 3,33 | 37 | 12,33 | 5 | 1,67 |
| | Inferior | 192 | 64,00 | 6 | 2,00 | 98 | 32,67 | 4 | 1,33 |

5.2 DISTRIBUIÇÃO GERAL DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS – MÉTODO DE INCIDÊNCIA

A análise da distribuição geral das manifestações patológicas pelo Método de Incidência foi realizada considerando a quantidade de planos de fachada com incidência de cada tipologia de manifestação, em relação ao número total de incidências contabilizadas nos planos de fachadas dos sobrados. São abordados individualmente os planos de fachada originais e os com repintura.

5.2.1 Nos planos de fachada originais

Nos 1788 planos de fachadas originais do conjunto habitacional, foi registrado um total de 2303 incidências de manifestações patológicas nos revestimentos. A tabela 10 e a figura 36 apresentam a distribuição geral das manifestações patológicas levantadas pelo Método de Incidência (método em que cada tipologia de manifestação é contabilizada apenas uma vez, independentemente da quantidade de vezes que incide em um mesmo plano de fachada).

Tabela 10: incidência das manifestações patológicas nos planos de fachada originais

| Manifestação Patológica | Número de Incidências da Manifestação | (%) |
|--------------------------------------|--|---------------|
| Fissuras disseminadas | 1168 | 50,72 |
| Vesículas | 408 | 17,72 |
| Manchas de umidade por respingos | 210 | 9,12 |
| Fissuras mapeadas | 171 | 7,43 |
| Fissuras entre 2 sobrados geminados | 163 | 7,08 |
| Fissuras entre módulos de 2 sobrados | 62 | 2,69 |
| Descolamentos | 55 | 2,39 |
| Manchas de umidade de infiltrações | 38 | 1,65 |
| Outras fissuras | 28 | 1,22 |
| Total de Incidências | 2303 | 100,00 |

Foi evidenciado que a maior incidência corresponde às fissuras disseminadas nas fachadas, abrangendo 50,72% do total dos registros, uma vez que 1168 planos de fachada apresentaram incidência dessa tipologia de manifestação patológica. As vesículas são a segunda manifestação mais frequente, com 17,72% dos registros, correspondendo à incidência da

manifestação em 408 planos de fachada. As manchas de umidade por respingos respondem por 9,12% das incidências registradas, sendo evidenciadas em 210 planos de fachada. As fissuras mapeadas correspondem a 7,43% das incidências, relativo a 171 planos de fachada com a manifestação, enquanto as fissuras incidentes na parede comum entre dois sobrados geminados representam um percentual de 7,08% das incidências registradas, averiguadas em 163 planos de fachada.

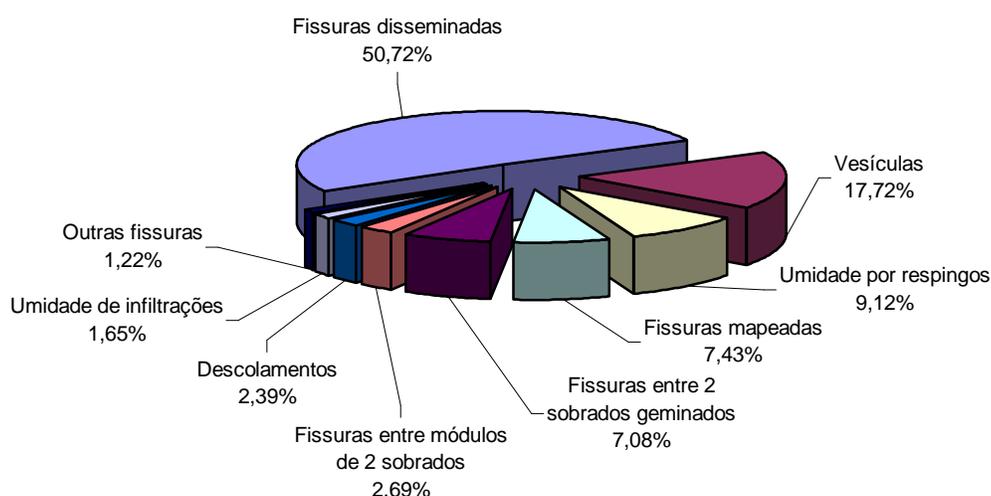


Figura 36: distribuição das manifestações quantificadas pelo Método de Incidência em planos de fachada originais

Dal Molin (1988) já detectava, em levantamento das manifestações patológicas atendidas pela Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC) no Estado do Rio Grande do Sul, que a fissuração compreendia a manifestação patológica com o maior percentual de incidência, representando 66,01% das manifestações atendidas pela equipe técnica da entidade. Percentual que se mostra semelhante ao de 69,14% presenciado no presente trabalho, que corresponde à soma das incidências de todas as tipologias de fissuras averiguadas nos planos de fachada dos sobrados.

5.2.2 Nos planos de fachada com repintura

Foram quantificados 363 planos de fachadas com repintura no conjunto habitacional, levantando-se 173 incidências de manifestações patológicas nos revestimentos. A tabela 11 e a figura 37 apresentam a distribuição geral das manifestações patológicas levantadas pelo Método de Incidência para os planos de fachada com repintura.

Tabela 11: incidência das manifestações patológicas nos planos de fachada com repintura

| Manifestação Patológica | Número de Incidências da Manifestação | (%) |
|--------------------------------------|--|---------------|
| Fissuras disseminadas | 140 | 80,92 |
| Fissuras entre módulos de 2 sobrados | 10 | 5,78 |
| Fissuras entre 2 sobrados geminados | 8 | 4,62 |
| Descolamentos | 6 | 3,47 |
| Fissuras mapeadas | 4 | 2,31 |
| Vesículas | 3 | 1,73 |
| Manchas de umidade por respingos | 1 | 0,58 |
| Manchas de umidade de infiltrações | 1 | 0,58 |
| Outras fissuras | 0 | 0,00 |
| Total de Incidências | 173 | 100,00 |

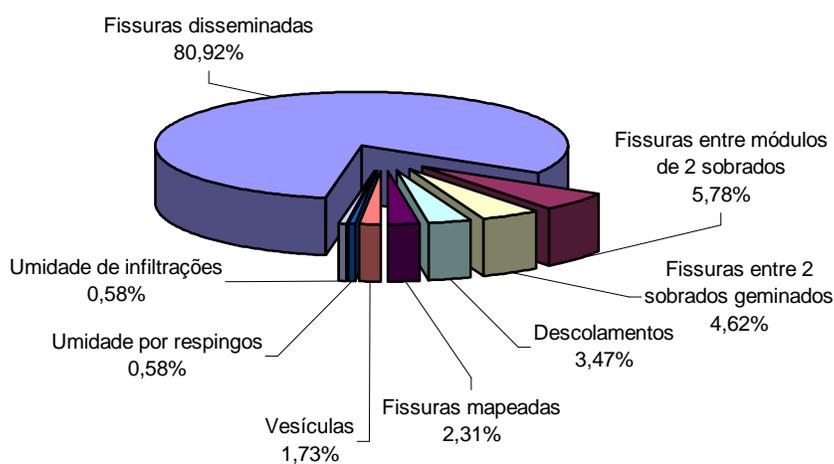


Figura 37: distribuição das manifestações quantificadas pelo Método de Incidência em planos de fachada com repintura

A maior incidência de manifestações nas fachadas com repintura corresponde às fissuras disseminadas, com 80,92% do total dos registros, sendo constatadas em 140 planos de fachadas. Seguem as fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados, com 5,78% dos registros, relativo a 10 planos de fachada com incidência; fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados com 4,62% do total, sendo levantadas em 8 planos de fachada; e descolamentos do revestimento com 3,47% dos registros, sendo presenciado em 6 planos de fachada. As fissuras com causas não relacionadas ao revestimento (outras fissuras), não apresentaram incidência nos planos de fachada com repintura.

A figura 38 confronta a distribuição das manifestações patológicas quantificadas pelo Método de Incidência nos planos de fachada originais e repintados.

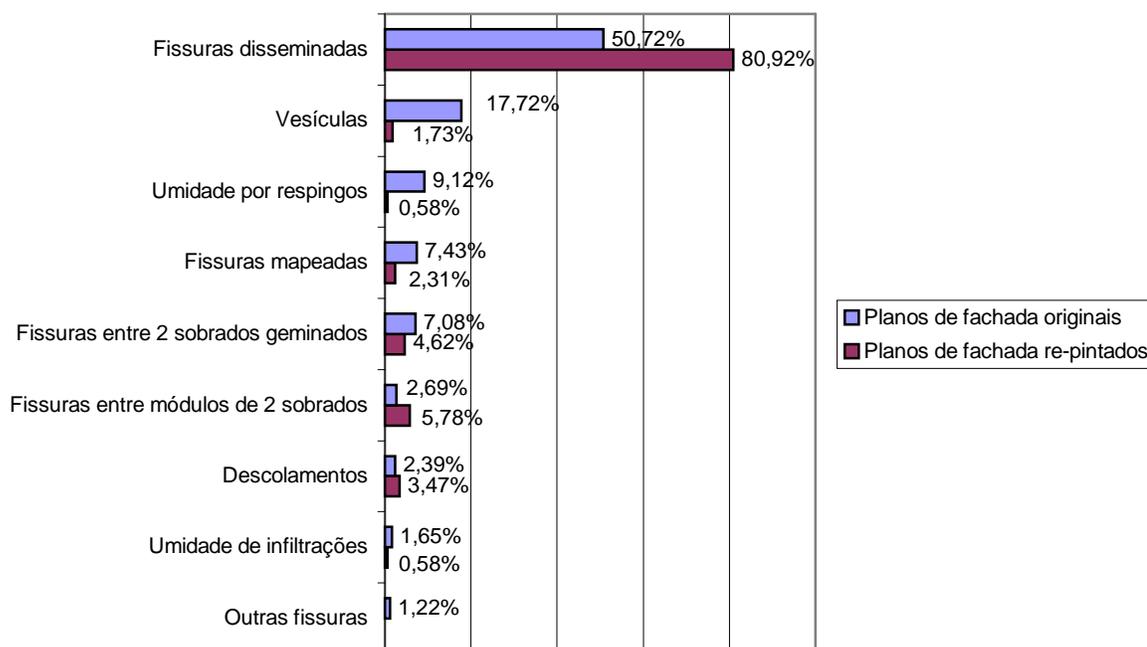


Figura 38: comparativo da distribuição das manifestações patológicas quantificadas pelo Método de Incidência para os planos de fachada originais e repintados

De uma forma geral, considerando a relação, número de incidências por planos de fachada observados, identifica-se uma redução de 63% na presença de manifestações patológicas nas fachadas com repintura em relação às fachadas originais, uma vez que foram registradas 2303 incidências de manifestações patológicas em 1788 planos de fachada originais, contra 173

incidências em 363 planos de fachada repintados. Demonstra que a realização de repinturas nas fachadas promove uma elevação no desempenho geral do revestimento, atenuando a incidência de manifestações patológicas e/ou agregando implicitamente procedimentos de recuperação específicos a cada tipologia de problema incidente.

Terra (2001) refere que a pintura contribui para dissimular uma grande parte das anomalias existentes nos revestimentos, de forma que as fachadas com pintura apresentam um melhor estado geral que aquelas com reboco aparente. Nesse sentido, subentende-se que pinturas com vida útil esgotada propiciam ao revestimento um desempenho mais semelhante ao do reboco aparente.

Por outro lado, constata-se que mais de 90% da incidência de manifestações patológicas nos planos de fachada com repintura diz respeito à fissuração. Particularmente as fissuras disseminadas, caracterizadas pelo perfil linear e com pequena abertura, incidentes preferencialmente no envoltório das aberturas ou no encontro de planos, apresentam nos planos de fachada com repintura uma elevação na participação do total dos registros (80,92%), uma vez que nos planos de fachada originais compreendiam 50,72% das incidências de problemas patológicos (figura 38). Indica que essa manifestação é de alguma forma recorrente nas fachadas mesmo após a renovação da pintura superficial, constituindo indício de que não decorre apenas das movimentações higroscópicas e térmicas do revestimento, mais acentuadas em fachadas com pinturas desgastadas e que, segundo Thomaz (2001a), podem levar à fissuração do revestimento de argamassa. Assim, suspeita-se também que as fissuras disseminadas não foram adequadamente tratadas e reparadas quando da repintura pelos moradores, reincidindo nas fachadas. Ou então, que outras causas possivelmente venham interagir para a sua ocorrência, dentre as quais são destacadas para as fachadas em estudo (quadro 4, página 87): emprego de argamassa de revestimento com alto módulo de deformação, ausência de detalhes construtivos, insuficiência de vergas e contra-vergas, e paredes das fachadas de frente e de fundos caracterizadas pela baixa rigidez.

Confrontando ainda as distribuições de manifestações patológicas nas fachadas originais e naquelas com repintura (figura 38), constata-se uma redução significativa na incidência de manchas de umidade por respingos e de vesículas nos planos de fachada com repintura. As manchas de umidade por respingos passaram de 9,12% dos registros para 0,58% nos planos de fachada repintados, indicando que as repinturas provavelmente apresentam ainda boa capacidade de proteção ao substrato, diminuindo a permeabilidade do revestimento. Já as

vesículas reduziram sua participação no total de incidências de 17,72% para 1,73%. Considerando que as vesículas são decorrentes da expansão volumétrica de impurezas dispersas na argamassa (BAUER, 1997), é possível presumir que a expansão do material já ocorreu, sendo as impurezas retiradas quando da repintura ou lixiviadas pela água das chuvas, de forma que o problema está solucionado. Tem-se, portanto, que a nova camada de acabamento superficial, ou seja, a repintura, contribui de uma forma geral para a maior durabilidade das fachadas dos sobrados.

5.3 DISTRIBUIÇÃO GERAL DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS – MÉTODO DE INTENSIDADE

A análise da distribuição geral das manifestações patológicas pelo Método de Intensidade foi realizada considerando a quantidade de ocorrências em cada plano de fachada de cada tipologia de manifestação, em relação ao número total de registros de problemas contabilizados nas fachadas dos sobrados. Os planos de fachada originais e com repintura são abordados individualmente.

5.3.1 Nos planos de fachada originais

Nos 1788 planos de fachadas originais do conjunto habitacional, foi registrado um total de 4852 ocorrências de manifestações patológicas nos revestimentos. A tabela 12 e a figura 39 apresentam a distribuição das manifestações patológicas quantificadas pelo Método de Intensidade (método no qual é considerada a quantidade de danos que incidem em um mesmo plano de fachada, contabilizando-se cada um dos danos como uma ocorrência).

Tabela 12: intensidade das manifestações patológicas nos planos de fachada originais

| Manifestação Patológica | Quantidade de Ocorrências da Manifestação | (%) |
|--------------------------------------|--|---------------|
| Fissuras disseminadas | 3530 | 72,75 |
| Vesículas | 552 | 11,38 |
| Manchas de umidade por respingos | 210 | 4,33 |
| Fissuras mapeadas | 193 | 3,98 |
| Fissuras entre 2 sobrados geminados | 163 | 3,36 |
| Descolamentos | 76 | 1,57 |
| Fissuras entre módulos de 2 sobrados | 62 | 1,28 |
| Manchas de umidade de infiltrações | 38 | 0,78 |
| Outras fissuras | 28 | 0,58 |
| Total de Ocorrências | 4852 | 100,00 |

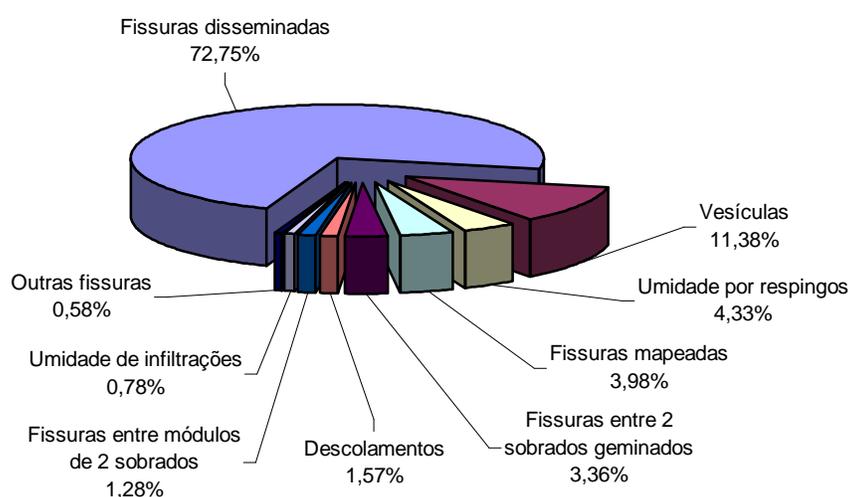


Figura 39: distribuição das manifestações quantificadas pelo Método de Intensidade em planos de fachada originais

No levantamento pelo Método da Intensidade, de forma correlata ao Método da Incidência, houve a predominância das fissuras disseminadas, com 72,75% do total das ocorrências, relativo ao registro de 3530 fissuras nos planos de fachadas. Seguem as vesículas, com 11,38% do total das manifestações, sendo registradas 552 ocorrências; manchas de umidade por respingos, com 4,33% das ocorrências, compreendendo 210 registros; fissuras mapeadas, com 3,98% das ocorrências, relativo a 193 registros; fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados, com 3,36% das ocorrências, sendo registrados 163 casos.

A ordem de distribuição geral das manifestações é semelhante àquela identificada pelo Método de Incidência, constatando-se apenas a troca de posição entre duas tipologias de manifestações, havendo os descolamentos, no levantamento pelo Método de Intensidade, suplantado em número de ocorrências as fissuras entre módulos de dois sobrados, o que indica a existência, em alguns casos, de mais de uma área de descolamento em um mesmo plano de fachada.

Percebe-se ainda um considerável aumento no percentual das fissuras disseminadas no levantamento pelo Método de Intensidade, contrapondo-se à redução percentual de todas as demais manifestações patológicas. Nesse sentido, as fissuras disseminadas compreendem 72,75% das ocorrências (figura 39), enquanto que no levantamento pelo Método de Incidência, essa tipologia corresponde a 50,72% dos registros (figura 36, página 99). Evidencia uma intensificação na quantidade de fissuras disseminadas por plano de fachada.

A figura 40 confronta as distribuições das manifestações patológicas contabilizadas pelo Método de Incidência e pelo Método de Intensidade.

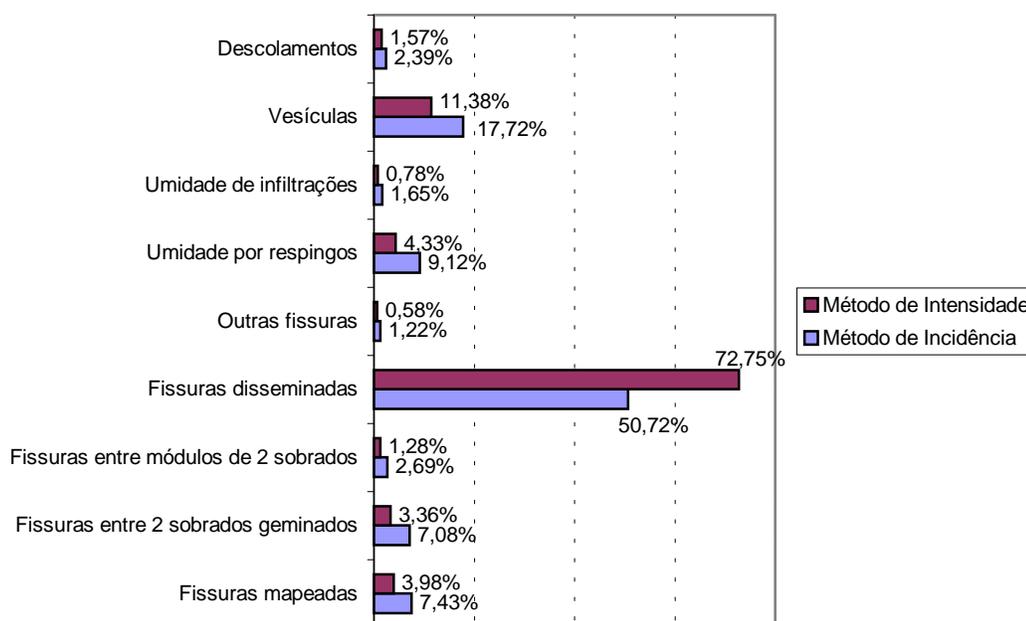


Figura 40: comparativo da distribuição das manifestações patológicas quantificadas pelos Métodos de Incidência e de Intensidade para planos de fachada originais

A semelhança na ordem de distribuição geral das manifestações, apurada entre os dois métodos de contagem e registro utilizados (Incidência e Intensidade), evidencia que as manifestações patológicas mais frequentes nos planos de fachada são também aquelas que incidem com maior intensidade, ou seja, em maior quantidade nos revestimentos externos dos sobrados. Não consiste, todavia, uma regra geral, tratando-se de uma peculiaridade do presente estudo de caso.

Segundo Magalhães (2004), os Métodos de Incidência e de Intensidade são complementares para o levantamento de manifestações patológicas, sendo o primeiro mais indicado para remontar panoramas de frequência e identificar as manifestações, enquanto o segundo método determina a quantidade de ocorrências. Nesse sentido, em estudo da ocorrência de fissuras em alvenarias no estado do Rio Grande do Sul, Magalhães (2004) identificou a predominância de fissuras causadas por variações de temperatura quando considerada a distribuição pelo Método de Incidência, e o predomínio de fissuras causadas por recalques de fundações quando considerada a distribuição pelo Método de Intensidade.

5.3.2 Nos planos de fachada com repintura

Nos 363 planos de fachada com repintura no conjunto habitacional, foram identificadas 373 ocorrências de manifestações patológicas nos revestimentos, cuja distribuição é apresentada na tabela 13 e na figura 41.

Tabela 13: intensidade das manifestações patológicas nos planos de fachada com repintura

| Manifestação Patológica | Quantidade de Ocorrências da Manifestação | (%) |
|--------------------------------------|---|---------------|
| Fissuras disseminadas | 338 | 90,62 |
| Fissuras entre módulos de 2 sobrados | 10 | 2,68 |
| Fissuras entre 2 sobrados geminados | 8 | 2,14 |
| Descolamentos | 8 | 2,14 |
| Fissuras mapeadas | 4 | 1,07 |
| Vesículas | 3 | 0,80 |
| Manchas de umidade por respingos | 1 | 0,27 |
| Manchas de umidade de infiltrações | 1 | 0,27 |
| Total de Ocorrências | 373 | 100,00 |

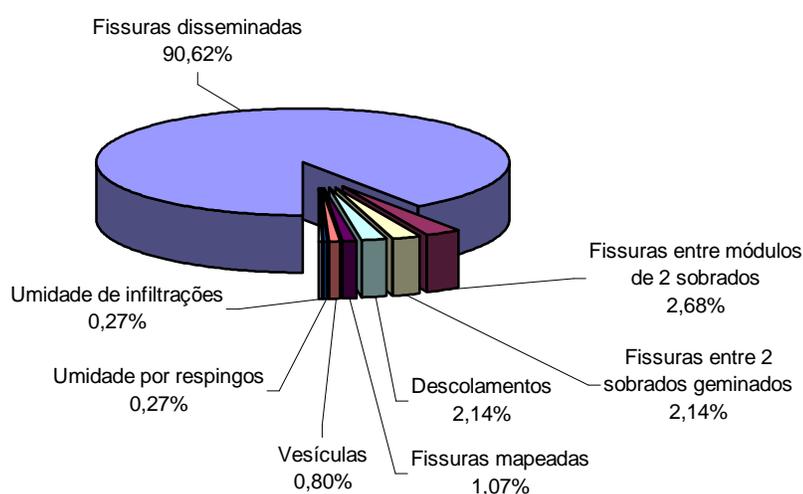


Figura 41: distribuição das manifestações quantificadas pelo Método de Intensidade em planos de fachadas com repintura

Nas fachadas com repintura, numa ordem de distribuição correlata ao levantamento pelo Método de Incidência, constatou-se a predominância das fissuras disseminadas, com 90,62% do total das ocorrências, correspondente a 338 fissuras registradas. Seguem as fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados, com 2,68% das ocorrências, relativo a 10 casos registrados; fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados, com 2,14% do total de ocorrências, sendo levantados 8 casos; descolamentos de revestimento, também com 2,14% das ocorrências, relativo a 8 registros dessa manifestação. As fissuras com causas não

relacionadas ao revestimento (outras fissuras), não apresentaram incidência nos planos de fachada com repintura.

Considerando a relação, número de ocorrências por planos de fachada observados, identifica-se, de uma forma geral, uma redução de 62,13% na quantidade de ocorrências de manifestações patológicas nas fachadas com repintura em relação às fachadas originais, uma vez que foram contabilizadas 4852 ocorrências de manifestações patológicas em 1788 planos de fachada originais, contra 373 ocorrências em 363 planos de fachada repintados. Trata-se de uma referência complementar do estado médio das fachadas repintadas, visto que pelo Método de Incidência foi apurada uma redução de 63% na frequência de manifestações patológicas, comprovando que a realização de repinturas contribui de uma forma geral para o prolongamento da vida útil dos revestimentos.

As demais projeções realizadas no Método de Incidência são confirmadas pelo Método de Intensidade. Ou seja, em relação aos planos de fachadas originais, nos planos de fachada com repintura houve uma elevação na participação das fissuras disseminadas (de 72,75% para 90,62%), e redução significativa na participação das vesículas e das manchas de umidade por respingos no total das ocorrências registradas (respectivamente de 11,38% para 0,80% e de 4,33% para 0,27%). Além de indicar que nas fachadas repintadas as vesículas estão praticamente saneadas e o revestimento externo apresenta baixa permeabilidade, estando renovado seu aspecto superficial, identifica-se ainda que as fissuras disseminadas não são decorrentes apenas das movimentações higroscópicas e térmicas do revestimento, interagindo com outras causas, uma vez que a manifestação é de alguma forma recorrente em fachadas nas quais referidas movimentações são atenuadas pela existência de repinturas.

A figura 42 confronta as distribuições das manifestações patológicas contabilizadas pelo Método de Incidência e pelo Método de Intensidade para os planos de fachada com repintura.

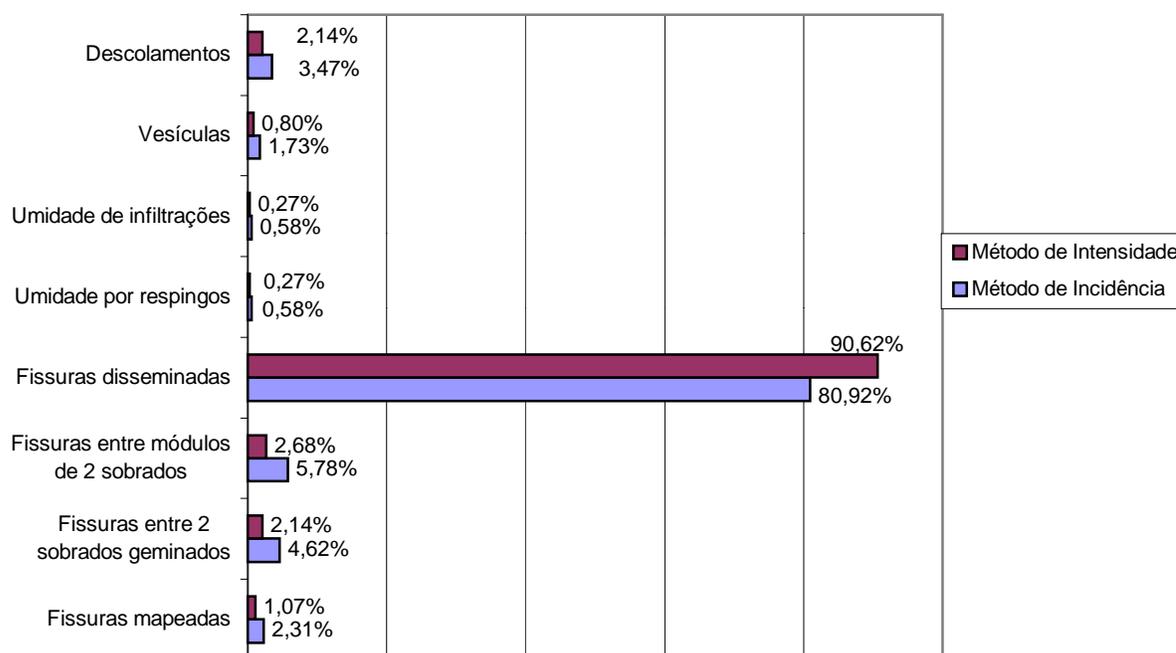


Figura 42: comparativo da distribuição das manifestações patológicas quantificadas pelos Métodos de Incidência e de Intensidade para planos de fachada com repintura

Destaca-se que, especificadamente na manifestação de fissuras disseminadas, quando comparados os dados emanados dos dois métodos aplicados, houve nos planos de fachada com repintura uma elevação percentual inferior àquela evidenciada nos planos de fachada originais. As fissuras disseminadas nos planos de fachada com repintura correspondem a 80,92% dos registros de incidência e a 90,62% dos registros de intensidade (figuras 37 e 41), enquanto que nos planos de fachada originais compreendem 50,72% das incidências e 72,75% das intensidades (figuras 36 e 39). Ou seja, a maior proximidade entre percentuais havida nos planos de fachada com repintura, indica uma menor intensidade de fissuração por plano de fachada se comparado aos planos de fachadas originais.

Nesse sentido, foram quantificadas 3530 fissuras em 1788 planos de fachada originais, contra 338 fissuras em 363 planos de fachada com repintura, representando efetivamente uma redução de 52,84% na quantidade de fissuras disseminadas nas fachadas repintadas em relação às fachadas originais. Demonstra que a repintura elimina, ou atenua sensivelmente, uma das causas da ocorrência de fissuras disseminadas nas fachadas, especificadamente as

movimentações higrotérmicas do revestimento que, segundo Bauer (1997) e Thomaz (2001a), implicam em solicitações que podem ocasionar fissuração.

5.4 DISTRIBUIÇÃO SEGUNDO TIPOLOGIA DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA

Nessa análise individual para cada tipologia de problema patológico incidente nos revestimentos, as manifestações foram contabilizadas em termos de frequência e de quantidade em cada plano de fachada em estudo, no sentido de investigar acerca dos possíveis fatores intervenientes e condicionantes de ocorrência. A abordagem compreende tanto os planos de fachada originais como os repintados.

5.4.1 Fissuras disseminadas

5.4.1.1 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Incidência

Foram inspecionados 1788 planos de fachada originais, sendo registradas 1168 incidências de fissuras disseminadas, o que representa um percentual médio de 65,32% de incidência nos planos de fachada dos sobrados. A tabela 14 e a figura 43 apresentam a distribuição da manifestação patológica, respectivamente número e percentual de incidência, por planos de fachadas.

Tabela 14: incidência de fissuras disseminadas nos planos de fachada originais

| Fachada | Pavimento - Plano | Incidências de Fissuras Disseminadas | N° de Planos de Fachada Originais |
|---------|-------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Frontal | Superior – A | 172 | 219 |
| | Superior – B | 150 | 220 |
| | Superior – C | 132 | 220 |
| | Inferior | 191 | 212 |
| Fundos | Superior – D | 164 | 229 |
| | Superior – E | 104 | 248 |
| | Superior – F | 107 | 248 |
| | Inferior | 148 | 192 |

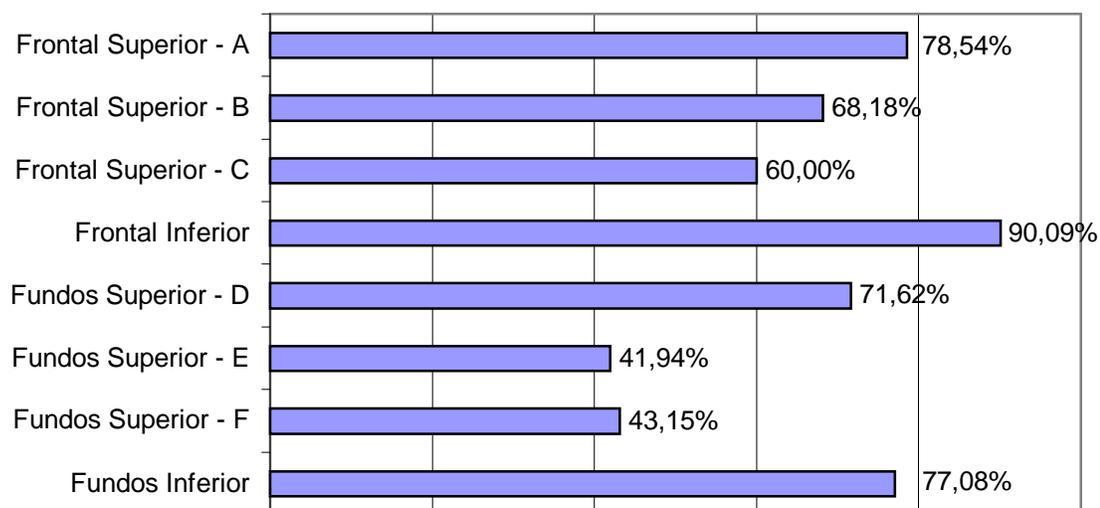


Figura 43: percentual de incidência de fissuras disseminadas nos planos de fachada originais

Identifica-se que as fissuras disseminadas incidem com maior frequência nos planos de fachada frontal inferior e de fundos inferior, respectivamente com 90,09% e 77,08% de incidência. Trata-se dos planos de fachada mais expostos à intempérie em função da menor proteção recebida dos beirais do telhado, bem como são os planos que apresentam as maiores áreas de revestimento externo. Tendem apresentar maiores movimentações higroscópicas e térmicas em relação aos demais planos de fachada, cujas solicitações, segundo Thomaz (2001a), podem ocasionar fissuras no revestimento, principalmente em condições de pintura desgastada.

Na verdade, os planos do pavimento inferior são parcialmente contínuos nas construções aos planos do pavimento superior “A” e “D”, de forma que constituem na construção uma elevação única, compondo revestimentos com áreas muito superiores aos demais planos de fachada. Nesse sentido, os planos do pavimento superior “A” e “D” também apresentam grande frequência desta manifestação, 78,54% e 71,62%, respectivamente. Por outro lado, as fissuras disseminadas são menos frequentes nos planos superiores “B”, “C”, “E” e “F”, planos com menores áreas de revestimento e com recuo das paredes, de modo que ficam menos expostas à intempérie por estarem numa posição mais interna da construção e, de certa forma, protegidas por outros planos da mesma fachada.

É possível observar a influência da presença de aberturas nos planos em relação à incidência de fissuras disseminadas, salientando-se inclusive que os peitoris das janelas são de argamassa, sem qualquer peça e/ou detalhamento construtivo, o que favorece o surgimento de fissuras no revestimento. Assim, os planos dos pavimentos inferiores e superiores “A” e “D”, diante das maiores aberturas existentes em suas fachadas, despontam com as maiores frequências da manifestação patológica, contrapondo-se às menores frequências de fissuras disseminadas evidenciadas nos planos superiores “E” e “F” que não apresentam aberturas.

Os planos de fachada frontais possuem também maior frequência de fissuras disseminadas em relação aos planos correlatos de fundos. Pode indicar a influência da proximidade com a via pública frente à baixa rigidez característica das paredes, apresentando as fachadas frontais uma maior frequência de fissuras, em especial nos blocos localizados em vias com mais intensa circulação de veículos, e/ou com passagem de linhas de transporte coletivo. Terra (2001), na definição do público alvo de seu estudo de caso, envolvendo o levantamento de manifestações patológicas em fachadas de edificações em Pelotas (RS), considerou apenas o perímetro central da cidade em função do maior volume de tráfego, o que causa maior trepidação e tende, teoricamente, a uma maior incidência de lesões nas construções.

Outra peculiaridade construtiva pode também contribuir para uma maior incidência de fissuras disseminadas nos planos de fachada frontais em relação àqueles planos correlatos de fundos. As aberturas na fachada frontal estão verticalmente alinhadas nos planos inferior e superior “A”, diferentemente do que foi verificado nos planos de fundos inferior e superior “D”, onde as aberturas estão desalinhadas na fachada da edificação. Resulta na fachada frontal em trechos de parede com carregamentos acentuadamente diferentes, podendo especialmente os peitoris acusar fissuração por flexão negativa (THOMAZ, 1989).

Investigou-se ainda acerca da influência da orientação solar dos sobrados na incidência de fissuras disseminadas nas fachadas, especialmente nos planos frontais superiores “A”, “C” e inferior, e nos planos de fundos superiores “D”, “F” e inferior. Restaram excluídos da análise, portanto, os planos superiores “B” e “E”, visto que ortogonais na construção à principal orientação solar dos sobrados. No entanto, a incidência de fissuras disseminadas, segundo demonstrado na tabela do apêndice A, não apresentou uma tendência predominante em relação à orientação solar das fachadas, demonstrando que as possíveis causas identificadas na inspeção preliminar de campo, especialmente aquelas que envolvem aspectos construtivos, são mais relevantes que a orientação solar na formação dessa tipologia de manifestação patológica.

5.4.1.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura – Método de Incidência

Conforme evidenciado na distribuição geral das manifestações patológicas, 80,92% da incidência de manifestações patológicas nos planos de fachada com repintura consiste de fissuras disseminadas (figura 37, página 100). Nos 363 planos de fachada com repintura foram registradas 140 incidências de fissuras do tipo disseminadas, compreendendo um percentual médio de 38,57% de incidência.

Considerando a relação, número de incidências por planos de fachada observados, identifica-se uma redução de 40,96% na presença de fissuras disseminadas nos planos de fachada com repintura, visto que nos planos de fachada originais apresentam um percentual médio de incidência de 65,32%.

Embora atenuada a incidência nos planos de fachada com repintura, a reincidência da manifestação patológica indica que as fissuras disseminadas não são decorrentes apenas das movimentações higroscópicas e térmicas do revestimento, intensificadas em condições de pinturas desgastadas. Possivelmente interagem outras causas, identificando-se nas fachadas em estudo a influência de outros fatores, tais como (quadro 4, página 87): emprego de argamassa de revestimento com alto módulo de deformação, ausência de detalhes construtivos, insuficiência de vergas e contra-vergas e paredes das fachadas de frente e de fundos caracterizadas pela baixa rigidez.

5.4.1.3 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Intensidade

A intensidade da fissuração nos planos de fachada dos sobrados foi aferida em termos da quantidade de fissuras, independentemente de sua extensão, estando desconsiderado, portanto, o comprimento das fissuras diante da impossibilidade de medição no levantamento de campo. Nos 1788 planos de fachada originais observados, foram registradas 3530 fissuras classificadas na tipologia de disseminadas, o que compreende um índice médio e geral de ocorrência de 1,97 fissura por plano de fachada. Ou então, considerando que são oito planos de fachada por sobrado, um índice médio e geral de 15,76 fissuras disseminadas por sobrado. A tabela 15 apresenta a quantidade de fissuras e o índice médio de ocorrência para cada 10 planos de fachada.

Tabela 15: quantidade de fissuras disseminadas nos planos de fachada originais

| Fachada | Pavimento - Plano | Quantidade de Fissuras Disseminadas | Nº de Planos de Fachada Originais | Índice Médio (em 10 planos) |
|----------------|--------------------------|--|--|------------------------------------|
| Frontal | Superior – A | 613 | 219 | 28,0 |
| | Superior – B | 335 | 220 | 15,2 |
| | Superior – C | 254 | 220 | 11,5 |
| | Inferior | 1127 | 212 | 53,2 |
| Fundos | Superior – D | 401 | 229 | 17,5 |
| | Superior – E | 186 | 248 | 7,5 |
| | Superior – F | 115 | 248 | 4,6 |
| | Inferior | 499 | 192 | 26,0 |

De uma forma geral, as hipóteses formuladas através da análise dos dados provenientes do Método de Incidência são confirmadas e realçadas pelo Método de Intensidade, ou seja, que as fissuras disseminadas ocorrem de forma mais relevante nos planos mais expostos à intempérie, com maior área de revestimento, com existência de aberturas e mais próximos à via pública. Nesse sentido, num extremo desponta o plano frontal inferior com a maior quantidade média de fissuras (53,2 em cada 10 planos de fachada), visto que incorpora todos os agravantes identificados, ou seja, maior exposição à intempérie, maior área de revestimento, com aberturas e mais próximo à via pública (fachada frontal). No outro extremo destaca-se o plano de fundos superior “F”, com a menor quantidade média de fissuras (4,6 em cada 10 planos de fachada), agregando todos os atenuantes, ou seja, mais protegido, menor área de revestimento, sem aberturas e mais distante da via pública (fachada de fundos).

Mostra-se pertinente realizar uma análise quantitativa de fissuras por metro quadrado de revestimento, no intuito de promover uma comparação ponderada entre os graus de fissuração dos planos de fachada. Para tal quantificação foi calculada a área total de revestimento para cada plano de fachada, descontadas as áreas de aberturas. A fim de facilitar a visualização, a quantidade média de fissuras é apresentada para cada 10 m² de revestimento (tabela 16). Considerando a quantidade total de 3530 fissuras do tipo disseminadas e a área total de revestimento externo dos planos de fachada originais, calculada em 9673,20 m², apura-se uma média geral de 3,65 fissuras em cada 10 m² de revestimento externo dos sobrados.

Através dessa segunda análise quantitativa, ratifica-se que o plano de fachada frontal inferior é aquele com maior grau de fissuração, apresentando uma média de 5,72 fissuras para cada 10 m² de revestimento, enquanto que o plano de fachada de fundos superior “F” é o mais íntegro da construção em relação a essa manifestação, apresentando uma média de 1,60 fissura para cada 10 m² de revestimento. Percebe-se ainda que, se analisada em termos de quantidade de fissuras por metro quadrado de revestimento, o grau de fissuração dos planos de frente superiores é bastante similar, indicando alguma uniformidade no estado remanescente desses planos de fachada. Condição também evidenciada para os planos de fundos superiores “D” e “E” e inferior, todavia de forma menos acentuada. Ou seja, afóra os planos que agregam todos os fatores agravantes (frontal inferior) e atenuantes (fundos superior “F”), nos demais planos frontais, ou mesmo de fundos, as causas da manifestação patológica possivelmente tenham uma interação equilibrada, de forma que o estado remanescente de fissuração é semelhante em termos de intensidade (quantidade de fissuras).

Tabela 16: média de fissuras disseminadas em cada 10 m² de revestimento dos planos de fachada originais

| Fachada | Pavimento – Plano | Quantidade de Fissuras Disseminadas | Total de área de revestimento (m ²) | Média p/ 10 m ² de revestimento |
|---------|-------------------|-------------------------------------|---|--|
| Frontal | Superior – A | 613 | 1511,10 | 4,06 |
| | Superior – B | 335 | 748,00 | 4,48 |
| | Superior – C | 254 | 572,00 | 4,44 |
| | Inferior | 1127 | 1971,60 | 5,72 |
| Fundos | Superior – D | 401 | 1580,10 | 2,54 |
| | Superior – E | 186 | 843,20 | 2,21 |
| | Superior – F | 115 | 719,20 | 1,60 |
| | Inferior | 499 | 1728,00 | 2,89 |

É ressaltada também a maior ocorrência de fissuras disseminadas nos planos de fachada frontais do que naqueles planos correlatos de fundos, reforçando a suspeita da influência da proximidade com a via pública. Nesse sentido, analisando a intensidade de fissuração por bloco de sobrados (apêndice B), constata-se que os maiores índices de ocorrência da manifestação ocorrem nos blocos situados no entorno da área mais central do conjunto habitacional, onde estão instalados os equipamentos sociais, e/ou nos blocos localizados nas principais vias de acesso e de circulação local. Em contrapartida, os menores índices de ocorrência de fissuras disseminadas ocorrem nos blocos mais próximos aos extremos leste e oeste do conjunto habitacional, e/ou então nos blocos implantados em trechos de ruas sem saída. Ou seja, segundo referido em Terra (2001), nas áreas com maior volume de tráfego ocorre uma maior trepidação que tende a causar uma maior incidência de lesões nas construções.

5.4.1.4 Recorrência nos planos de fachada com repintura – Método de Intensidade

Na distribuição geral das manifestações patológicas foi evidenciado que as fissuras disseminadas correspondem a 90,62% das ocorrências de manifestações patológicas nos planos de fachada com repintura. Foram registradas 338 ocorrências em 363 planos de fachada observados, o que caracteriza um índice médio de ocorrência de 0,93 fissura por plano de fachada.

Considerando a relação, número de ocorrências por planos de fachada observados, identifica-se uma redução de 52,84% na quantidade de fissuras disseminadas nos planos de fachada com

repintura, já que nas fachadas originais foi constatado um índice médio de ocorrência de 1,97 fissura por plano de fachada.

5.4.2 Fissuras mapeadas

5.4.2.1 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Incidência

Nos 1788 planos de fachada originais foram contabilizados, pelo Método de Incidência, 171 registros de fissuras mapeadas nos revestimentos, indicando que em média 9,56% dos planos de fachada dos sobrados apresentam mapeamento. A tabela 17 e a figura 44 apresentam, respectivamente, o número e percentual de incidência de fissuras mapeadas por planos de fachada.

Verifica-se que os planos do pavimento inferior frontal e de fundos apresentam as maiores frequências de incidência dessa manifestação patológica, respectivamente havidas em 18,87% e 31,25%. São os planos de fachada mais expostos à intempérie em função da menor proteção recebida dos beirais do telhado e aqueles com as maiores áreas de revestimento externo. Ademais, diante da ausência de calhas pluviais nos beirais, são os planos mais atingidos em suas bases pelos respingos de água das chuvas. Nessas condições e especialmente com a pintura superficial desgastada, as movimentações higroscópicas e térmicas do revestimento tendem a se intensificar, tornando, por conseguinte, os revestimentos mais propensos à ocorrência de fissuras mapeadas. Segundo Thomaz (1989), as fissuras de origem higroscópica são mais acentuadas em áreas onde ocorre um maior incidência de água.

Nesse sentido, os menores percentuais de incidência da manifestação foram presenciados nos planos de fachada superiores “C” e “F”, respectivamente 1,36% e 0,40%, tratando-se dos planos com menores áreas de revestimento e com menor exposição à intempérie em função de serem os planos mais internos e protegidos da construção.

Tabela 17: incidência de fissuras mapeadas nos planos de fachada originais

| Fachada | Pavimento – Plano | Incidências de Fissuras Mapeadas | N° de Planos de Fachada Originais |
|---------|-------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Frontal | Superior – A | 21 | 219 |
| | Superior – B | 23 | 220 |
| | Superior – C | 3 | 220 |
| | Inferior | 40 | 212 |
| Fundos | Superior – D | 5 | 229 |
| | Superior – E | 18 | 248 |
| | Superior – F | 1 | 248 |
| | Inferior | 60 | 192 |

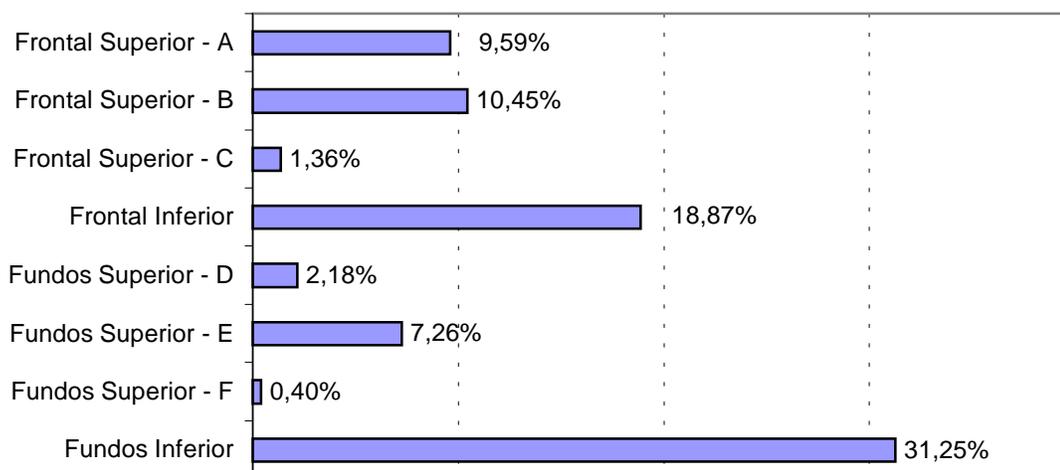


Figura 44: percentual de incidência de fissuras mapeadas nos planos de fachada originais

Em contrapartida, nos planos superiores “B” e “E”, correlatos nas fachadas de frente e de fundos, os percentuais de incidência de mapeamento foram respectivamente de 10,45% e 7,26%. Embora sejam parcialmente protegidos e apresentem pequenas áreas de revestimento, suspeita-se que essa incidência de mapeamento seja decorrente da umidade por respingos proveniente das águas das chuvas que se derramam sobre os planos inclinados de telhado do pavimento inferior, existentes na frente para cobertura do acesso e nos fundos para cobertura do banheiro.

Identifica-se outro aspecto construtivo que pode interagir na incidência de mapeamento nos revestimentos. Os sobrados apresentam originariamente um tanque de lavar instalado junto à parede externa de fundos da construção, todavia, o revestimento da parede no entorno do

tanque não recebeu qualquer tratamento diferenciado no sentido de conferir proteção aos respingos de água provenientes de sua utilização. Portanto, uma área de revestimento do plano de fachada de fundos inferior está mais reiteradamente atingida pela umidade e, conseqüentemente, mais propensa à incidência de fissuras mapeadas de origem higroscópica. Tendência confirmada no levantamento de campo, visto que o plano de fachada de fundos inferior desponta com a maior incidência da manifestação patológica, com 31,25% desses planos acusando mapeamento. Segundo Terra (2001), as regiões das fachadas mais expostas aos agentes agressivos devem ser revestidas com materiais mais resistentes e duráveis, bem como detalhes arquitetônicos devem ser concebidos levando-se em consideração os diferentes graus de exposição das várias partes das fachadas.

Foi investigada ainda a influência da orientação solar dos sobrados na incidência de fissuras mapeadas nos planos de fachada frontais superiores “A”, “C” e inferior, e nos planos de fundos superiores “D”, “F” e inferior. Os planos superiores “B” e “E” foram excluídos da análise por serem ortogonais na construção à principal orientação solar dos sobrados. No entanto, conforme demonstrado na tabela do apêndice C, não foi identificada uma justificativa plausível para o ordenamento apurado, indicando que as causas atreladas aos aspectos construtivos, anteriormente relacionados, são preponderantes na formação de mapeamento nos planos de fachada dos sobrados.

5.4.2.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura – Método de Incidência

Especificadamente nos 363 planos de fachada com repintura, foram catalogados apenas 4 registros de fissuras mapeadas, compreendendo uma incidência média de 1,10% nesses planos de fachada. Como nos planos de fachada originais a incidência média foi apurada em 9,56%, é possível vislumbrar a integridade dos planos de fachada repintados em relação ao mapeamento do revestimento, acusando uma redução na incidência de 88,48%. Constitui indícios da eficiência desse procedimento de manutenção das fachadas para a atenuação da incidência da manifestação patológica, uma vez que diminui sensivelmente a permeabilidade do revestimento e, por conseguinte, as movimentações higroscópicas.

5.4.2.3 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Intensidade

Através do Método de Intensidade foram registradas 193 ocorrências de fissuras mapeadas nos 1788 planos de fachada, o que constitui um índice médio de ocorrência da manifestação de 1,08 mapeamento a cada 10 planos de fachada observados.

Considerando os registros realizados pelo Método de Incidência, contabilizados 171 planos de fachada com mapeamento do revestimento, identifica-se uma diferença percentual de apenas 12,86% entre o número de incidências (171 incidências) e a quantidade de áreas do revestimento com mapeamento (193 ocorrências). Indica que a maioria dos planos de fachada com incidência da manifestação apresentam apenas uma área de ocorrência de mapeamento no revestimento. A tabela 18 confronta, para cada plano de fachada, o número de incidências com a quantidade de áreas do revestimento com mapeamento.

Tabela 18: incidência e quantidade de mapeamentos nos planos de fachada originais

| Fachada | Pavimento – Plano | N° de Planos de Fachada Originais | N° de Planos com Incidência | Quantidade de Mapeamentos |
|----------------|--------------------------|--|------------------------------------|----------------------------------|
| Frontal | Superior – A | 219 | 21 | 21 |
| | Superior – B | 220 | 23 | 24 |
| | Superior – C | 220 | 3 | 3 |
| | Inferior | 212 | 40 | 49 |
| Fundos | Superior – D | 229 | 5 | 6 |
| | Superior – E | 248 | 18 | 18 |
| | Superior – F | 248 | 1 | 1 |
| | Inferior | 192 | 60 | 71 |

As maiores diferenças evidenciadas entre o número de incidências e a quantidade de mapeamentos delatam os planos em que preferencialmente incide mais de uma área de mapeamento por plano de fachada. Identifica-se, portanto, que os planos inferiores de frente e de fundos são aqueles que eventualmente apresentam mais de uma área de mapeamento, tratando-se dos planos mais expostos à intempérie e com maior área de revestimento, ou seja, com movimentações higroscópicas e térmicas do revestimento intensificadas.

5.4.3 Fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados

As fissuras incidentes na parede comum entre dois sobrados geminados, segundo verificado na inspeção de campo, compreendiam apenas uma ocorrência por plano de fachada observado, de modo que a quantificação dos registros é equivalente no Método de Incidência e no Método de Intensidade. Sendo assim, a quantidade de fissuras catalogadas é igual ao número de planos com incidência da manifestação.

5.4.3.1 Distribuição nos planos de fachada originais

Os planos de fachada que podem apresentar essa tipologia de fissuração compreendem aqueles que apresentam interface junto à parede comum entre dois sobrados geminados, ou seja, planos frontais inferior e superior “C” e de fundos inferior e superior “F”. Foram registradas 163 incidências de fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados, num universo de 872 planos de fachada observados, o que representa um percentual médio de incidência de 18,69%. A tabela 19 apresenta a incidência por plano de fachada original.

Tabela 19: incidência em planos de fachada originais de fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados

| Fachada | Pavimento – Plano | Número de Incidências | Nº de Planos de Fachada Originais | Incidência (%) |
|----------------|--------------------------|------------------------------|--|-----------------------|
| Frontal | Superior – C | 26 | 220 | 11,82 |
| | Inferior | 1 | 212 | 0,47 |
| Fundos | Superior – F | 84 | 248 | 33,87 |
| | Inferior | 52 | 192 | 27,08 |

As fachadas de fundos acusaram uma maior frequência da manifestação, registrada em 27,08% dos planos inferiores e em 33,87% dos planos superiores “F”. Verificou-se na inspeção de campo que justamente nessa interface de planos entre sobrados geminados, especificamente nas fachadas de fundos, estão embutidas nas paredes as tubulações de água dos reservatórios (colunas de água fria). Todavia, em algumas das fachadas de fundos a

camada de revestimento sobreposta às tubulações apresenta uma espessura reduzida, ficando o revestimento mais propenso à fissuração superficial, configurando uma falha de execução.

Analisando individualmente por fachada, é possível identificar uma maior frequência de fissuras nos planos superiores do que nos planos inferiores. Essa tendência decorre do menor carregamento incidente nos pavimentos superiores, contrapondo-se ao maior peso próprio da construção no pavimento inferior. Quanto menor o carregamento da parede menor é a restrição a sua movimentação, de forma que as paredes duplas, comuns aos sobrados geminados, ficam menos restringidas nos planos do pavimento superior e, conseqüentemente, mais suscetíveis à fissuração.

Em alguns blocos do conjunto habitacional foi constatada, no levantamento de campo, a execução de uma junta de controle nessa interface de planos junto à parede comum entre os sobrados geminados. Consiste, na verdade, de um corte do revestimento externo sobreposto ao eixo da parede dupla, sem preenchimento de qualquer material na junta, dividindo os planos de fachada contínuos nos sobrados geminados em duas áreas de revestimento. A tabela 20 apresenta o percentual de incidência da manifestação nos planos por bloco de sobrados.

Tabela 20: incidência nos blocos do conjunto de fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados

| Bloco | Existência de Junta | Número de Incidência de Fissuras | Nº de Planos de Fachadas Originais | Incidência (%) |
|-------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------|
| A | Não | 6 | 24 | 25,00 |
| B | Não | - | 3 | - |
| C | Não | - | - | - |
| D | Sim | 1 | 16 | 6,25 |
| E | Sim | - | 11 | - |
| F | Não | 15 | 66 | 22,73 |
| G | Não | 6 | 15 | 40,00 |
| L | Sim | 2 | 25 | 8,00 |
| M | Sim | - | 18 | - |
| N | Sim | - | 46 | - |
| O | Não | 15 | 53 | 28,30 |
| P | Não | 12 | 62 | 19,35 |
| Q | Sim | 3 | 76 | 3,95 |
| R | Não | 17 | 61 | 27,87 |
| S | Não | 21 | 87 | 24,14 |
| T | Não | 25 | 84 | 29,76 |
| U | Não | 18 | 93 | 19,35 |
| V | Não | 13 | 93 | 13,98 |
| X | Não | 9 | 39 | 23,08 |

Verifica-se uma redução da fissuração nos blocos em que houve a execução da junta de controle, especificadamente blocos D, E, L, M, N e Q. Demonstra a eficiência desse detalhe construtivo no sentido de atenuar a incidência de fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados, ou então de dissimular a manifestação da fissura por detrás da junta.

A incidência da manifestação patológica permite ainda suspeitar que a elevação da alvenaria foi executada com juntas a prumo nessa interface de planos junto à parede comum entre os sobrados. Thomaz (1989) refere acerca do desempenho bastante superior das alvenarias com juntas em amarração em relação àquelas com juntas a prumo, uma vez que atenua a possibilidade de fissuração da parede pela incidência de movimentações próprias das alvenarias causadas por fenômenos higrotérmicos, pela retração dos seus componentes e/ou da argamassa de assentamento.

5.4.3.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura

Num universo de 182 planos de fachada com repintura, referentes aos planos frontais inferior e superior “C” e de fundos inferior e superior “F”, foram observados apenas 8 registros de fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados, o que representa um percentual médio de incidência de 4,40%.

Comparando com o percentual médio de incidência nos planos de fachada originais (18,69%), identifica-se uma redução de 76,48% na incidência dessa manifestação nos planos de fachada repintados. Embora essa tipologia de fissura não tenha origem direta na deterioração da pintura superficial, subentende-se que o procedimento de repintura incluía algum tratamento superficial das fissuras, bem como atenua as movimentações higrotérmicas do revestimento e da alvenaria, reduzindo, mesmo que temporariamente, a incidência dessa manifestação patológica nos planos de fachada.

5.4.4 Fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados

A quantificação dos registros de fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados é equivalente no Método de Incidência e no Método de Intensidade, tendo em vista que, segundo inspeção de campo, foi constatado incidir apenas uma ocorrência por plano de fachada observado.

5.4.4.1 Distribuição nos blocos do conjunto habitacional

Os planos de fachada que podem apresentar essa tipologia de fissuração são aqueles que apresentam interface junto à parede comum entre módulos de dois sobrados, compreendendo, portanto, os planos frontais inferior e superior “A” e de fundos inferior e superior “D”. Totalizam 852 planos de fachada originais, sendo contabilizadas 62 incidências de fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados. Indica que 7,28% dos planos observados apresentam essa manifestação patológica.

Como na maioria dos blocos do conjunto habitacional os módulos subsequentes de dois sobrados apresentam cotas de construção diferentes, a análise por plano de fachada e/ou pavimento mostra-se prejudicada. Uma mesma fissura na parede comum pode num sobrado incidir no pavimento superior, enquanto no sobrado adjacente pode estar incidindo no pavimento inferior em função das cotas diferentes de construção e do desnível natural do terreno. Situação em que foi registrada uma fissura, todavia não cadastrada por plano ou pavimento diante da dúvida em relação à localização evidenciada no levantamento de campo. Assim, conforme apresentado na tabela 21, a análise mais pertinente consiste da incidência da manifestação patológica por bloco do conjunto habitacional.

Percebe-se a tendência de maior incidência da manifestação patológica nos blocos com maior número de planos de fachada observados, o que indiretamente mantém relação com a quantidade de sobrados por blocos e a extensão total de fachadas. Indica que os blocos acusaram a ausência de juntas de dilatação, apresentando fissuras na parede comum entre módulos de sobrados, caracterizadas principalmente pela maior abertura no topo das fachadas, sintomatologia típica de fissuração causada por movimentações térmicas (THOMAZ, 1996b).

Basicamente apenas o peso próprio da construção impõe alguma restrição às movimentações das alvenarias no pavimento superior dos sobrados, uma vez que desprovidas de laje de forro ou cinta de amarração, de modo que as fissuras induzidas por movimentações térmicas tendem a apresentar maior abertura no topo das paredes.

Tabela 21: incidência nos blocos do conjunto de fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados

| Bloco | Número de Incidência de Fissuras | Nº de Planos de Fachadas Originais | Incidência (%) |
|-------|----------------------------------|------------------------------------|----------------|
| A | - | 21 | - |
| B | - | 3 | - |
| C | - | - | - |
| D | 1 | 15 | 6,67 |
| E | - | 9 | - |
| F | 1 | 65 | 1,54 |
| G | - | 14 | - |
| L | - | 23 | - |
| M | - | 18 | - |
| N | 3 | 47 | 6,38 |
| O | 3 | 52 | 5,77 |
| P | 9 | 59 | 15,25 |
| Q | 3 | 76 | 3,95 |
| R | 1 | 59 | 1,69 |
| S | 6 | 84 | 7,14 |
| T | 10 | 82 | 12,20 |
| U | 16 | 93 | 17,20 |
| V | 8 | 93 | 8,60 |
| X | 1 | 39 | 2,56 |

Há também indícios de que os blocos edificados em terrenos com topografia mais íngreme têm uma maior incidência dessa tipologia de fissura. Em função dos desníveis do terreno, os planos de fachada contínuos entre módulos de dois sobrados apresentam mudanças bruscas de altura, resultando em concentração de tensões e menores restrições às movimentações higrotérmicas das paredes. Por conseguinte, esses planos de fachada ficam mais propensos à fissuração na interface da parede comum. Condição adversa de topografia evidenciada de forma mais acentuada no levantamento de campo para os blocos T, U e V, os quais apresentaram, respectivamente, 10, 16 e 8 incidências da manifestação patológica. Thomaz (1989) sugere, inclusive, a introdução de juntas de controle nas seções com concentração de tensões em função da mudança brusca na altura ou na espessura da parede.

5.4.4.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura

Considerando os planos frontais inferior e superior “A” e de fundos inferior e superior “D”, foram contabilizados 183 desses planos de fachada com repintura, sendo registradas 10 incidências de fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados. Perfaz um percentual de incidência de 5,46%.

Identifica-se uma redução de 24,91% na incidência da manifestação patológica nos planos de fachada com repintura, tendo em vista que nos planos de fachadas originais o percentual de incidência foi auferido em 7,28%.

A pequena redução da incidência evidenciada nas fachadas repintadas demonstra que essa manifestação patológica não está relacionada ao estado de conservação dos revestimentos externos, estando atrelada preponderantemente a aspectos construtivos dos sobrados.

5.4.5 Outras fissuras

Nos 1788 planos de fachada originais foram registradas, pelo Método de Incidência, 28 fissuras que possivelmente não apresentam causas relacionadas aos revestimentos. Constitui um percentual médio de incidência nos planos de fachada de 1,57%. A tabela 22 demonstra o número de incidências evidenciado por planos de fachada.

Tabela 22: incidências em planos de fachada originais de fissuras não relacionadas ao revestimento

| Fachada | Pavimento - Plano | Incidências de Outras Fissuras | Nº de Planos de Fachada Originais | Incidência (%) |
|---------|-------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| Frontal | Superior – A | 3 | 219 | 1,37 |
| | Superior – B | - | 220 | - |
| | Superior – C | - | 220 | - |
| | Inferior | 9 | 212 | 4,25 |
| Fundos | Superior – D | 5 | 229 | 2,18 |
| | Superior – E | 1 | 248 | 0,40 |
| | Superior – F | 1 | 248 | 0,40 |
| | Inferior | 9 | 192 | 4,69 |

A maior incidência da manifestação nos planos dos pavimentos inferiores, identificada na frente em 4,25% e nos fundos em 4,69%, permite suspeitar que essas fissuras decorrem de

recalques de fundações e/ou de deformações acentuadas em vigamentos baldrame. Os pavimentos mais inferiores das construções normalmente acusam maior fissuração mediante a ocorrência de problemas estruturais nas fundações. Duarte (1998) refere inclusive que uma característica das fissuras por recalque de fundações é a tendência de se localizar próximas ao pavimento térreo da construção, embora isto não seja uma regra.

Nos planos de fachada com repintura não foram levantados registros de fissuras classificadas como não relacionadas ao revestimento. Salienta-se, no entanto, que o estado de conservação das fachadas não constitui origem dessa tipologia de manifestação patológica.

No levantamento pelo Método de Intensidade foram contabilizadas 28 ocorrências de fissuras não relacionadas ao revestimento, coincidindo com o número de planos de fachada com incidência da manifestação patológica. Indica que os planos de fachada com incidência da manifestação apresentam apenas uma ocorrência dessa tipologia de fissura.

5.4.6 Manchas de umidade por respingos

Embora possam incidir em mais de uma área de revestimento de um plano de fachada, as manchas de umidade por respingos apresentam sintomatologia semelhante nos sobrados, basicamente incidentes em área contínua e próxima à base das fachadas dos pavimentos inferiores. Sendo assim, foram contabilizadas pela frequência nos planos de fachada, de modo que a análise dessa manifestação patológica pelo Método de Intensidade é equivalente ao Método de Incidência, visto que sua ocorrência em um plano de fachada foi registrada como uma incidência independentemente da área de revestimento atingida.

5.4.6.1 Distribuição nos planos de fachada originais

Nos 1788 planos de fachada observados foram registradas 210 incidências de manchas de umidade decorrentes de respingos, indicando em média que 11,74% dos planos de fachada dos sobrados acusaram a manifestação patológica. A tabela 23 discrimina a incidência da manifestação nos planos de fachadas originais.

A incidência deu-se basicamente nas fachadas do pavimento inferior, atingindo 24,53% dos planos frontais inferiores e 81,25% dos planos de fundos inferiores. A ausência de calhas nos beirais da cobertura e a pequena extensão destes beirais permitem que a água escorrida do telhado, ao atingir o solo, respingue nas paredes da construção, que por sua vez não apresentam tratamento superficial diferenciado no trecho atingido. Assim, esse trecho de fachada vai paulatinamente acusando manchas de umidade que tendem a se acentuar com o tempo. Segundo Cincotto (1988) a incidência de umidade constante propicia o surgimento de mofo ou bolor na superfície, degradando inicialmente a pintura superficial e posteriormente o revestimento de argamassa.

Tabela 23: incidência de manchas de umidade por respingos em planos de fachada originais

| Fachada | Pavimento - Plano | Incidências de Manchas p/ Respingos | Nº de Planos de Fachada Originais | Incidência (%) |
|----------------|--------------------------|--|--|-----------------------|
| Frontal | Superior – A | - | 219 | - |
| | Superior – B | - | 220 | - |
| | Superior – C | - | 220 | - |
| | Inferior | 52 | 212 | 24,53 |
| Fundos | Superior – D | 1 | 229 | 0,44 |
| | Superior – E | - | 248 | - |
| | Superior – F | 1 | 248 | 0,40 |
| | Inferior | 156 | 192 | 81,25 |

A maior incidência de manchas de umidade por respingos ocorre nos planos de fachada de fundos inferior (81,25%), despontando no levantamento uma considerável diferença em relação à incidência nos planos correlatos de frente (24,53%). Aparentemente constitui uma discrepância, tendo em vista que, numa primeira análise, ambos planos de fachada

apresentariam as mesmas condições construtivas quanto à exposição aos respingos das águas escorridas dos telhados.

Identifica-se, no entanto, a influência da condição topográfica dos terrenos na incidência dessa manifestação patológica. Muitos dos blocos do conjunto habitacional foram edificados em terrenos com fortes aclives no sentido frente a fundos, restando os sobrados em cotas de construção elevadas em relação à via fronteira. Condição topográfica notadamente evidenciada nos blocos F, M, P, R, T, U e V, os quais totalizam 156 sobrados das 300 unidades do conjunto habitacional. A inclinação natural dos terrenos junto às fachadas frontais desses sobrados, em declive em direção à via, atenua os respingos nas fachadas frontais. Ademais, muitos dos moradores realizaram escavações de solo nesses recuos frontais a fim de permitir o estacionamento de veículos no terreno, e/ou edificar garagens, o que também resulta no afastamento dos respingos das fachadas frontais.

5.4.6.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura

Dos 363 planos de fachada com repintura, apenas em um plano foi registrada a existência de manchas de umidade por respingos, constituindo um percentual de incidência de 0,28%. Indica, de uma forma geral, uma redução de 97,61% na incidência da manifestação nos planos de fachada com repintura, haja vista que nos planos de fachada originais o percentual de incidência é de 11,74%.

Todavia, como 90,08% dos planos de fachada com repintura são frontais, e sendo a incidência da manifestação preponderante nos planos de fachada de fundos inferior, pode-se analisar a eficiência da repintura exclusivamente para esses planos de fundos mais propensos nos sobrados à incidência de manchas de umidade por respingos. Nesse sentido, foram contabilizados apenas 6 planos de fachada de fundos inferior com repintura e apenas um registro da manifestação, o que representa um percentual de incidência de 16,67%. Considerando o percentual de incidência de 81,25% identificado para os planos correlatos originais, identifica-se que, especificadamente nos planos de fachada de fundos inferior, a repintura reduziu em 79,48% a incidência de manchas de umidade por respingos.

Os elevados percentuais de redução da manifestação evidenciados, tanto na análise geral (97,61%) como naquela desdobrada para os planos de fachada de fundos inferior (79,48%), constituem indícios de que as repinturas das fachadas apresentam ainda boa capacidade de proteção ao substrato, renovando o aspecto superficial e reduzindo sensivelmente a permeabilidade dos revestimentos.

5.4.7 Manchas de umidade de infiltrações

Embora as manchas de umidade de infiltrações possam incidir em mais de uma área de um plano de fachada, no levantamento de campo foi constatado que sua ocorrência nos sobrados praticamente apresenta a mesma sintomatologia. Incidem preferencialmente na face externa da parede do banheiro, atingindo uma determinada área do revestimento, apresentando empolamento da pintura e eventualmente eflorescências. Assim, a análise dessa manifestação patológica pelo Método de Intensidade é equivalente ao Método de Incidência, visto que sua ocorrência em um plano de fachada foi registrada como uma incidência independentemente da área de revestimento atingida.

5.4.7.1 Distribuição nos planos de fachada originais

Considerando todos os 1788 planos de fachada originais inspecionados, foram registradas 38 incidências de manchas de umidade de infiltrações, correspondendo a um percentual geral de incidência de 2,13%.

Segundo demonstrado na tabela 24, 97,37% dos registros da manifestação ocorreram nos planos de fachada de fundos inferior, sendo que 19,27% desses planos originais apresentaram manchas de umidade de infiltrações. Confirma os sintomas evidenciados no levantamento de campo, indicando, como origem, o uso do banheiro e as infiltrações de água através de seus revestimentos internos, quer seja pelos revestimentos desgastados das paredes, e/ou pela umidade ascensional proveniente do piso cimentado da dependência que não tem qualquer revestimento impermeável. Ou seja, a umidade proveniente da água utilizada no banheiro migra para as fachadas através da absorção e capilaridade dos materiais (PEREZ, 1988).

Tabela 24: incidência de manchas de umidade de infiltrações em planos de fachada originais

| Fachada | Pavimento - Plano | Incidências de Manchas de Infiltrações | Planos de Fachada Originais | Incidência (%) |
|----------------|--------------------------|---|------------------------------------|-----------------------|
| Frontal | Superior – A | - | 219 | - |
| | Superior – B | - | 220 | - |
| | Superior – C | - | 220 | - |
| | Inferior | - | 212 | - |
| Fundos | Superior – D | - | 229 | - |
| | Superior – E | - | 248 | - |
| | Superior – F | 1 | 248 | 0,40 |
| | Inferior | 37 | 192 | 19,27 |

5.4.7.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura

Apenas um plano de fachada repintado apresentou a incidência de manchas de umidade de infiltrações, mais especificamente um plano de fachada frontal inferior. Sendo inspecionados 363 planos de fachada com re-pintura, o percentual de incidência de manchas de umidade de infiltrações nos planos repintados é de 0,28%. Essa ocorrência apresenta, portanto, origem diversa daquela identificada para a maioria dos registros realizados nos planos de fachada originais, tendo em vista que a manifestação ocorreu em fachada da construção cuja parede não é comum ao banheiro.

Ressalta-se que a repintura de fachadas externas não constitui um eficiente procedimento terapêutico para eliminação dessa tipologia de manchas de umidade, tendo em vista que as infiltrações provêm de águas que incidem nos revestimentos internos da edificação. Essa ineficiência das repinturas externas no saneamento da manifestação patológica não foi detectada nos resultados obtidos, em função principalmente da reduzida amostragem de planos de fachada de fundos inferior com repintura, sendo apenas 6 planos assim caracterizados nos levantamentos de campo.

5.4.8 Vesículas

5.4.8.1 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Incidência

Foram contabilizados 408 planos de fachada com incidência de vesículas no revestimento. Considerando o número total de 1788 planos de fachada originais, tem-se em média que 22,82% dos planos apresentaram incidência da manifestação patológica.

As empolas das vesículas no revestimento apresentam cores preta ou vermelha acastanhada, constituindo indícios, conforme Cincotto (1988), da presença na areia de matéria orgânica, pirita e concreções ferruginosas.

A tabela 25 demonstra o percentual médio de incidência de vesículas em cada bloco de sobrados do conjunto habitacional, sendo possível presumir que as cargas de areia com maior teor de impurezas foram empregados na execução dos revestimentos externos dos blocos B, L, M, N, O e V.

Tabela 25: incidência de vesículas nos planos de fachada originais dos blocos do conjunto habitacional

| Bloco | Número de Incidências de Vesículas | Nº de Planos de Fachadas Originais | Incidência (%) |
|--------------|---|---|-----------------------|
| A | 8 | 53 | 15,09 |
| B | 4 | 7 | 57,14 |
| C | - | - | - |
| D | - | 33 | - |
| E | - | 23 | - |
| F | 25 | 135 | 18,52 |
| G | 5 | 32 | 15,63 |
| L | 17 | 51 | 33,33 |
| M | 12 | 38 | 31,58 |
| N | 34 | 93 | 36,56 |
| O | 36 | 108 | 33,33 |
| P | 25 | 129 | 19,38 |
| Q | 40 | 152 | 26,32 |
| R | 22 | 123 | 17,89 |
| S | 38 | 176 | 21,59 |
| T | 28 | 172 | 16,28 |
| U | 56 | 193 | 29,02 |
| V | 58 | 191 | 30,37 |
| X | - | 79 | - |

Investigando a frequência de vesículas individualmente por plano de fachada (apêndice D), ou mesmo em função da orientação solar dos blocos, não foi identificada uma tendência preponderante para justificar a incidência da manifestação patológica nos planos de revestimento. Sugere uma aleatoriedade em relação aos aspectos construtivos dos sobrados, indicando que, na verdade, sua incidência está diretamente atrelada aos lotes de materiais empregados na construção, mais especificadamente da areia utilizada que se mostrou com maior ou menor teor de impurezas.

5.4.8.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura – Método de Incidência

Nos 363 planos de fachada com repintura foram catalogados apenas 3 registros de vesículas nos revestimentos, compreendendo um percentual médio de incidência de 0,83%.

Sendo apurada nos planos de fachada originais uma incidência média de 22,82%, constata-se uma redução de 96,38% na incidência de vesículas nos planos de fachada repintados em relação aos planos de fachada originais. Redução na incidência da manifestação patológica que constitui indício da solução do problema, de forma que possivelmente a expansão volumétrica da impureza dispersa na argamassa já ocorreu, tendo sido o material removido quando da repintura ou lixiviado pela água da chuva. Assim, a repintura renovou o aspecto superficial do revestimento, promovendo sua recomposição e eliminando os vestígios da manifestação patológica.

5.4.8.3 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Intensidade

No Método de Intensidade foram registradas 552 vesículas nos revestimentos dos 1788 planos de fachada originais, constituindo um índice médio de ocorrência da manifestação de 3,09 vesículas a cada 10 planos de fachada observados. Ou alternativamente, se considerado que cada sobrado é composto de 8 planos de fachadas, um índice médio de ocorrência de 2,47 vesículas por sobrado com fachadas originais.

A tabela 26 relaciona as ocorrências de vesículas em cada bloco de sobrados, quantificadas pelo Método de Intensidade.

Tabela 26: quantidade de vesículas nos planos de fachada originais dos blocos do conjunto habitacional

| Bloco | Quantidade de Vesículas | N° de Planos de Fachadas Originais | Fator de Ocorrência (p/ cada 10 planos) |
|--------------|--------------------------------|---|--|
| A | 9 | 53 | 1,70 |
| B | 7 | 7 | 10,00 |
| C | - | - | - |
| D | - | 33 | - |
| E | - | 23 | - |
| F | 32 | 135 | 2,37 |
| G | 5 | 32 | 1,56 |
| L | 26 | 51 | 5,10 |
| M | 17 | 38 | 4,47 |
| N | 44 | 93 | 4,73 |
| O | 45 | 108 | 4,17 |
| P | 40 | 129 | 3,10 |
| Q | 61 | 152 | 4,01 |
| R | 33 | 123 | 2,68 |
| S | 49 | 176 | 2,78 |
| T | 31 | 172 | 1,80 |
| U | 71 | 193 | 3,68 |
| V | 82 | 191 | 4,29 |
| X | - | 79 | - |

Analisando as ocorrências de vesículas em cada bloco de sobrados, tem-se praticamente a confirmação dos blocos que empregaram carregamentos de areia com maior teor de impurezas na execução dos revestimentos, blocos B, L, M, N, O e V, apresentando também o bloco Q destacado fator de ocorrência. Percebe-se, todavia, que essa identificação é mais destacada que no Método de Incidência, em função de que no Método de Intensidade é contabilizada a quantidade de vesículas por plano de fachada, enquanto que no Método de Incidência são registradas a quantidade de planos de fachada com incidência da manifestação patológica. Tendo as vesículas origem na qualidade dos materiais empregados, não estando relacionadas aos aspectos construtivos dos sobrados, tem-se que o Método de Intensidade é mais eficaz para vislumbrar em que blocos foram empregados os carregamentos de areia com maior teor de impurezas na execução dos revestimentos externos, uma vez que aponta a quantidade de ocorrências da manifestação patológica.

5.4.9 Descolamentos

5.4.9.1 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Incidência

Nos 1788 planos de fachada originais foram registradas 55 incidências de descolamentos do revestimento, indicando que em média 3,08% dos planos apresentaram a incidência da manifestação patológica.

A tabela 27 detalha a incidência de descolamentos por planos de fachada dos sobrados, destacando-se o plano frontal inferior com o maior percentual de incidência (17,92%). Na inspeção de campo foi averiguada a ocorrência de descolamentos em placas do revestimento no entorno das portas de acesso ao sobrado (plano frontal inferior), invariavelmente apresentando espessa camada de argamassa na moldura da esquadria. Indica uma incompatibilidade de medidas entre vão da parede e esquadria, existindo uma folga demasiada entre esses componentes, a qual foi preenchida com espessa camada de argamassa, de forma que, aliando-se à ausência de chapisco, têm-se trechos do revestimento mais propensos a descolamentos, principalmente nas áreas de maiores solicitações como nos pontos de fixação da esquadria na parede. Cincotto (1988) relaciona, dentre as possíveis causas do descolamento em placas do revestimento, a argamassa aplicada em camada muito espessa e a ausência de chapisco.

Tabela 27: incidência de descolamentos em planos de fachada originais

| Fachada | Pavimento – Plano | Incidências de Descolamentos | Nº de Planos de Fachada Originais | Incidência (%) |
|----------------|--------------------------|-------------------------------------|--|-----------------------|
| Frontal | Superior – A | - | 219 | - |
| | Superior – B | - | 220 | - |
| | Superior – C | 6 | 220 | 2,73 |
| | Inferior | 38 | 212 | 17,92 |
| Fundos | Superior – D | 1 | 229 | 0,44 |
| | Superior – E | - | 248 | - |
| | Superior – F | 2 | 248 | 0,81 |
| | Inferior | 8 | 192 | 4,17 |

O plano de fachada de fundos inferior apresenta também incidência destacada de descolamentos em relação aos demais planos de fachada dos sobrados (4,17%), todavia de forma menos relevante que no plano frontal inferior. Constatou-se nos levantamentos de campo que esses descolamentos em placas são mais freqüentes sobre as tubulações de água embutidas na parede, cujas prumadas estão localizadas na parede comum entre sobrados geminados. Esses descolamentos consistem de um agravamento do estado de fissuração do revestimento sobreposto às tubulações de água dos reservatórios, manifestação patológica registrada como “fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados” e que tem, dentre as causas, a pequena espessura do revestimento nessas prumadas.

5.4.9.2 Reincidência nos planos de fachada com repintura – Método de Incidência

Foram registradas 6 incidências de descolamentos nos 363 planos de fachada com repintura, representando um percentual médio de incidência de 1,65%. Como nos planos de fachada originais o percentual de incidência foi de 3,08%, tem-se uma redução de 46,27% na incidência de descolamentos nos planos de fachada repintados em relação aos planos de fachada originais.

Como os descolamentos verificados nos sobrados têm origem em falhas de execução, não atrelados ao desgaste da proteção superficial dos revestimentos, os procedimentos de repintura não trazem reparação a essa manifestação patológica. É possível suspeitar, diante da redução evidenciada no percentual de incidência, que ao reconstituir as pinturas das fachadas também foram oportunizados reparos nos descolamentos, e/ou as esquadrias (portas) originais foram substituídas, fato efetivamente averiguado em muitos dos sobrados e que tende atenuar a incidência da manifestação.

5.4.9.3 Distribuição nos planos de fachada originais – Método de Intensidade

Através do Método de Intensidade foram contabilizados 76 descolamentos de revestimento nos 1788 planos de fachada originais. Considerando que cada sobrado é composto de 8 planos de fachada, identifica-se um índice médio de ocorrência de 1,02 descolamento para cada 3 sobrados com fachadas originais (ou para cada 24 planos de fachada).

Analisando a distribuição da quantidade de descolamentos por planos de fachada (tabela 28), não é identificada qualquer alteração significativa na tendência havida através da análise pelo Método de Incidência. Ou seja, os descolamentos incidem preponderantemente na fachada frontal inferior e de forma menos relevante na fachada de fundos inferior. Na confrontação dos registros realizados pelos dois métodos de contagem é possível evidenciar que apenas no plano frontal inferior há a ocorrência de mais de um descolamento por plano de fachada, tendo em vista que pelo Método de Intensidade foram contabilizados 59 descolamentos, enquanto no Método de Incidência foram identificados 38 planos de fachada frontal inferior com incidência da manifestação patológica (tabela 27).

Tabela 28: quantidade de descolamentos em planos de fachada originais

| Fachada | Pavimento – Plano | Quantidade de Descolamentos | Nº de Planos de Fachada Originais | Fator de Ocorrência (p/ cada 3 sobrados) |
|----------------|--------------------------|------------------------------------|--|---|
| Frontal | Superior – A | - | 219 | - |
| | Superior – B | - | 220 | - |
| | Superior – C | 6 | 220 | 0,65 |
| | Inferior | 59 | 212 | 6,68 |
| Fundos | Superior – D | 1 | 229 | 0,10 |
| | Superior – E | - | 248 | - |
| | Superior – F | 2 | 248 | 0,19 |
| | Inferior | 8 | 192 | 1,00 |

5.5 ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Com base nas causas presumidas das manifestações patológicas incidentes nos planos de fachada dos sobrados, segundo inspeção de campo e análise dos resultados obtidos, é possível classificar as manifestações de acordo com suas origens, compreendendo falhas de projeto, de execução, de materiais ou de utilização.

De todas as manifestações patológicas observadas nas fachadas originais dos sobrados, apenas as fissuras disseminadas e as fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados não têm suas causas atreladas a uma mesma origem preponderante. Entende-se que há uma interação entre falhas de projeto e de utilização na formação das fissuras disseminadas, enquanto que as fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados podem ser decorrentes de falhas de projeto ou de execução.

Sendo assim, configura-se, de acordo com a origem, o seguinte panorama geral de incidências de manifestações patológicas nos planos de fachada originais:

- a) falhas de projeto,
 - fissuras disseminadas, vinculadas às paredes com baixa rigidez, inexistência de detalhes construtivos como revestimento de peitoris, e especificação de argamassa com alto módulo de deformação e com ausência de chapisco;
 - fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados, referentes à ausência de juntas de controle ou de movimentação nessa interface de parede comum;
 - fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados, cuja origem está atrelada à inexistência de juntas de dilatação;
 - outras fissuras não relacionadas ao revestimento, decorrentes da ocorrência de recalques de fundações ou de deformações acentuadas da estrutura;
 - manchas de umidade por respingos, relativas à ausência de calhas nos beirais e de revestimento impermeável em áreas mais expostas à degradação;
- b) falhas de utilização,
 - fissuras disseminadas e fissuras mapeadas, vinculadas ao desgaste da pintura das fachadas externas;
 - manchas de umidade de infiltrações, decorrentes da deterioração dos revestimentos internos da parede e piso dos banheiros;

- c) falhas de materiais, resultando em vesículas nos revestimentos, que são decorrentes da presença de impurezas na areia utilizada na argamassa,
- d) falhas de execução,
 - fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados, provenientes da elevação de alvenaria com juntas a prumo e da pequena espessura de revestimento sobre tubulações;
 - descolamentos, decorrentes da espessa camada de argamassa no contorno de esquadrias.

No presente estudo, as diversas manifestações patológicas nos revestimentos externos decorrentes de falhas de projeto indicam uma despreocupação e/ou despreparo dos profissionais envolvidos na concepção do empreendimento com relevantes aspectos construtivos e de especificação técnicas. Ademais, em sendo um conjunto habitacional de padrão popular, a busca pela máxima redução do custo do empreendimento certamente colabora para incorrer em falhas de projeto, como evidenciado, por exemplo, na elevação de paredes caracterizadas como de baixa rigidez (espessura nominal de 15 cm e dois pavimentos de altura), na ausência de detalhes construtivos que tendem a melhorar o desempenho geral da construção, e na adoção de revestimento com ausência de chapisco.

Em Petrucci et al. (1997), apresentando os resultados de um levantamento de manifestações patológicas em conjunto habitacional na cidade de Porto Alegre (RS), foi ressaltada a importância da etapa de projeto, no processo de produção e uso da edificação, para prevenção de manifestações patológicas nas edificações. Foi salientada a importância da elaboração de especificações técnicas adequadas aos materiais e aos procedimentos de execução empregados na edificação e, principalmente, sua concepção considerando o desempenho da mesma e de suas partes frente à ação do meio ambiente. Compreendem ações que se somam na busca da melhoria da qualidade da construção civil.

Terra (2001) também destacou a importância de conceber detalhes arquitetônicos levando-se em consideração os diferentes graus de exposição das várias partes das fachadas, de modo que as áreas mais expostas aos agentes agressivos devem ser revestidas com materiais mais resistentes e duráveis. Condições que implicitamente demandam maiores cuidados ao projetar a edificação e especificar seus materiais constituintes.

As falhas de utilização, por sua vez, estão associadas às precárias condições financeiras dos moradores dos sobrados do conjunto popular que, possivelmente, impedem a realização de procedimentos de conservação e/ou manutenção de elementos construtivos, mais notadamente, no presente caso, de repinturas nas fachadas externas dos sobrados. As falhas de materiais indicam a falta de controle da qualidade em um insumo específico empregado na argamassa, enquanto as falhas de execução são pontuais, uma vez que incidentes nos revestimentos sobre tubulações, no contorno de esquadrias e na interface da parede comum entre sobrados geminados, evidenciando uma desatenção a detalhes do processo executivo do sistema de revestimento.

De uma forma geral, as manifestações patológicas encontradas nos revestimentos podem ser amenizadas e, em alguns casos, até eliminadas, se pequenos cuidados fossem tomados, tais como: controle dos projetos para prevenção de falhas, execução de obras em conformidade com as normas técnicas, correto proporcionamento das argamassas, boa qualidade dos materiais empregados e maior atenção com procedimentos de manutenção preventiva (TERRA, 2001).

Assim, especificamente no presente estudo de caso, algumas medidas mostrar-se-iam pertinentes no sentido de evitar, ou atenuar sensivelmente, a incidência de manifestações patológicas nos revestimentos externos dos sobrados:

a) relativas à etapa de projeto,

- previsão de cintas de concreto armado na altura do primeiro pavimento e no topo das alvenarias do segundo pavimento, a fim de aumentar a rigidez característica das paredes;
- execução de detalhes construtivos como calhas pluviais e revestimentos mais resistentes e duráveis em peitoris e áreas mais expostas aos agentes agressivos, a fim de atenuar a degradação causada pela ação das intempéries;
- utilização de chapisco e definição de um traço da argamassa adequado ao mínimo desempenho esperado;
- inserção de juntas de dilatação, regularmente espaçadas, entre os módulos de sobrados geminados;

b) relativas à utilização,

- entrega de manuais do uso e conservação da edificação, para conscientizar os proprietários da necessidade de realizar periodicamente procedimentos de manutenção preventiva, especificamente de repintura nas fachadas externas;

- alternativamente, diante das precárias condições financeiras da maioria dos moradores, adoção de uma política habitacional pelo ente público empreendedor, que contemple a criação de um fundo de reserva de capital, no sentido de viabilizar a realização de procedimentos de manutenção preventiva nos sobrados;
- c) relativas aos materiais, um maior controle da qualidade dos insumos, especificamente da areia empregada na argamassa, podendo-se adotar uma prévia certificação de qualidade para os fornecedores, bem como garantir um adequado armazenamento no canteiro de obras a fim de evitar contaminação;
- d) relativas à execução, um maior controle do processo executivo no canteiro de obras, especificamente das soluções adotadas para o revestimento nas interfaces com tubulações de água, esquadrias e parede comum entre sobrados geminados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na apresentação e análise dos resultados realizada no capítulo 5, é possível tecer algumas considerações finais e propor algumas sugestões para futuros trabalhos.

6.1 CONSIDERAÇÕES QUANTO À SITUAÇÃO CONSTRUTIVA DAS FACHADAS

Muitas das fachadas dos sobrados do conjunto habitacional, conforme averiguado nos levantamentos de campo, não mantêm atualmente sua caracterização original, sendo evidenciados planos com ampliações de área construída ou que foram repintados. Os 300 sobrados que constituem o conjunto habitacional totalizam 2400 planos de fachada de frente e de fundos para observação, sendo 8 planos por sobrado. Desse total de planos de fachada, 74,5% mantêm sua caracterização original, 15,13% receberam serviços de repintura, 9,54% tiveram ampliações de área construída e em 0,83% não foram oportunizadas condições para vistoria e inspeção.

Os serviços de repintura em sua maioria foram realizados na fachada frontal, constatando-se que, em média, 27,25% dos planos de fachada frontais apresentaram repintura. Em contrapartida, as ampliações estiveram concentradas nas fachadas de fundos, especialmente na fachada de fundos inferior, onde 32,67% dos planos foram integrados às áreas internas diante das ampliações de construção realizadas pelos moradores.

As diferentes situações presenciadas atualmente nas fachadas dos sobrados justificam a escolha pela realização da análise dos dados por planos de fachada, abordando-se no estudo os planos originais e com repintura e sendo desconsiderados aqueles com ampliações de área construída.

6.2 CONSIDERAÇÕES QUANTO À INCIDÊNCIA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS FACHADAS

Utilizando o Método de Incidência para quantificação e registro dos dados, foram contabilizadas 2303 incidências de manifestações patológicas nos revestimentos dos 1788 planos de fachada que se mantêm originais nos sobrados do conjunto habitacional. As fissuras disseminadas apresentaram a incidência mais significativa, abrangendo 50,72% dos registros. São decorrentes do emprego de argamassa com alto módulo de deformação, da ausência de detalhes construtivos como revestimento de peitoris, da insuficiência de vergas e contra-vergas, das movimentações higrotérmicas dos revestimentos acentuadas em condições de pintura desgastada, e das paredes caracterizadas como de baixa rigidez. Se somadas às outras tipologias de fissuras presenciadas nos revestimentos, problemas em geral com fissuração compreendem 69,14% das incidências de manifestações patológicas nas fachadas dos sobrados.

Nos 363 planos de fachada com repintura dos sobrados foram verificadas 173 incidências de manifestações patológicas nos revestimentos. As fissuras disseminadas novamente despontaram com a maior incidência, correspondendo a 80,92% dos registros, o que indicou a reincidência dessa manifestação patológica mesmo após a renovação da pintura superficial.

Foi possível ainda fazer uma projeção da redução geral na incidência de manifestações patológicas nos planos de fachada com repintura em relação àqueles originais, sendo identificado um percentual de redução de 63%, demonstrando a relevância desse procedimento de conservação no desempenho e no aspecto superficial dos revestimentos externos.

6.3 CONSIDERAÇÕES QUANTO À INTENSIDADE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS FACHADAS

Empregando o Método de Intensidade para contagem e registro dos dados, foram contabilizadas 4852 ocorrências de manifestações patológicas nos 1788 planos de fachada originais. As fissuras disseminadas nos revestimentos predominaram também na distribuição geral das manifestações pelo Método de Intensidade, com 72,75% do total de ocorrências.

Evidenciou que além de ser a manifestação patológica com incidência mais freqüente nos planos de fachada, as fissuras disseminadas apresentaram também uma quantidade maior de ocorrências por plano de fachada em relação às demais manifestações analisadas.

Nos 363 planos de fachada com repintura foram catalogadas 373 ocorrências de manifestações patológicas nos revestimentos, compreendendo as fissuras disseminadas 90,62% do total dos registros efetuados, confirmando se tratar de uma manifestação patológica de alguma forma recorrente nas fachadas repintadas. Todavia, comparando os percentuais havidos entre os dois métodos, vislumbrou-se uma menor intensidade de fissuras disseminadas nos planos de fachada repintados em relação aos planos de fachada originais.

Identificou-se ainda uma redução geral de 62,13% na quantidade de ocorrências de manifestações patológicas nos planos de fachada com repintura em relação àqueles originais, o que destaca a importância de manter as pinturas superficiais em bom estado de conservação para atenuar a quantidade de problemas nos revestimentos.

6.4 CONSIDERAÇÕES QUANTO À DISTRIBUIÇÃO SEGUNDO TIPOLOGIA DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA

6.4.1 Fissuras disseminadas

Dos 1788 planos de fachada originais dos sobrados, 65,32% apresentaram a incidência de fissuras disseminadas.

Nos planos de fachada com repintura foi verificada uma incidência de fissuras disseminadas de 38,57%. Indicou uma redução de 40,96% na freqüência de fissuras disseminadas nos planos de fachada com repintura em relação aos planos originais, demonstrando que, embora atenuada, a incidência dessa manifestação não é decorrente apenas da pintura desgastada, interagindo outros aspectos construtivos dos sobrados.

Quanto à intensidade da fissuração nos revestimentos foi apurado um índice médio geral de 1,97 fissura do tipo disseminada por plano de fachada. Se analisadas em função das áreas dos

revestimentos, apurou-se uma média geral de 3,65 fissuras em cada 10 m² de revestimento externo dos sobrados.

Foi observada uma redução de 52,84% na quantidade de fissuras por plano de fachada repintado em relação aos planos de fachada originais, uma vez que nos planos de fachada com repintura o índice médio de ocorrência foi de 0,93 fissura por plano de fachada.

Na análise da distribuição das fissuras disseminadas por plano de fachada foi possível verificar que, tanto a frequência como a quantidade de fissuras, são mais acentuadas naqueles planos de fachada que agregam as condições adversas, identificadas para os sobrados no fator de exposição à intempérie, na extensão (área) do revestimento, na presença de aberturas e na proximidade da fachada com a via pública. Nesse sentido, o plano de fachada frontal inferior despontou como o mais atingido na construção, apresentando incidência dessa manifestação em 90,09% dos planos e uma média de 53,2 fissuras do tipo disseminadas a cada 10 planos de fachada.

6.4.2 Fissuras mapeadas

Em 9,56% dos planos de fachada originais dos sobrados foram constatadas áreas do revestimento com fissuras mapeadas.

Apenas 1,10% dos planos de fachada com repintura apresentaram incidência de fissuras mapeadas. Permitiu identificar uma redução de 88,48% na incidência de fissuras mapeadas nos planos de fachada com repintura em relação aos planos originais, demonstrando a eficiência desse procedimento de conservação das fachadas para atenuação da manifestação patológica.

Considerando a quantidade de áreas do revestimento com fissuras mapeadas nos planos de fachada originais, foi identificado um índice médio de ocorrência de 1,08 mapeamento a cada 10 planos de fachada observados.

As fissuras mapeadas apareceram com maior frequência nos planos de fundos inferior, sendo que 31,25% desses planos apresentaram incidência de mapeamento. Planos de fachada que restaram caracterizados como aqueles mais propensos à intensificação das movimentações

higroscópicas e térmicas do revestimento, estando mais expostos à intempérie, apresentando a maior área contínua de revestimento e mais reiteradamente exposto à umidade provinda de respingos do tanque de lavar.

6.4.3 Fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados

Nos planos de fachada originais que correspondem àqueles com interface junto à parede comum entre dois sobrados geminados, foi apurada uma incidência de 18,69% dessa tipologia de fissura na parede comum.

Nos planos de fachada com repintura a incidência de fissuras na parede comum entre dois sobrados geminados foi averiguada em 4,40%. Demonstrou uma redução de 76,48% da manifestação patológica nos planos de fachada repintados em relação aos planos originais, sugerindo a realização de algum tratamento superficial dessas fissuras quando da repintura, atenuando ou dissimulando a incidência do problema.

As fachadas de fundos acusaram uma maior freqüência dessa tipologia de fissura, havida em 27,08% nos planos inferiores e em 33,87% nos planos superiores “F”, em função de apresentarem camada de revestimento com espessura reduzida sobreposta a tubulações embutidas nessas prumadas de parede comum entre sobrados.

6.4.4 Fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados

Foi constatada a incidência de fissuras na parede comum entre módulos de dois sobrados em 7,28% dos planos de fachada originais que poderiam apresentar a manifestação.

Nos planos de fachada com repintura a incidência da manifestação patológica foi de 5,46%. Demonstra uma redução de apenas 24,91% na incidência de fissuras nos planos de fachada repintados, evidenciando que a manifestação está atrelada preponderantemente a aspectos construtivos dos sobrados, e não à execução de manutenção preventiva na pintura.

Nesse sentido, foi identificado que a incidência dessa manifestação patológica é mais significativa nos blocos do conjunto habitacional com maior quantidade de unidades e

naqueles edificados em terrenos com desníveis acentuados, acusando as construções a ausência de juntas de dilatação e/ou juntas de controle nessa interface entre módulos de sobrados.

6.4.5 Outras fissuras

Em 1,57% dos planos de fachada originais foi verificada a incidência de fissuras presumidas como não relacionadas aos revestimentos.

As maiores incidências da manifestação foram identificadas nos planos de fachada do pavimento inferior, sendo na frente auferida em 4,25% e nos fundos em 4,69%, o que permitiu suspeitar que essas fissuras advêm de recalques de fundações e/ou de deformações acentuadas em vigamentos baldrame.

6.4.6 Manchas de umidade por respingos

Em 11,74% dos planos de fachada originais dos sobrados foi evidenciada a existência de manchas de umidade decorrentes de respingos.

O percentual de incidência da manifestação foi de 0,28% nos planos de fachada com repintura. Sugere uma redução de 97,61% na incidência geral da manifestação patológica nos planos de fachada com repintura, atestando a eficiência desse procedimento na renovação do aspecto superficial do revestimento e na diminuição de sua permeabilidade.

A maior frequência da manifestação deu-se nos planos de fachada de fundos inferior, com uma incidência presenciada de 81,25%. Verificou-se que além de se tratar dos planos mais propensos aos respingos das águas das chuvas, a condição topográfica de aclave no sentido de frente a fundos, mais recorrente no local, contribuiu para a maior frequência da manifestação nesse plano de fachada de fundos em relação ao plano correlato de frente.

6.4.7 Manchas de umidade de infiltrações

Verificou-se a incidência de manchas de umidade de infiltrações em 2,13% dos planos de fachada originais.

Foi averiguado que 97,37% dos casos dessa manifestação incidiram nos planos de fachada de fundos inferior, sendo que 19,27% desses planos acusaram manchas de umidade de infiltrações, indicando como origem o uso do banheiro a propiciar infiltrações pelos seus revestimentos internos.

A reduzida amostragem de planos de fachada de fundos com repintura, apenas 6 planos assim caracterizados, não permitiu atestar a ineficiência da repintura externa na eliminação de infiltrações pelo revestimento interno.

6.4.8 Vesículas

Em 22,82% dos planos de fachada originais foi presenciada a incidência de vesículas nos revestimentos.

Foi evidenciada uma redução na incidência de vesículas de 96,38% nos planos de fachada repintados em relação aos originais, uma vez que nos planos de fachada com repintura o percentual de incidência da manifestação foi de 0,83%.

Constatou-se também um índice médio para a intensidade da manifestação de 2,47 vesículas por sobrado com fachadas originais.

Em se tratando de uma manifestação patológica preponderantemente decorrente da qualidade dos materiais empregados, foi investigado em que blocos do conjunto houve a maior incidência, e/ou intensidade, de vesículas a fim de apurar os lotes de materiais mais problemáticos.

6.4.9 Descolamentos

Nos planos de fachada originais foi identificado um percentual de incidência de descolamentos do revestimento de 3,08%.

Nos planos de fachada com repintura, a incidência de descolamentos foi apurada em 1,65%, o que indicou uma redução na incidência de 46,27% nesses planos repintados em relação aos originais.

Foi também constatado um índice médio de ocorrência da manifestação de 1,02 descolamento a cada 3 sobrados com fachadas originais.

A maior incidência da manifestação patológica deu-se nos planos frontais inferiores, com incidência de descolamentos em 17,92% dos planos de fachada originais, estando atrelada à camada espessa de revestimento no contorno de esquadrias, mais especificamente da porta de acesso aos sobrados.

6.5 CONSIDERAÇÕES QUANTO À ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

A classificação das manifestações patológicas de acordo com a origem evidenciou, de uma forma geral, a desatenção e/ou despreparo dos profissionais envolvidos na concepção do empreendimento quanto a detalhes construtivos e especificações técnicas (falhas de projeto), a negligência dos moradores quanto à realização de procedimentos de manutenção preventiva e/ou conservação (falhas de utilização), a falta de controle da qualidade de um insumo da argamassa (falhas de materiais), bem como a desatenção no processo de execução do revestimento em determinadas interfaces com outros elementos construtivos (falhas de execução).

6.6 CONCLUSÕES FINAIS

Em que pese o grande déficit habitacional em nosso país, é necessária a conscientização de que não basta empreender esforços e investimentos no sentido de simplesmente reverter esse saldo negativo. Os programas habitacionais de cunho popular devem atentar também para a qualidade do ambiente construído, sob pena de em pouco tempo o ente público ter de assumir o encargo social de reconstituir as condições de habitabilidade, durabilidade e segurança das edificações.

Nesse contexto, a realização de estudos que buscam diagnosticar, avaliar e caracterizar a ocorrência de danos em edificações, mostra-se importante para retro-alimentar o processo de produção e uso das construções. Permite vislumbrar ações eficientes a fim de atenuar a ocorrência de falhas e problemas, o que, paulatinamente, tende a melhorar a qualidade geral das edificações e otimizar a aplicação dos recursos.

Tratando especificamente do sistema de revestimento externo em argamassa, o presente trabalho objetivou levantar a incidência e a quantidade de manifestações patológicas em fachadas de um conjunto habitacional popular. Analisando as causas, mecanismos de formação e origem dos problemas, busca subsidiar com informações relevantes todos os agentes envolvidos nesse sistema construtivo, esperando assim colaborar para agregar conhecimento técnico às fases de planejamento, projeto, de especificações técnicas, execução, ou mesmo de utilização das construções. Para tal, o trabalho não pode se restringir ao meio acadêmico, sendo importante que o conhecimento seja difundido entre os profissionais, empresas e órgãos públicos envolvidos na indústria da construção civil.

6.7 SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS

Com a elaboração do presente trabalho foi possível perceber que a realização de estudos de caso contribui para a ampliação do conhecimento das manifestações patológicas e suas causas em edificações. Ademais, foi observado existir ainda hoje uma disparidade entre os conhecimentos do meio acadêmico e as práticas empregadas pelos profissionais na concepção de projetos e/ou na execução da construção, indicando a necessidade de incrementar a

transferência de conhecimentos para o canteiro de obras e retro-alimentar o processo de produção. Assim, objetivando a melhoria geral da qualidade das construções, as seguintes sugestões são apresentadas:

- a) desenvolvimento de outros estudos semelhantes, em mesma tipologia de conjunto habitacional popular, a fim de propiciar uma comparação de dados e resultados acerca das manifestações patológicas incidentes nos revestimentos externos;
- b) continuação do levantamento de manifestações patológicas incidentes em outros elementos construtivos dos sobrados do conjunto habitacional, a fim de complementar o presente estudo, permitindo discernir acerca do estado geral das construções;
- c) proposição de instrumentos capazes de incrementar a difusão de conhecimento junto a profissionais, empresas e órgãos envolvidos na indústria da construção civil;
- d) desenvolvimento de um procedimento sistemático para análise e diagnóstico de manifestações patológicas em revestimentos, que pode servir de base de conhecimento para a elaboração de um sistema especialista, constituindo importante ferramenta para disseminação do conhecimento entre os profissionais da construção civil;
- e) realização de outros estudos voltados para a prevenção e terapia das manifestações patológicas em revestimentos de argamassa.

REFERÊNCIAS

- ADDLESON, L. **Building failures: a guide to diagnosis, remedy and prevention**. London: The Architectural Press, 1982.
- ALUCCI, M.P.; FLAUZINO, W.D.; MILANO, S. Bolor em edifícios: causas e recomendações. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 565-570.
- ANDRADE, J.J.; DAL MOLIN, D.C.C. Considerações quanto aos trabalhos de levantamento de manifestações patológicas e formas de recuperação em estruturas de concreto armado. IN: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES, 4., 1997, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, v. 1, 1997. p. 321-327.
- ARANHA, P.M.S. **Contribuição ao estudo das manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado na região amazônica**. 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BARROS, M.M.B.; TANIGUTI, E.K.; RUIZ, L.B.; SABBATINI, F.H. **Tecnologia construtiva racionalizada para produção de revestimentos verticais**. Notas de aula: patologias em revestimentos verticais. São Paulo, 1997. Disponível em: <<http://tgp-mba.pcc.usp.br/TG-006/Aulas2003/Arquivos/aula3-2003-v2.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2004.
- BAUER, R.J.F. Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p. 321-333.
- BEICHEL, A. Restauração de alvenaria úmida com salinidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p. 357-362.
- BONIN, L.C.; CARASEK, H.; CINCOTTO, M.A; SOUZA, U.E.L. Massa crítica pela qualidade. **Téchne** – Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, ano 8, n. 41, p. 68-72, jul./ago. 1999.
- CAMPANTE, E.F.; SABBATINI, F.H. **Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada**. 2001. 14 p. Boletim Técnico – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CÁNOVAS, M.F. **Patologia e terapia do concreto armado**. São Paulo: Pini, 1988.
- CARMO, P.O. **Patologia das construções**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002.
- CINCOTTO, M.A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 549-554.
- CINCOTTO, M.A.; QUARCIONI, V.A.; MATAVELLI, M.A.; CHOTOLI, F.F. Reconstituição de traço de argamassas: aplicações e limitações da análise química. In:

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p. 412-421.

CROCE, S. New technologies and new pathologies: the european experience. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 7., 2003, Mérida. **Anais...** Mérida: ALCONPAT, v. 2, 2003. p. 104-114. CD-ROM.

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. 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

DORFMAN, G.; PETRUCCI, H.M.C. Recomendações para o projeto de fachadas com vistas a sua maior durabilidade e facilidade de manutenção. In: SIMPÓSIO SOBRE PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES, 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1989. p. 251-261.

DUARTE, R.B. **Fissuras em alvenaria**: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. Porto Alegre: CIENTEC, 1988.

DUARTE, R.B. **Patologia das edificações**: turma 2001. Porto Alegre: Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

ELDRIDGE, H.J. **Construcción, defectos comunes**. Barcelona: Gustavo Gili, 1982.

FIESS, J.R.F. Fissuras em argamassas de revestimento. **Téchne** – Revista de Tecnologia e Negócios da Construção, São Paulo, ano 10, n. 54, p. 15, set. 2001.

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

FRANCO, L.S. Projetista de revestimento: a função é ainda rara no Brasil, mas profissionais ganham espaço por racionalizarem a execução de fachada e reduzirem a ocorrência de futuras patologias. **Téchne** – A Revista do Engenheiro Civil, São Paulo, ano 12, n. 86, p. 14-15, maio 2004.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

HELENE, P.R.L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2.ed. São Paulo: Pini, 1992.

IOSHIMOTO, E. Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 545-548.

IPT responde. Dúvidas técnicas, edições 1 a 73. São Paulo: Pini, [2003?]. 1 CD-ROM.

JOHN, V. Reboco. **Téchne** – Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, ano 3, n. 16, p. 5, maio/jun. 1995.

JUST, A.; FRANCO, L.S. **Descolamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife**. 2001. 29 p. Boletim Técnico – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

KISS, P. Cuidado, fissuras! **Téchne** – A Revista do Engenheiro Civil, São Paulo, ano 11, n.76, p. 4, jul. 2003.

KLEIN, D.L.; CAMPAGNOLO, J.L.; FILHO, L.C.P.S **Curso de patologia das construções**. Porto Alegre: Ibape, 1999.

LEAL, U. Revestimento mínimo. **Téchne** – Revista de Tecnologia e Negócios da Construção, São Paulo, ano 11, n. 58, p. 14-16, jan. 2002.

_____. Tempo de avaliar. **Téchne** – A Revista do Engenheiro Civil, São Paulo, ano 11, n. 72, p. 24-26, mar. 2003a.

_____. Fachadas e paredes estão doentes: apesar da maior oferta de argamassas e do compromisso dos fabricantes com a qualidade dos produtos, mais trincas e fissuras são visíveis nas edificações... **Téchne** – A Revista do Engenheiro Civil, São Paulo, ano 11, n. 76, p. 48-52, jul. 2003b.

LICHTENSTEIN, N.B. **Procedimentos para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. 1985. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MAGALHÃES, E.F. **Fissuras em alvenarias**: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul. 2004. Trabalho de conclusão (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MASUERO, A.B. **Patologia das edificações**: turma 2001. Porto Alegre: Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

MATERIALES de construcción: introducción al estudio de los materiales. [SI], [2004?]. Disponível em: <http://www2.ubu.es/caict/consarq/asigatconsarq/materiales/seminarios/Capitulo_I_Introduccion/cuatroresp.doc>. Acesso em: 24 jul. 2004.

MIRANDA, F.B. Chapisco. **Téchne** – Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, ano 2, n. 9, p. 4-5, mar./abr. 1994.

MIRANDA, L.F.R. **Estudo de fatores que influem na fissuração de revestimentos de argamassa com entulho reciclado**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MITIDIERI FILHO, C.V. Trincas. **Téchne** – Revista de Tecnologia de Construção, São Paulo, ano 1, n. 5, p. 5, jul./ago. 1993.

_____. Cal na argamassa. **Téchne** – Revista de Tecnologia de Construção, São Paulo, ano 3, n. 18, p. 6, set./out. 1995a.

_____. Encunhamento da alvenaria. **Téchne** – Revista de Tecnologia de Construção, São Paulo, ano 4, n. 19, p. 4, nov./dez. 1995b.

PARAHYBA, A.J.; UZIEL, H. **Guia para elaboração dos manuais do usuário e do síndico**. Rio de Janeiro: SINDUSCON-RIO, 2001. 1 CD.

PETRUCCI, H.M.C. **A alteração da aparência das fachadas dos edifícios**: interação entre as condições ambientais e a forma construída. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PETRUCCI, H.M.C.; DAL MOLIN, D.C.C.; SILVA, M.F.S.; SILVA, R.R. Procedimento para levantamento de manifestações patológicas em revestimentos externos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p. 334-343.

PEREZ, A.R. Umidade nas edificações: recomendações para prevenção da penetração de água pelas fachadas. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 571-578.

RANSOM, W.H. **Building failures, diagnosis and avoidance**. 2. ed. London: E. & F. N. Spon, 1987.

SAYEGH, S. Cuidados contra o tempo: indispensável à valorização e funcionamento do imóvel, reparos devem seguir diretrizes de normas técnicas... **Téchne** – A Revista do Engenheiro Civil, São Paulo, ano 12, n. 85, p. 38-42, abr. 2004.

SCARTEZINI, L.M.B. **Influência do tipo e preparo do substrato na aderência dos revestimentos de argamassa**: estudo da evolução ao longo do tempo, influência da cura e avaliação da perda de água da argamassa fresca. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SHIRAKAWA, M.A. Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1., 1995, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CETA/ANTAC, 1995. p. 402-410.

SILVA, L.M.B. **Desenvolvimento de um sistema especialista para diagnóstico de fissuras em concreto armado**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO; SINDICADO DE EMPRESAS DE COMPRA, VENDA, LOCAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE IMÓVEIS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS DE SÃO PAULO. **Manual das áreas comuns**: programa de manutenção preventiva. São Paulo: SECOVI-SP; SINDUSCON-SP, 2003.

SOUZA, G.F. Eflorescências na argamassa de revestimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p. 345-356.

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

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios**: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini, 1989.

_____. Fissuras. **Téchne** – Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, ano 4, n. 20, p. 4-5, jan./fev. 1996a.

_____. Trincas em edifícios e casas. **Téchne** – Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, ano 4, n. 21, p. 5, mar./abr. 1996b.

_____. Alvenaria estrutural. **Téchne** – Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, ano 9, n. 46, p. 4, maio/jun. 2000.

_____. Fissuras de fachada. **Téchne** – Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, ano 10, n. 51, p. 6, mar./abr. 2001a.

_____. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Pini, 2001b.

THOMAZ, E.; CHIMELO, J.P. Cupins e argamassas. **Téchne** – Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, ano 2, n. 7, p. 5, nov/dez. 1993.

UEMOTO, K.L. Patologia: danos causados por eflorescência. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 561-564.

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

**APÊNDICE A – INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO SOLAR NA
INCIDÊNCIA DE FISSURAS DISSEMINADAS NOS PLANOS DE
FACHADA ORIGINAIS**

| Orientação Principal | Fachada | Pavimento - Plano | Nº de Incidências de Fissuras Disseminadas | Nº de Planos de Fachada Originais | Percentual de Incidência (%) |
|----------------------|---------|-------------------|--|-----------------------------------|------------------------------|
| Oeste | Frontal | Superior - A | 13 | 14 | 92,86 |
| | | Superior - C | 12 | 15 | 80,00 |
| | | Inferior | 9 | 10 | 90,00 |
| | Fundos | Superior - D | 11 | 11 | 100,00 |
| | | Superior - F | 9 | 12 | 75,00 |
| | | Inferior | 7 | 7 | 100,00 |
| Leste | Frontal | Superior - A | 9 | 9 | 100,00 |
| | | Superior - C | 9 | 9 | 100,00 |
| | | Inferior | 9 | 9 | 100,00 |
| | Fundos | Superior - D | 9 | 12 | 75,00 |
| | | Superior - F | 11 | 17 | 64,71 |
| | | Inferior | 8 | 8 | 100,00 |
| Norte | Frontal | Superior - A | 18 | 32 | 56,25 |
| | | Superior - C | 18 | 32 | 56,25 |
| | | Inferior | 18 | 32 | 56,25 |
| | Fundos | Superior - D | 13 | 15 | 86,67 |
| | | Superior - F | 7 | 16 | 43,75 |
| | | Inferior | 13 | 13 | 100,00 |
| Sul | Frontal | Superior - A | 12 | 12 | 100,00 |
| | | Superior - C | 10 | 12 | 83,33 |
| | | Inferior | 12 | 12 | 100,00 |
| | Fundos | Superior - D | 27 | 34 | 79,41 |
| | | Superior - F | 14 | 37 | 37,84 |
| | | Inferior | 19 | 29 | 65,52 |
| Nordeste | Frontal | Superior - A | 77 | 101 | 76,24 |
| | | Superior - C | 41 | 101 | 40,59 |
| | | Inferior | 100 | 101 | 99,01 |
| | Fundos | Superior - D | 46 | 54 | 85,19 |
| | | Superior - F | 30 | 56 | 53,57 |
| | | Inferior | 52 | 54 | 96,30 |
| Sudoeste | Frontal | Superior - A | 43 | 51 | 84,31 |
| | | Superior - C | 42 | 51 | 82,35 |
| | | Inferior | 44 | 48 | 91,67 |
| | Fundos | Superior - D | 58 | 103 | 56,31 |
| | | Superior - F | 36 | 110 | 32,73 |
| | | Inferior | 48 | 81 | 59,26 |

**APÊNDICE B – INTENSIDADE DE FISSURAS DISSEMINADAS NOS
BLOCOS DE SOBRADOS EM PLANOS DE FACHADAS ORIGINAIS**

| Bloco | Quantidade de Fissuras Disseminadas | Nº de Planos de Fachada Originais | Índice Médio (fissuras/plano) |
|-------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| A | 127 | 53 | 2,40 |
| B | 38 | 7 | 5,43 |
| C | 0 | 0 | - |
| D | 135 | 33 | 4,09 |
| E | 76 | 23 | 3,30 |
| F | 221 | 135 | 1,64 |
| G | 34 | 32 | 1,06 |
| L | 181 | 51 | 3,55 |
| M | 149 | 38 | 3,92 |
| N | 342 | 93 | 3,68 |
| O | 322 | 108 | 2,98 |
| P | 359 | 129 | 2,78 |
| Q | 409 | 152 | 2,69 |
| R | 136 | 123 | 1,11 |
| S | 298 | 176 | 1,69 |
| T | 250 | 172 | 1,45 |
| U | 193 | 193 | 1,00 |
| V | 228 | 191 | 1,19 |
| X | 32 | 79 | 0,41 |

**APÊNDICE C – INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO SOLAR NA
INCIDÊNCIA DE FISSURAS MAPEADAS NOS PLANOS DE FACHADA
ORIGINAIS**

| Orientação Principal | Fachada | Pavimento - Plano | Nº de Incidências de Fissuras Mapeadas | Nº de Planos de Fachada Originais | Percentual de Incidência (%) |
|----------------------|---------|-------------------|--|-----------------------------------|------------------------------|
| Oeste | Frontal | Superior - A | 1 | 14 | 7,14 |
| | | Superior - C | 1 | 15 | 6,67 |
| | | Inferior | 1 | 10 | 10,00 |
| | Fundos | Superior - D | 1 | 11 | 9,09 |
| | | Superior - F | 0 | 12 | 0,00 |
| | | Inferior | 1 | 7 | 14,29 |
| Leste | Frontal | Superior - A | 1 | 9 | 11,11 |
| | | Superior - C | 0 | 9 | 0,00 |
| | | Inferior | 4 | 9 | 44,44 |
| | Fundos | Superior - D | 0 | 12 | 0,00 |
| | | Superior - F | 0 | 17 | 0,00 |
| | | Inferior | 6 | 8 | 75,00 |
| Norte | Frontal | Superior - A | 1 | 32 | 3,13 |
| | | Superior - C | 0 | 32 | 0,00 |
| | | Inferior | 9 | 32 | 28,13 |
| | Fundos | Superior - D | 0 | 15 | 0,00 |
| | | Superior - F | 0 | 16 | 0,00 |
| | | Inferior | 9 | 13 | 69,23 |
| Sul | Frontal | Superior - A | 4 | 12 | 33,33 |
| | | Superior - C | 1 | 12 | 8,33 |
| | | Inferior | 6 | 12 | 50,00 |
| | Fundos | Superior - D | 1 | 34 | 2,94 |
| | | Superior - F | 0 | 37 | 0,00 |
| | | Inferior | 6 | 29 | 20,69 |
| Nordeste | Frontal | Superior - A | 9 | 101 | 8,91 |
| | | Superior - C | 1 | 101 | 0,99 |
| | | Inferior | 17 | 101 | 16,83 |
| | Fundos | Superior - D | 2 | 54 | 3,70 |
| | | Superior - F | 0 | 56 | 0,00 |
| | | Inferior | 34 | 54 | 62,96 |
| Sudoeste | Frontal | Superior - A | 5 | 51 | 9,80 |
| | | Superior - C | 0 | 51 | 0,00 |
| | | Inferior | 3 | 48 | 6,25 |
| | Fundos | Superior - D | 1 | 103 | 0,97 |
| | | Superior - F | 1 | 110 | 0,91 |
| | | Inferior | 4 | 81 | 4,94 |

**APÊNDICE D – INCIDÊNCIA DE VESÍCULAS NO REVESTIMENTO
POR PLANO DE FACHADA ORIGINAL**

| Fachada | Pavimento - Plano | Nº de Incidências de Vesículas | Nº de Planos de Fachada Originais | Percentual de Incidência (%) |
|----------------|--------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|
| Frontal | Superior - A | 62 | 219 | 28,31 |
| | Superior - B | 63 | 220 | 28,64 |
| | Superior - C | 36 | 220 | 16,36 |
| | Inferior | 75 | 212 | 35,38 |
| Fundos | Superior - D | 65 | 229 | 28,38 |
| | Superior - E | 31 | 248 | 12,50 |
| | Superior - F | 37 | 248 | 14,92 |
| | Inferior | 39 | 192 | 20,31 |