

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DA DURABILIDADE DOS COMPONENTES DAS
FACHADAS DE EDIFÍCIOS, SOB A ÓTICA DO PROJETO
ARQUITETÔNICO**

OSMAR JOÃO CONSOLI

**Florianópolis
2006**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE DA DURABILIDADE DOS COMPONENTES DAS
FACHADAS DE EDIFÍCIOS, SOB A ÓTICA DO PROJETO
ARQUITETÔNICO**

Osmar João Consoli

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre Profissional em Desempenho de Sistemas Construtivos.

Orientador: Professor Dr. Wellington Longuini Repette

Florianópolis
2006

OSMAR JOÃO CONSOLI

**ANÁLISE DA DURABILIDADE DOS COMPONENTES DAS FACHADAS DE
EDIFÍCIOS, SOB A ÓTICA DO PROJETO ARQUITETÔNICO.**

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Engenharia Civil e aprovada sua forma pelo programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Dr. Glicério Trichês
Orientador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Wellington Longuini Repette
Orientador – UFSC

Prof. Dr. Antônio Edésio Jungles
Examinador interno - UFSC

Prof. Dr. Luis Alberto Gómez
Examinador interno - UFSC

Prof. Dr. Romel Dias Vanderlei
Examinador externo - UEM

Florianópolis, 30 de outubro de 2006.

Aos que possuem sede de conhecimento.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

À Terezinha, minha mãe, pelo amor, dedicação, ensinamentos e acima de tudo, exemplo de vida.

A Aurélio, meu pai, "*in memoriam*" pela graça da vida.

Aos meus irmãos, Laércio e Oscar, pela ajuda e motivação.

À Ane, pela compreensão e carinho.

À professora Márcia, pela consultoria gramatical, esforço e desprendimento para melhorar a compreensão do trabalho.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela oportunidade.

À Universidade Federal de Santa Catarina e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia pela possibilidade de realização da pós-graduação.

Ao orientador Prof. Dr. Wellington L. Repette, pela atenção e colaboração.

Aos demais professores pelos inúmeros conhecimentos repassados.

Aos colegas de turma pela amizade e companheirismo e pelas ricas discussões realizadas em sala de aula.

SUMÁRIO

| | |
|--|-------|
| RESUMO..... | ix |
| ABSTRACT | x |
| LISTA DE FIGURAS..... | xi |
| LISTA DE FOTOGRAFIAS | xiii |
| LISTA DE QUADROS..... | xiv |
| LISTA DE TABELAS..... | xv |
| LISTA DE GRÁFICOS | xvi |
| LISTA DE ABREVIATURAS | xvii |
| LISTA DOS EDIFÍCIOS | xviii |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 20 |
| 1.1 Considerações Gerais..... | 20 |
| 1.2 Problema de Pesquisa | 22 |
| 1.3 Objetivos..... | 24 |
| 1.3.1 Objetivo Geral | 24 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 24 |
| 1.4 Justificativa | 24 |
| 1.5 Organização do Trabalho..... | 26 |
| 2 CONCEITOS RELEVANTES QUE FUNDAMENTAM A PESQUISA..... | 29 |
| 2.1 Fachadas | 29 |
| 2.2 Durabilidade..... | 29 |
| 2.2.1 Vida Útil..... | 32 |
| 2.2.2 Patologias | 38 |
| 2.2.2.1 Agentes de Degradação | 42 |
| 2.2.2.2 Manutenção..... | 45 |
| 2.3 Desempenho de Edifícios..... | 47 |
| 2.3.1 Avaliação do desempenho de elementos e componentes dos edifícios. | 49 |
| 2.4 Sistemas Construtivos..... | 51 |
| 2.4.1 Classificação dos Sistemas Construtivos | 52 |
| 2.4.2 Racionalização construtiva através do Projeto | 54 |
| 2.4.3 Avaliação de Sistemas Construtivos..... | 56 |
| 2.4.4 Normalização dos Sistemas Construtivos..... | 57 |
| 2.4.5 Subsistemas Construtivos | 57 |
| 2.5 Abordagem do Projeto | 58 |
| 2.5.1 Especificação geral da manutenção na construção de edifícios..... | 58 |
| 2.5.2 Planejamento e Projeto..... | 60 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 2.5.3 | Desempenho na aplicação de projetos | 60 |
| 2.5.4 | Projeto para Produção | 62 |
| 2.5.5 | Processo de Projeto..... | 62 |
| 2.5.6 | Racionalização através do Projeto | 63 |
| 2.5.7 | Compatibilidade de projetos..... | 64 |
| 3 | FACHADAS | 65 |
| 3.1 | Planejamento e Projeto de Fachadas..... | 65 |
| 3.1.1 | Importância do Projeto de Fachada..... | 67 |
| 3.1.2 | Subsistema de alvenarias de vedação das fachadas. | 71 |
| 3.1.2.1 | Dimensionamento das alvenarias de vedação..... | 73 |
| 3.1.2.2 | Detalhes Construtivos das Alvenarias | 74 |
| 3.1.3 | Detalhamento construtivo dos revestimentos de fachadas. | 81 |
| 3.1.3.1 | Detalhamento de revestimento em argamassa..... | 83 |
| 3.1.3.2 | Detalhamento de revestimento em cerâmica..... | 88 |
| 3.1.3.3 | Rufos..... | 89 |
| 3.1.3.4 | Peitoril ou pingadeira | 90 |
| 3.1.3.5 | Juntas de Trabalho | 92 |
| 3.1.3.6 | Juntas de Dilatação | 93 |
| 3.1.3.7 | Impermeabilização | 93 |
| 3.2 | Patologias em Fachadas..... | 95 |
| 3.2.1 | Agentes de Degradação..... | 96 |
| 3.2.2 | Tipos de Patologias em Fachadas..... | 97 |
| 3.2.2.1 | Patologias na Pintura..... | 98 |
| 3.2.2.2 | Patologias na Argamassa..... | 102 |
| 3.2.2.3 | Patologias em Cerâmicas..... | 108 |
| 3.2.2.4 | Patologias em Alvenaria | 111 |
| 3.3 | Manutenção | 115 |
| 3.3.1 | Limpeza de Revestimentos de Fachadas | 116 |
| 3.4 | Custos das decisões arquitetônicas de fachadas | 117 |
| 4 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA | 120 |
| 4.1 | Pesquisa Bibliográfica | 120 |
| 4.2 | Estudo de Caso..... | 120 |
| 4.2.1 | Avaliação Técnica Construtiva | 122 |
| 4.2.2 | Vistoria Realizada no Local | 125 |
| 4.2.3 | Entrevistas: Síndico e Projetista | 126 |
| 4.2.4 | Tratamento dos Dados e Informações..... | 127 |
| 4.2.4.1 | Caracterização das áreas afetadas pelas patologias encontradas | 128 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 5 | RESULTADOS E ANÁLISES | 130 |
| 5.1 | Caracterização da tipologia construtivas dos edifícios..... | 132 |
| 5.1.1 | Procedimentos de Manutenção e Conservação das Fachadas. | 134 |
| 5.1.1.1 | Manutenções ocorridas nas fachadas dos edifícios..... | 135 |
| 5.1.2 | Procedimentos de projetos arquitetônicos para a edificação dos edifícios..... | 141 |
| 5.1.2.1 | Elementos gráficos de projetos..... | 142 |
| 5.1.2.2 | Opinião dos Projetistas..... | 143 |
| 5.1.2.3 | As built | 144 |
| 5.2 | Resultados e Análise das Patologias | 144 |
| 5.2.1 | Patologia em Pinturas | 148 |
| 5.2.1.1 | Freqüência da ocorrência das patologias em pintura..... | 149 |
| 5.2.1.2 | Intensidade e gravidade das patologias em pintura. | 151 |
| 5.2.1.3 | Análises dos resultados das patologias com possibilidades de serem sanadas em nível de projeto arquitetônico. | 158 |
| 5.2.2 | Patologias em Argamassa..... | 162 |
| 5.2.2.1 | Freqüência da ocorrência das patologias nas argamassas de revestimento. . | 164 |
| 5.2.2.2 | Intensidade e gravidade das patologias em argamassas..... | 165 |
| 5.2.2.3 | Análises dos resultados de patologias com possibilidades de serem sanadas em nível de projeto arquitetônico. | 171 |
| 5.2.3 | Patologias em Cerâmica | 176 |
| 5.2.3.1 | Freqüência da ocorrência das patologias nas cerâmicas de revestimento dos pisos das sacadas e terraços..... | 178 |
| 5.2.3.2 | Análises dos resultados das patologias com possibilidades de serem sanadas em nível de projeto arquitetônico. | 179 |
| 6 | RECOMENDAÇÕES PARA A DURABILIDADE DAS FACHADAS A PARTIR DO PROJETO..... | 180 |
| 6.1 | PLANEJAMENTO PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO..... | 181 |
| | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 192 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 195 |
| | APÊNDICES..... | 205 |

CONSOLI, O. J. *Análise da Durabilidade dos Componentes de Fachadas de Edifícios, sob a Ótica do Projeto Arquitetônico*. Florianópolis, 2006. 208 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Desempenho de Sistemas Construtivos), Orientador: Prof. Dr. Wellington Longuini Repette – Universidade Federal de Santa Catarina.

RESUMO

O envelhecimento dos edifícios e suas fachadas é um processo natural e acredita-se que as falhas ou omissões a partir dos projetos arquitetônicos sejam responsáveis por ocorrências mais acentuadas de patologias em fachadas, o que requer procedimentos de recuperação e manutenção mais onerosos para restabelecer o desempenho perdido, uma vez que as patologias podem comprometer a segurança e a habitabilidade. O objetivo deste estudo é numa seleção de edifícios de até cinco pavimentos construídos com o sistema construtivo tradicional na cidade de Pato Branco, Paraná diagnosticar a grande quantidade de patologias encontradas nas fachadas que tiveram origens na etapa de projetos. A metodologia utilizada se estrutura nos princípios da avaliação pós-ocupação com investigação sistêmica de dados, de modo a fornecer subsídios para diagnosticar as causas das patologias, neste sentido foram analisados em cada edifício: seus projetos arquitetônicos na busca de imperfeições nas soluções gráficas ou de especificações técnicas, as manutenções ocorridas, investigação detalhada das patologias de cada fachada e ampla pesquisa bibliográfica com ênfase nos agentes de degradação, nas soluções de projetos e nos requisitos de desempenho os quais forneceram os subsídios para compreensão dos fenômenos patológicos que fundamentaram os diagnósticos e subsidiaram as recomendações de projeto arquitetônico para aumentar a durabilidade destas fachadas. Os dados das fachadas foram mapeados por roteiro preestabelecido com especial atenção àquelas ocorridas nas interfaces dos elementos construtivos, catalogados por tipo de ocorrência, por frequências de ocorrência, pela gravidade da patologia, assim, a análise destas variáveis caracterizou que grandes partes das patologias surgiram em decorrência de erros ou omissões na fase dos projetos arquitetônicos. Os resultados demonstram que há patologias de diversas origens, aquelas de natureza de projetos são oriundas de omissões de detalhes construtivos, de especificações, de métodos executivos incorretos, de erros de projetos e de falta de especificação rotineira de manutenção. Para muitos casos patológicos as recomendações descritas neste trabalho para projetos podem ser suficientes para sanar tais problemas, uma vez deve haver um conjunto mínimo de elementos gráficos que compreendam a pormenorização em detalhes arquitetônicos que compatibilize os aspectos construtivos e as propriedades dos materiais, os agentes de degradação atuantes e os procedimentos rotineiros de manutenção que, por conseqüência, permitem o prolongamento da vida útil destas fachadas. Finalmente, o estudo mostrou que projetos, ou memoriais descritivos com especificações corretas, induzem a correta execução da obra, que minimizam as intervenções de manutenção e de recuperação, obtendo maior durabilidade das fachadas e maximizando a satisfação do usuário.

Palavras-chave: Projeto de fachadas, fachadas, patologias, manutenção, durabilidade.

CONSOLI, O. J. Análise da Durabilidade dos Componentes de Fachadas de Edifícios, sob a Ótica do Projeto Arquitetônico. Florianópolis, 2006. 208 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Desempenho de Sistemas Construtivos), Orientador: Prof. Dr. Wellington Longuini Repette – Universidade Federal de Santa Catarina.

ABSTRACT

The aging of the buildings and their façades are a natural process and it is believed that the imperfections or omissions from the architectural projects are responsible for more accented occurrences of pathologies in façades, what requires more onerous recovery and maintenance procedures to reestablish the lost performance, since the pathologies can compromise the security, the habitability. The objective of this study, in an election of buildings of up to five floors constructed with the traditional constructive system in the city of Pato Branco – Paraná, is to diagnosis the great amount of pathologies found in the façades that they had origin in the phase of projects. The used methodology is structured in the principles of the evaluation after-occupation with systemic inquiry of data in order to supply subsidies to diagnosis the causes of the pathologies. On this perspective, in each building, their architectural projects had been analyzed searching for imperfections in the graphical solutions or technical specifications, the occurred maintenances, detailed inquiry of the pathologies of each façade and ample bibliographical research with emphasis on the degradation agents, in the solutions of projects, on the requirements of performance which had supplied the subsidies for understanding of the pathological phenomena that had based the diagnostic and had subsidized the architectural project recommendations to increase the durability of these façades. The data of the façades had been mapped by a preset schedule with special attention to those occurred in the interfaces of the constructive elements, catalogued by type of occurrence, by frequencies of occurrence, by the gravity of the pathology. Thus, the analysis of these variables characterized that great part of the pathologies had appeared in result of errors or omissions in the phase of the architectural projects. The results demonstrated that there are pathologies of several origins. Those of project nature are deriving from omissions of constructive details, specifications, incorrect executive methods, errors of projects and lack of routine specification of maintenance. For many pathological cases the described recommendations in this work for projects can be enough to solve such problems, since there must be a minimum set of graphical elements that cover the specificities in architectural details that make compatible the constructive aspects and the properties of the materials, the operating degradation agents and the routine procedures of maintenance that, for consequence, allow the prolongation of the useful life of these façades. Finally, the study showed that projects, or petitions with correct specifications, induce to the correct execution of the construction which minimize the interventions of maintenance and recovery, getting bigger durability of the façades and maximizing the user's satisfaction.

KEY WORDS: Project of façades, façades, pathologies, maintenance, durability.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| FIGURA 1 - Metodologia de previsão de vida útil de componentes de edifícios. | 33 |
| FIGURA 2 - Determinação ao longo do tempo de um elemento, instalação ou sistema construtivo. | 36 |
| FIGURA 3 - Fluxograma para diagnóstico de patologias. | 41 |
| FIGURA 4 - Esquema explicativo do processo construtivo. | 52 |
| FIGURA 5 - Metodologia para projetos de revestimento de argamassa para fachadas. | 70 |
| FIGURA 6 - Procedimento da ancoragem da alvenaria no pilar. | 75 |
| FIGURA 7 - Tela de ancoragem das alvenarias ao pilar. | 76 |
| FIGURA 8 - Fatores de majoração das tensões ao longo da janela presente na parede. | 77 |
| FIGURA 9 - Posição da verga, contra verga e linha de fissura da alvenaria abaixo da janela. | 78 |
| FIGURA 10 - Posição do encunhamento. | 79 |
| FIGURA 11a - posicionamento dos prumos em fachada – arames de fachada. | 84 |
| FIGURA 11b - fixação dos fios de prumo. | 84 |
| FIGURA 12 - Taliscamento da fachada. | 85 |
| FIGURA 13 - Posição dos fios de prumo na fachada. | 86 |
| FIGURA 14 - Reforço de revestimento com tela metálica. | 87 |
| FIGURA 15 - Fatores e agentes que influenciam na qualidade dos Revestimentos em Cerâmica. | 88 |
| FIGURA 16 - Cimalhas. | 90 |
| FIGURA 17 - Pingadeira com proteção do fluxo de água da chuva por pingadeira nos dois lados da platibanda. | 91 |
| FIGURA 18 - Detalhes e saliências nas superfícies das fachadas. | 91 |
| FIGURA 19 - Detalhe construtivo da junta de trabalho. | 93 |
| FIGURA 20 - Impermeabilização. | 94 |
| FIGURA 21 - Parede solicitada por cisalhamento. | 111 |
| FIGURA 22 - Flecha maior que a flecha do componente superior. | 111 |
| FIGURA 23 - Flecha do suporte menor que a flecha do componente superior. | 111 |
| FIGURA 24 - Presença de vãos na alvenaria. | 112 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 25 - Flecha excessiva da estrutura. | 112 |
| FIGURA 26 - Deformação da estrutura. | 113 |
| FIGURA 27 - Fissura no encontro dos componentes de vedação. | 113 |
| FIGURA 28 - Fissura no topo do edifício..... | 114 |
| FIGURA 29 - Abatimento plástico da alvenaria. | 114 |
| FIGURA 30 - Passos estabelecida pela pesquisa..... | 121 |
| FIGURA 31 - Componentes das fachadas a serem avaliados | 123 |
| FIGURA 32 - Organograma de Análises e recomendações..... | 132 |
| FIGURA 33 - Detalhe da pingadeira de fachada com pedra de granito branco. | 189 |

LISTA DE FOTOGRAFIAS

| | |
|---|-----|
| FOTOGRAFIA 1 - Recuperação da patologia causada pela dilatação térmica da laje de cobertura..... | 136 |
| FOTOGRAFIA 2 - Recuperação parcial da patologia causada pela dilatação térmica da laje de cobertura. | 137 |
| FOTOGRAFIA 3 - Recuperação das fissuras na fachada sul do Edifício 4..... | 138 |
| FOTOGRAFIA 4 - Sintomas patológicos da fachada sul – Edifício 6 | 139 |
| FOTOGRAFIA 5 - Fissuras e trincas na fachada sul do Edifício 7 | 140 |
| FOTOGRAFIA 6 - Fissuras e trincas na fachada sul do Edifício 7 | 140 |
| FOTOGRAFIA 7 - Fotografia da fachada norte do edifício II demonstrando o ponto G (pingadeira)..... | 154 |
| FOTOGRAFIA 8 - Foto da fachada oeste do edifício II demonstrando o ponto E – encontro da parede com o solo..... | 156 |
| FOTOGRAFIA 9 - Foto da fachada sul do edifício II demonstrando o ponto G (pingadeira) e F (verga)..... | 157 |
| FOTOGRAFIA 10 - Fotografia do edifício 6, fachada sul. | 160 |
| FOTOGRAFIA 11 - Fotografia do edifício 6, fachada sul..... | 161 |
| FOTOGRAFIA 12 - Fotografia do edifício 8, fachada leste..... | 162 |
| FOTOGRAFIA 13 - Ponto B1 do edifício 2. | 168 |
| FOTOGRAFIA 14 - Trinca em 45 ° na alvenaria pela ausência de contraverga no edifício 2, fachada sul..... | 169 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| QUADRO 1 - roteiro para levantamento de dados nos edifícios | 124 |
| QUADRO 2 - Caracterização do sistema e subsistemas construtivos das fachadas..... | 133 |
| QUADRO 3 - Quadro geral das manutenções realizadas nos oito edifícios. | 141 |
| QUADRO 4 - Conceitos e concepção para a durabilidade das fachadas. | 142 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| TABELA 1 - Escala de degradação para avaliação da vida útil. | 35 |
| TABELA 2 - Agentes de degradação. | 43 |
| TABELA 3 - Dimensionamento de vergas e contravergas. | 77 |
| TABELA 4 - Pano contínuo de alvenaria de blocos cerâmicos. | 80 |
| TABELA 5 - Espessuras mínimas nos pontos críticos do revestimento de argamassa de fachada..... | 85 |
| TABELA 6 - Ocorrências das patologias por intensidade e por edifício. | 146 |
| TABELA 7 - Ocorrências das patologias por área (m2) e por edifício. | 146 |
| TABELA 8 - Percepção visual das manifestações patológicas. | 163 |
| TABELA 9 - Ocorrências das patologias mais relevantes nos revestimentos de argamassa..... | 167 |
| TABELA 10 – Incidência patológica por pontos e por tipo de patologia. | 173 |
| TABELA 11 - Incidência patológica por fachada | 173 |
| TABELA 12 - Patologias distribuídas no ponto G e suas respectivas gravidades... | 175 |
| TABELA 13 - Quantidade e áreas de ambientes externos revestidos com cerâmicas..... | 177 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| GRÁFICO 1 - Quantidade de metros lineares de parede necessários para envolver uma superfície de 100m ² em função da forma da planta | 118 |
| GRÁFICO 2 - Número de edifícios em Pato Branco – Pr, por pavimento. | 122 |
| GRÁFICO 3 - Incidência pelos tipos de patologias encontradas..... | 147 |
| GRÁFICO 4 - Cenário geral das patologias encontradas (por tipo de patologia) | 148 |
| GRÁFICO 5 - Caracterização geral das patologias em pintura nos edifícios | 150 |
| GRÁFICO 6 - Ocorrência das patologias em cada fachada | 151 |
| GRÁFICO 7 - Patologias pelo local das trinta e duas fachadas dos oito edifícios. (a)..... | 152 |
| GRÁFICO 8 - Patologias pelo local das trinta e duas fachadas dos oito edifícios. (b) | 154 |
| GRÁFICO 9 - Manifestações patológicas em pintura quanto ao tipo e área envolvente. | 155 |
| GRÁFICO 10 - Manifestações patológicas por falta pingadeiras e cimalha. | 159 |
| GRÁFICO 11 - Caracterização geral das patologias em argamassa nos edifícios. | 164 |
| GRÁFICO 12 - Ocorrência das patologias em cada uma das fachadas. | 165 |
| GRÁFICO 13 - Patologias localizadas nas trinta e duas fachadas dos oito edifícios. | 166 |
| GRÁFICO 14 - Manifestações patológicas na argamassa quanto ao tipo e área envolvente. | 170 |
| GRÁFICO 15 - Manifestações patológicas nos pontos B, B1 e C em todos os edifícios. | 172 |
| GRÁFICO 16 - Patologias nas cerâmicas dos pisos das sacadas e terraços. | 178 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | | |
|-----------|---|--|
| ABNT | - | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ANTAC | - | Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído |
| APO | - | Avaliação Pós-Ocupação |
| ASTM | - | American Society For Testing And Materials |
| BNH | - | Banco Nacional da Habitação |
| BS | - | British Standards |
| CAD | - | Designer Acessionation Computer |
| CB | - | Comitê Brasileiro |
| CEF | - | Caixa Econômica Federal |
| CIB | - | International Council For Research And Innovation In Building And Construction |
| CTE | - | Centro de Tecnologias de Edificações |
| FUPAM | - | Fundação para Pesquisa Ambiental |
| INMETRO | - | Instituto Nacional de Normalização e Qualidade Industrial |
| IPT | - | Instituto de Pesquisas Tecnológicas |
| ISO | - | International Organization For Standardization |
| ITA | - | Instituto Tecnológico da Aeronáutica |
| NB | - | Norma Brasileira |
| NBR | - | Norma Brasileira Registrada |
| NUTAU | - | Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo |
| SINDUSCON | - | Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo |
| UFRGS | - | Universidade Federal do Rio Grande do Sul |
| UFSC | - | Universidade Federal de Santa Catarina |
| USP | - | Universidade de São Paulo |

LISTA DOS EDIFÍCIOS

Os edifícios aqui listados são tipologias arquitetônicas modernas com pequenas variações de formas e dimensões entre eles, mas possuem as mesmas características no que se refere a: telhados embutidos em platibanda, caixa de água saliente em volume superior do edifício, esquadrias de alumínio natural e revestimento em textura acrílica.

EDIFÍCIO 1 - Edifício Araucária

Edifício com oito anos de construção, cinco pavimentos, estrutura em concreto armado e alvenaria de vedação. Possui 6 sacadas na face norte e 6 na face sul, dois terraços entre o primeiro e o segundo pavimento e terraço desativado na cobertura.

EDIFÍCIO 2 - Edifício Padoan Filho – Bloco A

EDIFÍCIO 3 - Edifício Padoan Filho – Bloco B

Edifícios com oito anos, o bloco A caracteriza-se por ter salas comerciais e pilotis no térreo com 2 terraços de cobertura das salas comerciais, enquanto que o bloco B possui somente pilotis de estacionamento de veículos, ambos possuem térreo e mais três pavimentos de apartamentos e a cobertura, onde parte é coberta com telha de fibrocimento embutido em platibanda e parte é terraço descoberto com acesso coletivo para churrasqueira e *playground*.

EDIFÍCIO 4 - Edifício Ângela – Bloco A

EDIFÍCIO 5 - Edifício Ângela – Bloco B

Edifícios com 6 anos, constituídos por pilotis, no térreo, destinados a estacionamento, 4 pavimentos com apartamentos, sem sacadas e com cobertura de fibrocimento, não apresentando terraço de cobertura.

EDIFÍCIO 6 - Edifício Balvedi

Edifício com 7 anos, caracteriza-se por ser de um único proprietário que, por objetivo de investimento e noções do mercado imobiliário, configurou o edifício em:

pavimento térreo, composto por salas comerciais no seu corpo e garagens que se situam fora em simples telheiros; três pavimentos com quatro unidades por andar; uma grelha estrutural na fachada frontal como ornamento estético que é composta por sacadas.

EDIFÍCIO 7 - Edifício Colorado

Tem 8 anos e foi construído em sistema de condomínio, pelo menor custo, e está distribuído em lojas no pavimento térreo, além de três pavimentos com um apartamento por andar.

EDIFÍCIO 8 - Edifício Cattani

Tem 6 anos e foi construído em sistema de contratação por preço total, material e mão de obra, e está distribuído em lojas e estacionamento no pavimento térreo, além de três outros pavimentos com um apartamento por andar.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Gerais

O desenvolvimento de atividades na área da Arquitetura envolve muitos conhecimentos, sendo eles voltados para os materiais, as técnicas construtivas, a história, as teorias, os sistemas estruturais, merecendo destaque a construção propriamente dita dos edifícios.

Os edifícios protegem o homem contra a chuva, o sol, o vento, a umidade, a poluição atmosférica, as plantas, os microorganismos, a variação de temperatura, a radiação solar e as vibrações. Para tanto, esses edifícios necessitam de cobertura e paredes. Se as paredes fecham inteiramente o espaço interno, precisam de portas para a entrada e saída e janelas para o acesso à luz. Neste sentido a “cobertura e paredes, portas e janelas são os elementos essenciais de um edifício” (IVANÓSKI, 2004). No entanto, para uma longa vida útil do edifício, o planejamento da fachada, no projeto arquitetônico, tanto das paredes, quanto das aberturas, é fundamental para bons resultados, tanto de conforto ambiental, quanto de manutenção da edificação e da salubridade do espaço interno.

Quanto à estética da fachada, esta está presente na concepção arquitetônica do edifício. Assim deve-se considerar a imagem, promovendo diferentes efeitos visuais capazes de valorizar e personalizar o edifício, bem como, inseri-lo de forma adequada no espaço urbano da cidade e no dia-a-dia das pessoas. Desta forma, a impressão causada pelos edifícios resulta do que é visto no seu exterior, logo, devem-se, além de selecionar adequadamente os materiais, mantê-los nas melhores condições de conservação (RESENDE, UEMOTO e MEDEIROS, 2004).

Todavia, com as diversas ações causadas pelo tempo e o próprio desgaste, começam a surgir algumas patologias. Conhecer essas patologias em edificações, suas origens e causas possibilita ações preventivas e corretivas eficazes durante o projeto e execução de uma obra. O conhecimento das incidências contribui para a melhoria contínua dos processos construtivos,

na medida em que as informações sobre as mesmas são tratadas e divulgadas.

A carência de apontamentos e de divulgação sobre problemas patológicos em edificações dificulta o desenvolvimento das técnicas de projetar e de construir, fato este que limita a formação dos novos profissionais, uma vez que não lhes são dadas às informações sobre como evitar erros que já foram cometidos no passado (THOMAZ, 1985).

Mais especificamente, no que se refere às fachadas, sabe-se que a maioria dos revestimentos não proporciona um desempenho que garanta uma vida útil longa para as mesmas. Neste sentido, o estudo das patologias fornece informações capazes de promover reflexões sobre alguns problemas da engenharia com relação à resistência e estética das obras. Para os técnicos de engenharia é fundamental ter o conhecimento sobre os aspectos relacionados a uma edificação, pois apesar das patologias se manifestarem durante toda a vida útil, estas têm sua origem, na maioria das vezes, na concepção do projeto e continuam até o processo de execução da obra.

Para Oliveira (2004), as edificações são formadas por materiais que quando em contato com o meio, sofrem ações, deteriorando-se. Agentes atmosféricos interferem e prejudicam a vida útil e conseqüentemente levam a uma redução do desempenho inicial, até atingir uma deficiência ou manifestação patológica.

É importante lembrar que a ocorrência de manifestações patológicas pode ocorrer nas fases de planejamento, projeto, fabricação de materiais e/ou componentes, execução ou uso. Tal ocorrência está relacionada com o nível de controle de qualidade realizado em cada uma destas fases e também pode ser um problema intrínseco do material, ou ainda ação do meio ou alteração do meio.

Isto posto, pensando num fazer científico de relevância social e acadêmica, o ponto de partida para o desenvolvimento desta dissertação se deu a partir de observações realizadas nos edifícios habitacionais da cidade de Pato Branco – Paraná, pois se detectou visualmente a presença de diversas manifestações patológicas em suas fachadas.

Considerando esta problemática a qual, para ser solucionada, demanda elevados investimentos de recursos financeiros, comprometendo

também a estética do edifício e conseqüentemente da cidade, optou-se por realizar um estudo de caso com oito edifícios, com a finalidade de identificar as manifestações patológicas mais freqüentes e a incidência das mesmas nas fachadas.

Ressalta-se que, com o intuito de tornar este estudo mais aprofundado foram escolhidas fachadas revestidas com pinturas e cerâmicas procurando assim auxiliar nos procedimentos corretivos e preventivos destes sistemas.

Assim, o estudo dos problemas existentes nas edificações, com identificação da sua fase de origem, contribui para que, em obras futuras, sejam tomadas medidas preventivas, com o objetivo de evitar o surgimento de problemas patológicos, uma vez que se sabe que manifestações patológicas em intensidade e incidência significativa acarretam gastos que podem ser evitados.

A durabilidade e o desempenho das fachadas dependem das decisões tomadas nas diversas etapas do processo de produção dos edifícios. O bom andamento desse processo deve levar a uma série de atividades programadas que prolongam sua vida útil a um custo compensador.

1.2 Problema de Pesquisa

Durante a concepção e execução de um edifício, é responsabilidade do projetista analisar as diversas fases do processo, ou seja, a fundação, a superestrutura, as vedações, os revestimentos, as instalações, entre outras. Devem ser previstos todos os cenários envolvidos na sua produção e, principalmente, o desempenho futuro dos seus elementos e componentes, objetivando um comportamento adequado à finalidade a que se destina.

Por várias razões, a construção de edifícios é uma atividade com grande incidência de erros, desde a fase de formação até à manutenção e conservação. Um projeto mal elaborado ou executado pode originar insuficiências de diversas ordens, restringindo a capacidade de desempenho dos edifícios, reduzindo a sua durabilidade e originando incômodos e despesas para os proprietários.

Determinados erros ocorrem de forma repetitiva, sendo ocasionados tanto por projetistas quanto por construtores, manifestando-se em perdas para

a economia, dada a importância que a indústria da construção civil tem na maioria dos países (CIB/W086).

Recomenda-se então, para os erros cometidos com frequência na concepção de edifícios, que sejam analisados minuciosamente e deles sejam extraídas as devidas conclusões, para que se evitem novas ocorrências.

Neste contexto, cabe discutir que a durabilidade de edifícios pode ser expressa em tempo de vida (anos) ou em função da capacidade de resistência a agentes que normalmente afetam o desempenho durante o tempo de uso. Esses agentes, denominados pela ASTM E632-82 (1992) como fatores de degradação, são quaisquer fatores externos que afetam de maneira desfavorável o desempenho de um edifício, de seus subsistemas ou componentes, tais como, fatores atmosféricos, biológicos, de carga, de incompatibilidade e de uso.

Segundo Resende, Barros e Medeiros (2002), outros fatores também contribuem para o decréscimo da durabilidade dos componentes e das partes do edifício, destacando a própria ausência de projetos, concepção inadequada, insuficiência de detalhes, especificação incorreta de materiais e técnicas construtivas.

A durabilidade dos revestimentos de fachada e de qualquer outra parte do edifício está vinculada com as atividades de manutenção, que segundo os mesmos autores pode ser definida como sendo um conjunto de serviços realizados na edificação e suas partes durante a sua vida útil, com o objetivo de manter seus desempenhos iniciais.

Ressalta-se a necessidade de uma maior discussão sobre a durabilidade e manutenção de fachadas, considerando o explicitado anteriormente, tenta-se, através desse estudo, fazer apontamentos sobre quais diretrizes podem ser desenvolvidas para a construção de projetos de fachadas com vistas à durabilidade, qualidade e estética.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O principal objetivo desta dissertação é elaborar diretrizes através de recomendações para projetos de fachadas com vistas à durabilidade dos edifícios residenciais construídos com sistema dito tradicional¹.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar e confrontar as patologias encontradas com as especificações dos projetos arquitetônicos, possibilitando avaliar se as origens das patologias tiveram início nesta fase;
- b) Extrair subsídios das fachadas de edifícios referentes ao comportamento dos elementos de vedação externa e suas interfaces;
- c) Diagnosticar as causas e as origens das patologias que podem ser sanadas a partir dos projetos arquitetônicos.

1.4 Justificativa

Num primeiro momento, a motivação para a pesquisa se deu pela fascinação que as fachadas das edificações exercem sobre seus usuários, e sobre a sociedade, que tem por hábito avaliar o progresso de uma cidade pela verticalização de suas edificações e, também, pelo baixo nível de

¹ Concreto armado e alvenaria de vedação.

especificações que contém os projetos de fachadas observados corriqueiramente analisados.

Em seguida, observou-se que para a engenharia, as edificações são apenas estruturas e construções, enquanto que para a arquitetura devem atender também a sustentabilidade emocional e juízo de valores das culturas regionais. Assim, a vida útil, a durabilidade e a permanência da estética das fachadas, estão ligadas à permanência da qualidade de seus componentes que, por um determinado período de tempo devem atender as solicitações em níveis estabelecidos como adequados. Tais solicitações não se restringem apenas às questões da habitabilidade, pois edificações com patologias precoces e em especial nas fachadas, tendem a diminuir a auto-estima dos seus moradores, além de depreciar substancialmente o valor do bem, ou forçar a antecipação do processo de manutenção, para o qual, por vezes, são dispensados valores vultosos.

Leituras técnicas apontam que os custos dos planos verticais - parte vertical da estrutura resistente, alvenarias de vedação e isolamento, acabamentos verticais e esquadrias externas - chegam a muitos casos a serem de três a cinco vezes maiores do que dos planos internos (MASCARÓ, 1985). Porém, para que se faça uma avaliação correta, é importante a análise econômica e a verificação das conseqüências do projeto, considerando-se todas as variáveis que incluem o somatório dos custos de construção, manutenção e uso para a vida útil do edifício.

O estabelecimento de critérios de seleção tecnológica, na metodologia de desempenho, tem sido objeto de experimentos e aplicações em vários países, num enfoque essencialmente voltado para requisitos técnicos, passíveis de serem aferidos, por exemplo: a segurança estrutural, a estanqueidade e o conforto higro-térmico e acústico. No entanto, a interação destes com os aspectos relacionados à concepção de projetos são pouco explorados. (SILVA, 1997). Há também algumas construtoras que chegam a gastar valores acima de 3,5% do valor do bem, incluindo as fachadas, em reparos, após a entrega do imóvel, mas, na verdade, almejam um percentual máximo de 0,5% do valor da obra (SINDUSCON, 2002).

Segundo THOMAZ (1985), alguns estudos belgas sobre patologias construtivas concluíram que a maioria delas origina-se de falhas de projeto

(46%), seguindo-se as falhas de execução (22%) e a qualidade inadequada dos materiais de construção empregados (15%). Ainda para o mesmo autor, as trincas podem começar a surgir, de forma congênita, logo no projeto arquitetônico.

Portanto, os profissionais ligados ao assunto devem se conscientizar de que muito pode ser feito para minimizar o problema, pelo simples fato de reconhecerem que as movimentações dos materiais e componentes das edificações civis são inevitáveis e a incompatibilidade entre projetos de arquitetura, estrutura e fundações, normalmente conduzem a tensões que sobrepõem a resistência dos materiais em seções particularmente desfavoráveis, originando problemas de fissuras.

Considerando que há estudos nacionais e internacionais sobre fachadas, e autores mostrando que as manifestações de patologias são crescentes e que os custos de recuperação são elevados, chegando a representar até três vezes os custos de construção devido a falhas nos projetos, é que se optou por este estudo.

Assim sendo, observa-se uma oportunidade de contribuir para a mudança desse quadro, através da proposição de recomendações de projeto que valorizem ações voltadas para um melhor desempenho e maior vida útil das fachadas de edifícios.

1.5 Organização do Trabalho

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, na qual se observou o conceito de fachadas e também foram feitos estudos relacionados às patologias, chegando a conclusão de que é vasto o campo que trata dos mesmos. Desta forma, com o intuito de formar uma base teórica para subsidiar a proposição de recomendações para os futuros projetos com relação às patologias em fachadas, realizou-se uma discussão sobre os principais conceitos relacionados ao assunto proposto.

O corpus teórico é basicamente voltado para a Arquitetura, predominando mais alguns campos de estudo do que outros é o caso da legislação vigente, dos critérios de normalização e das recomendações técnicas sobre construtibilidade, sempre voltadas ao estudo das patologias.

Trata-se de uma pesquisa com estudo de caso amparado por pesquisa bibliográfica e a opção por tal metodologia justifica-se por autores como TRIVIÑUS (1995) que consideram que “toda pesquisa pode ser ao mesmo tempo quantitativa e qualitativa”.

A pesquisa para o estudo de caso deu-se através da análise de 08 edifícios habitacionais da cidade de Pato Branco – PR, os quais apresentam patologias em suas fachadas. Este trabalho compreendeu as seguintes etapas:

- * Estabelecimento do corpus para o estudo de caso, num universo de 277 edifícios.

- * Escolha de oito edifícios para a amostra do estudo de caso.

- * Vistoria no local de cada um dos oito edifícios.

- * Diagnóstico das principais patologias encontradas nas fachadas da amostra.

- * Avaliação técnica.

- * Entrevistas com o síndico e projetista de cada um dos edifícios.

- * Análise dos dados obtidos.

Em seguida, a partir das conclusões do estudo de caso e dos dados coletados na pesquisa bibliográfica, foram propostas algumas recomendações para futuros projetos.

O trabalho foi então estruturado e organizado em seis capítulos.

Capítulo 1 – *Introdução* - Apresenta a importância do tema, a justificativa para o desenvolvimento do trabalho, os objetivos, a metodologia utilizada para alcançar tais objetivos, bem como a estrutura geral do trabalho.

Capítulo 2 – *Conceitos Relevantes que Fundamentam a Pesquisa* - Discute-se conceitos que fundamentam a pesquisa sobre fachadas e suas patologias. Para tanto, são apresentados e analisados as principais considerações encontradas na literatura disponível sobre o tema, destacando-se conceitos sobre durabilidade e vida útil, desempenho, projeto e sistemas construtivos, além de serem apresentados outros comentários relevantes para o entendimento do trabalho.

Capítulo 3 – *Fachadas* – São apresentados os principais problemas encontrados nas fachadas, listando as principais patologias existentes, verificando sua relação com aspectos específicos de durabilidade e desempenho.

Capítulo 4 – *Procedimentos Metodológicos da Pesquisa* - Consiste no detalhamento e exposição da metodologia de pesquisa empregada na realização do estudo de caso. São apresentadas as principais etapas do desenvolvimento do estudo de caso, o tratamento dos dados obtidos e a forma como foram catalogados e analisados.

Capítulo 5 – *Resultados e Análise* - São apresentados e discutidos os resultados obtidos nos estudos de caso. A análise foi desenvolvida utilizando dados extraídos a partir do foco intensidade de ocorrência de patologias nas fachadas. A partir das conclusões e da revisão de literatura apresentada, são propostas recomendações para aumentar a durabilidade das fachadas.

Por fim, são apresentadas as principais conclusões obtidas durante a realização da pesquisa, além de algumas sugestões para os profissionais que buscam maior desempenho em seus produtos finais.

2 CONCEITOS RELEVANTES QUE FUNDAMENTAM A PESQUISA

Neste capítulo apresenta-se a fundamentação teórica, através de uma revisão bibliográfica abordando os principais tópicos relacionados ao tema proposto e que foram considerados relevantes para o embasamento do estudo de caso.

2.1 Fachadas

A fachada definida por Ferreira (1986) é *qualquer uma das faces de um edifício, de modo geral a da frente*. Desde as primeiras civilizações da mesopotâmia, no tempo dos Zigurates², até os dias de hoje, elas estão presentes nos edifícios com tijolos de barro cozido, assim, são a própria história dos edifícios modelando os contornos e aspectos estéticos juntamente com diversos outros materiais, que à medida que evoluíram as técnicas e tecnologias foram incorporados como elementos construtivos.

Fachada, segundo Albernaz & Lima (2000) “é cada uma das faces externas do edifício. O caráter da edificação é em grande parte devido às suas fachadas”. Por extensão, no desenho arquitetônico, esta é a vista que mostra o aspecto externo do prédio. Em geral, especifica os materiais de revestimento usados, o funcionamento de esquadrias, as cores e a textura dos seus elementos.

2.2 Durabilidade

Para Flauzino e Uemoto (1981), a durabilidade de um produto pode ser definida como a capacidade deste de manter suas propriedades ao longo do tempo sob condições normais de uso. A durabilidade está associada à vida útil

² Os zigurates ou templos em forma de torre são as obras mais representativas da construção na Mesopotâmia são da época dos primeiros povos sumérios e sua forma foi mantida sem alterações pelos assírios. Os zigurates (pirâmides com degraus e rampas laterais coroada por um templo) tratava-se de edificações superpostas que formavam um tipo de torre de faces escalonadas, dividida em várias câmaras.

do produto, ou seja, o período de tempo durante o qual suas propriedades permanecem acima de limites mínimos admissíveis, quando submetidos a serviços normais de uso e manutenção. A vida útil de um edifício é condicionada pela vida útil de seus constituintes onde tais componentes devem ser especificados considerando as facilidades de manutenção, os custos, o grau de importância que cada componente exerce dentro do sistema, os inúmeros fatores de degradação e a complexidade dos mecanismos de interferência.

A durabilidade é verificada pelo tempo de vida útil em que um conjunto de componentes cumpre suas funções para a obtenção de uma construção sustentável, e para tal está subentendida a ocorrência periódica de manutenção. Para John et al (2002) *a durabilidade depende muito mais de conhecimento do que dos próprios recursos, não é uma qualidade intrínseca dos materiais. Muitas vezes a produção do componente e os detalhes de projeto podem proporcionar maior proteção contra os fatores de degradação, aumentando a vida útil.*

Ainda segundo John (1988), a durabilidade em edifícios pode ser medida através de três formas:

- Em função do tempo *versus* desempenho, até chegar ao estado limite;
- Em função da vida útil, considerado o período de tempo que o componente se mantém acima dos níveis mínimos, quando recebe manutenção rotineira;
- Em função dos ensaios comparativos na amostra.

Também segundo o CIB; W70; RILEM 71 PSL, respaldando o que diz Flauzino, citado anteriormente, durabilidade é a capacidade de um produto de desempenhar a sua função durante um período de tempo.

Vale lembrar que a importância do estudo da durabilidade na construção civil é descrita por John (1988) como fonte para encontrar novas soluções de materiais, componentes e sistemas construtivos, selecionar componentes concorrentes e avaliar os custos de manutenção em cada período da vida de um edifício.

A durabilidade das edificações frente aos seus custos correspondentes é também argumentada por Prudêncio (1995), a partir da Lei dos 5: *“um dólar*

bem aplicado na fase de concepção do projeto é equivalente a cinco na fase de manutenção preventiva, vinte e cinco na fase de manutenção corretiva e a cento e vinte e cinco na fase de reabilitação da reconstrução". Prudêncio ressalta ainda, que os fatores que interferem na durabilidade são: o projeto, a deficiência nos detalhes executivos, a compatibilização dos projetos, e os recursos humanos na obra.

Ainda para John et al. (2002), a obsolescência é considerada como um problema de durabilidade e não é decorrente de um processo de degradação, mas de mudanças nas exigências do usuário, portanto, não se pode estimar a vida útil face às mudanças culturais que não são previsíveis. As decisões de projeto podem controlar a velocidade de obsolescência do edifício e facilitar o processo de demolição e reutilização dos componentes.

Para Helene (2001), o estudo da durabilidade das estruturas tem evoluído graças ao maior conhecimento dos mecanismos de transporte de líquidos e de gases agressivos nos meios porosos como o concreto, que possibilitam associar o tempo aos modelos matemáticos que expressam quantitativamente esses mecanismos. Conseqüentemente passou a ser viável a avaliação da vida útil expressa em números de anos e não mais em critérios apenas qualitativos de adequação da estrutura a um grau de exposição.

Para a NBR 6118/2003, a durabilidade das estruturas de concreto armado consiste na capacidade da estrutura de resistir às influências ambientais previstas. As estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que, sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizadas conforme preconizado em projeto, conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço, durante o período correspondente à sua vida útil.

Estudos sobre a durabilidade tiveram seu início há muitos anos em países desenvolvidos, motivados pelo desempenho econômico das edificações e planejamento das manutenções, atualmente, soma-se a este contexto como grande aliada, a redução de impactos ambientais que as edificações duráveis oferecem.

Conforme se verificou anteriormente, o conceito de durabilidade está estreitamente ligado ao conceito de vida útil. Porém, optou-se por apresentá-los separadamente.

2.2.1 Vida Útil

Segundo o CIB W70; RILEM 71 PSL, a vida útil de um edifício compreende o período de tempo após a instalação de um componente, em todas as suas propriedades essenciais que atende ou excede os requisitos mínimos de desempenho estabelecidos.

A norma ISO 15686-2/2001 citada por John et al (2002), define planejamento de vida útil como um processo de projeto que procura garantir na medida do possível, que a vida útil de um edifício seja igual ou superior à vida de projeto, levando em conta (e preferencialmente otimizando) os custos globais (do ciclo de vida) do edifício.

Segundo John et al (2002), para garantir a vida útil esperada o projetista deve dispor, na fase de projeto, de decisões e de especificações que envolvem a quantidade ideal de componentes. Sendo assim a etapa de projeto compreende:

- a) definição de vida útil de projeto de edifício;
- b) previsão de vida útil estimada dos componentes do edifício;
- d) emprego de vida útil estimada como critério para seleção, ainda durante a fase de projeto de alternativas que minimizem o custo global.

O custo global é descrito por John et al (2002) e Stone (1980), como sendo o custo de: planejamento, projeto, aquisição, operação, manutenção e demolição. Na seqüência, John et al (2002), descreve na figura 01 a metodologia de previsão de vida útil dos componentes de edifícios.

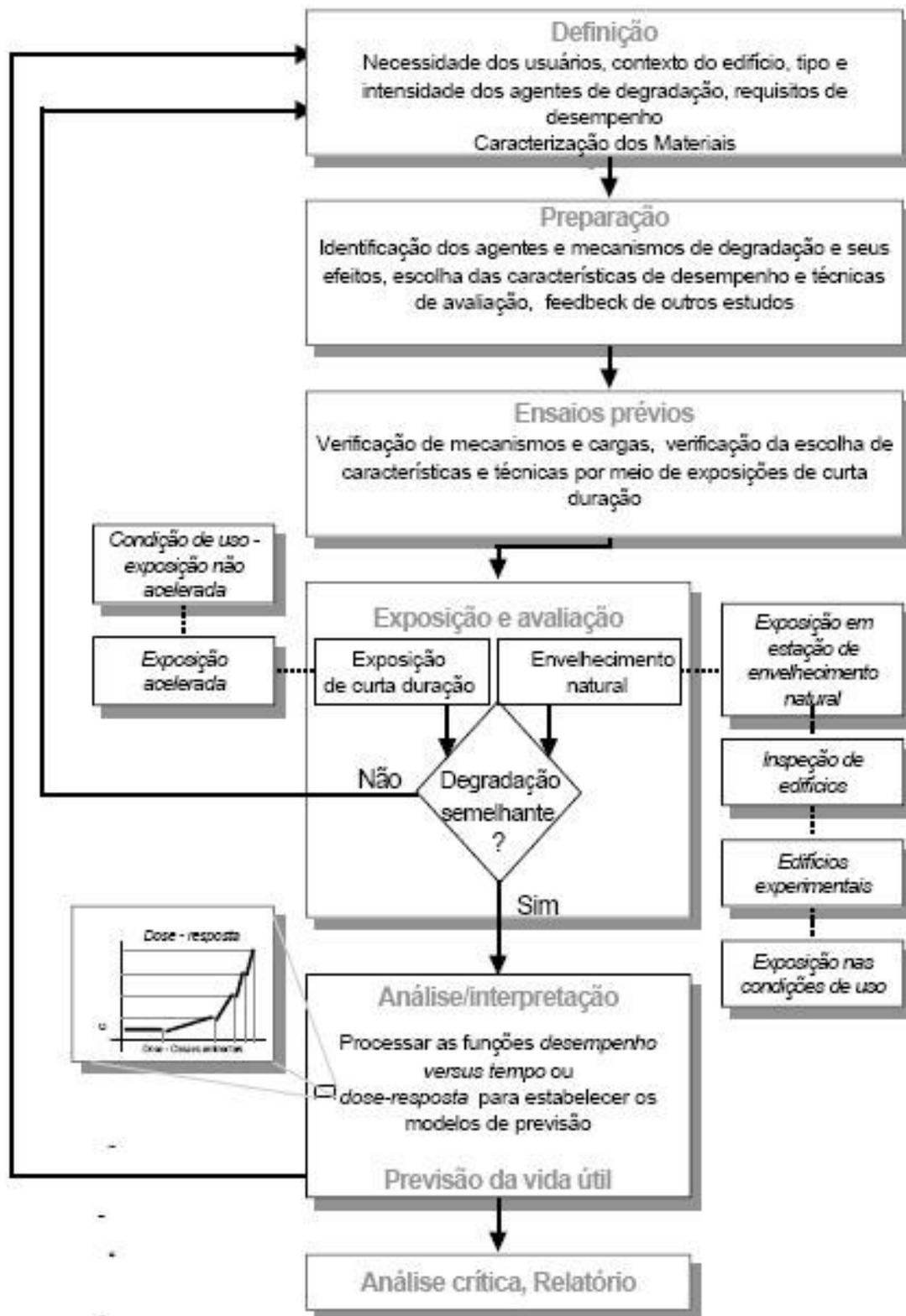


FIGURA 1 - Metodologia de previsão de vida útil de componentes de edifícios. (John, 2002).

Já para Antonioli (2003), o emprego do custo de vida útil representa importante subsídio para a tomada de decisões inerentes ao processo de planejamento financeiro da operação e manutenção do edifício, podendo utilizar critérios de tomada de decisão baseados no valor presente, custos ao longo do tempo de uso do edifício ou custos agregados.

Em se tratando de estruturas, para Helene (2001), a vida útil depende tanto do desempenho dos elementos e componentes estruturais propriamente ditos, quanto dos demais componentes e partes da edificação. Os demais elementos e componentes incorporados à estrutura, tais como drenos, juntas, aparelhos de apoio, instalações, pingadeiras, rufos, chapins, impermeabilizações, revestimentos e outros, possuem geralmente vida útil mais curta que a do concreto, o que exige previsões adequadas para suas substituições e manutenções, uma vez que ali estão para proteger a estrutura de concreto.

É importante ressaltar que, nesse sentido, os responsáveis pelo projeto arquitetônico e estrutural devem definir a vida útil do projeto da estrutura e os detalhes construtivos de modo a assegurar a vida útil de projeto indicada ao proprietário, além de definir medidas mínimas de inspeção, monitoramento e manutenção preventiva que deverão ser executadas pelo proprietário.

Para projetos de estruturas de concreto armado, a NBR 6118 (2003), estabelece uma vida útil de no mínimo 50 anos para todas as partes da estrutura das edificações e entende que durante este período de tempo deve-se manter as características das estruturas de concreto sem exigir medidas extras de manutenção e reparo, e é após esse período que começa a efetiva deterioração da estrutura, com o aparecimento de sinais visíveis de corrosão da armadura, deterioração do concreto e fissuras.

Desta forma, a vida útil estrutural está ligada à durabilidade de materiais e componentes, enquanto que a vida útil econômica está ligada a atividades necessárias para a manutenção dos padrões de desempenho. Mas, devido à complexidade de avaliar durabilidade, vida útil, degradação de componentes nas suas mais diversas combinações de reciprocidade e interdependência e exigências dos usuários, Silva, (1997) argumenta que em

estudos japoneses a avaliação é feita em inspeções periódicas a cada cinco anos. Situação em que um usuário ou técnico expressa o estado em que se encontra o componente ou a edificação, segundo a atribuição de índices de degradação expressos na Tabela 1. Estes índices, ou “indicadores de degradação”, podem ser avaliados pelo método da estimativa de vida útil pelo limite de desempenho, onde o índice 5 é considerado o limite do desempenho.

TABELA 1 – Escala de degradação para avaliação da vida útil.
(Silva, 1997).

| Índice de Degradação | | Descrição |
|----------------------|--------|---|
| A | 10 – 9 | Material ou componente sem degradação, ou degradação mínima. |
| B | 9 – 7 | Partes degradadas podem ser observadas, sem prejuízo no desempenho. Reparos maiores podem ser necessários. |
| C | 7 – 5 | Algumas partes estão degradadas e reparos parciais são necessários. |
| D | 5 – 3 | Muitas partes estão degradadas e a perda de desempenho é significativa. A vida útil pode ser estendida se foram executados reparos generalizados. |
| E | 3 – 1 | O componente deve ser substituído. |

O limite da vida útil também pode ser estimado pelo método de distribuição acumulada, onde a degradação é medida e avaliada em cada inspeção realizada de modo programado e ocorrendo ações de manutenção que são registradas como linhas verticais da Figura 2.

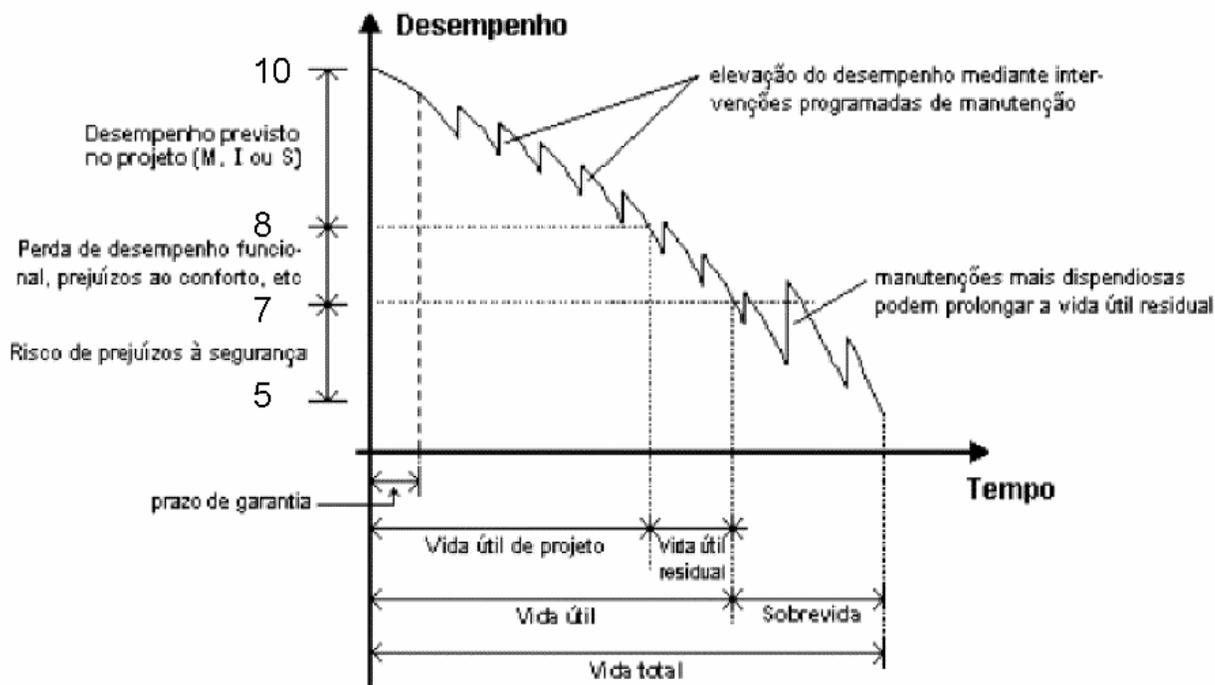


FIGURA 2 – Determinação ao longo do tempo de um elemento, instalação ou sistema construtivo.

(ABNT – 2002)

A determinação da vida útil é feita a partir da representação da curva “índice médio de degradação”, ou perda de “desempenho” x idade – “tempo” a qual é chamada de “linha de degradação”.

Para o estabelecimento desses indicadores é necessário um conhecimento dos efeitos das condições de exposição e da função desempenho do produto. As mudanças observáveis para cada caso específico a ser avaliado quanto à degradação devem ser estabelecidas com antecedência à determinação dos indicadores.

A ASTM relaciona a inspeção visual como sendo um elemento para definir estes indicadores à medida que são identificadas as mudanças de comportamento dos materiais.

Vale lembrar que a inspeção visual identifica: crescimento de microorganismos, manchas de umidade, vesículas, pulverulência, fissuras, descolamentos, escamação, empolamento, eflorescência, rupturas. Por outro lado é possível ter inspeção mensurável relativa a: cor, espessura, reflectância, transparência, textura, lavabilidade, resistência à abrasão, molhabilidade,

absorção de água, resistência a descascamento, resistência a impactos, aderência e dimensões.

Entre as inúmeras alternativas existentes no mercado para materiais, componentes, elementos, subsistemas e sistemas que constituem uma possibilidade de solução para projetos a seleção ocorre, sobretudo através de critérios econômicos, os quais, por falta de instrumentos adequados não incorporam a análise de custos ao longo da vida útil (ABIKO e COVELO, 1996). A ISO 15686-2:2001, apresenta métodos que estimam a previsão de vida útil dos edifícios e seus componentes submetidos a diversas condições de exposição:

- Acelerado no tempo
- Interpolação x extrapolação de dados obtidos em componentes semelhantes
- Interpolação x extrapolação de dados obtidos em serviços semelhantes
- Extrapolação na dimensão tempo – em exposição de curta duração nas condições de uso.

Vale lembrar que a classificação de decisão de investimento em empreendimentos de edificações descrita na American Society for Testing Materials - ASTM (1992) baseia-se em: aceitação ou rejeição, projeto, tamanho ou dimensões e prioridade o que muitas vezes não leva em consideração a vida útil.

No que diz respeito à vida útil, através do projeto, Abiko e Covelo (1996), propõem uma metodologia de modelo único para a seleção tecnológica onde a mesma consiste no processo de escolha de uma alternativa de concepção do projeto de sistemas e subsistemas que dão forma a concepção de projeto e escolhas de produtos. Isto leva os agentes tomadores de decisões a terem uma visão compartilhada sobre as alternativas tecnológicas de especificação que consiste na descrição das características de um produto que deve considerar:

- Estratégia competitiva;
- Qualidade do projeto;
- Gestão da qualidade para a competitividade na cadeia produtiva e avaliação econômica dos clientes através do fluxo de informações;

- Banco de dados e informações provenientes dos processos internos dos vários intervenientes;
- Necessidades dos clientes externos;
- Terminologia e estrutura comum dos conceitos.

A metodologia descrita por Abiko e Covelo (1996), fundamenta-se na gestão da qualidade e no fluxo de informações e ações para a seleção tecnológica por meio de dados tabulados de forma qualitativa e quantitativa a partir de: segmento de mercado, estratégias competitivas, necessidades dos clientes internos e externos, características do produto e características das alternativas.

2.2.2 Patologias

As patologias e agentes de degradação discutidas neste capítulo são as que envolvem genericamente todo o edifício, ficando para o próximo capítulo as citações específicas sobre as anomalias de fachadas.

Os agentes agressivos interagem e atuam sobre cada edifício produzindo uma série de fenômenos físicos, químicos e biológicos, Lichenstein (1986), afirma que de um modo geral, as patologias não têm sua origem concentrada em fatores isolados, pois os edifícios sofrem influência de um conjunto de variáveis que podem ser classificadas de acordo com o processo patológico, como os sintomas e causas que geraram os problemas. Estas patologias são originadas em grande parte por deficiências em projetos e na seleção de materiais que prematuramente geram procedimentos de manutenção, de ação corretiva e de reabilitação de componentes para restabelecer o nível de desempenho esperado pelos usuários.

A patologia em edifícios é descrita pelo Conseil International du batimênt (CIB/W086) – *Building Pathology* – como sendo um ramo da ciência e deve ser tratada de forma sistêmica, verificando os defeitos de edifícios, suas causas e respectivos remédios.

No cenário internacional o CIB/W86, tem estudado e sistematizado conceitos e métodos sobre os problemas patológicos nos edifícios há mais de vinte anos, assim como as Instituições de Ensino Superior na área da Engenharia Civil e Arquitetura também vêm se preocupando com o assunto.

Piedade (2003), lembra que o diagnóstico e causas das patologias são conhecidos há mais de cinquenta anos, no entanto, existem dificuldades de aprendizagem com os erros do passado devido principalmente a fatores como: mercados pouco exigentes, indefinição ou ausência de atribuição de responsabilidades e baixa formação técnico-cultural dos intervenientes.

No cenário nacional há também diversas Instituições de Ensino Superior de Engenharia Civil, como USP, UFRGS, ITA, UFSC entre outras que vêm pesquisando os agentes de degradação e suas formas de ação, as causas, conseqüências e meios de prevenção das patologias em edifícios. Isso se dá principalmente, em edificações estruturadas em concreto armado e com vedações em alvenaria, por serem edificações construídas em maior número no Brasil, e também por serem incorporadas gradativamente novas tecnologias nos novos edifícios. Segundo Mitidieri (1998), estas avaliações quando são abrangentes em nível de desempenho do produto, no caso o edifício, se dão por diferentes metodologias investigativas, o que por vezes traz resultados duvidosos, se comparados entre si e entre pesquisas internacionais. Mas, promovem avanços, como no caso da análise de estruturas onde é possível a aplicação de métodos de avaliação de vida útil para estruturas recém construídas, em anos, facilitando a compreensão ao público leigo.

A partir da definição dos níveis de desempenho desejados, segundo Picchi e Agopyan (1993) e Dórea e Silva (1999), as etapas da produção do edifício se estruturam em: I) **planejamento**, (II) **projeto** - especificações e as descrições das ações; (III) **materiais** - a qualidade e a conformidade com as especificações, (IV) **execução** - a qualidade e a conformidade com as especificações, e (V) **utilização** - prevista para o ambiente construído aliado ao programa de manutenção. Assim, tem-se a possibilidade de em cada fase haver maior controle de qualidade e conseqüentemente menor índice de problemas patológicos nos edifícios.

Para Lichtenstein (1986), as patologias podem ser compreendidas cientificamente de forma sistêmica à medida que é empregada uma metodologia clara de investigação, aqui estruturada na figura 3 e baseada em:

- a) Levantamento do maior número possível de subsídios para o entendimento do problema, através da queixa do usuário ou inspeção periódica; vistoria do local utilizando instrumentos e

organizando os resultados; histórico do edifício e da adoção de resultados complementares por meio de análises e ensaios em laboratório; ensaios “in loco”; análises e ensaios em laboratórios para a formalização do diagnóstico.

- b) Diagnóstico da situação.
- c) Definição de conduta para intervenção num processo de manutenção corretiva.

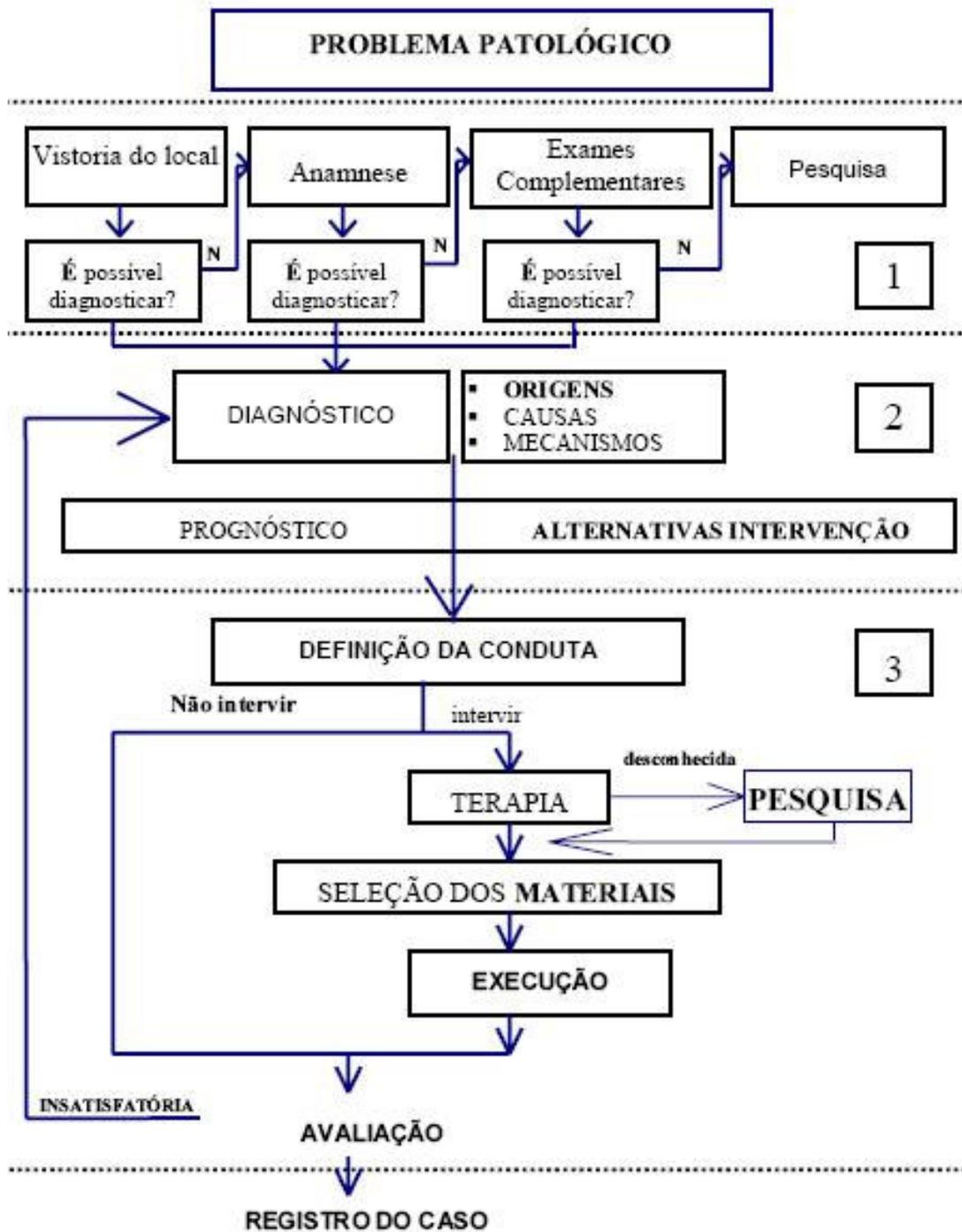


FIGURA 3 – Fluxograma para diagnóstico de patologias.
(Lichtenstein, 1986)

O levantamento de subsídios se dá por inspeções rotineiras ou eventuais, por técnicos e ou usuários, podendo demonstrar a queda de desempenho que se qualifica com patologias ou ainda em estágios pré-

patogênicos que facilmente podem ser reversíveis. O esqueleto básico para a vistoria do problema patológico Lichenstein (1986), descreve como sendo de:

- Determinação da existência e da gravidade do problema por meio de comparação qualitativa e da sintomatologia do problema.
- Definição da extensão e do alcance do exame, como grau de referência o espraiamento do problema e dos sintomas no edifício.
- Caracterização dos materiais e da patologia.
 - Utilização dos sentidos humanos
 - Utilização de instrumentos
- Registro dos resultados por meios manuais através de croquis, plantas e elevações, bem como por recursos modernos disponíveis como: máquinas fotográficas digitais de alta resolução, projeto digitalizado, filmadoras, etc.

2.2.2.1 Agentes de Degradação

Todo material sofre degradação, seja por ação ambiental ou pelo próprio uso e, tende a perder sua capacidade de desempenho.

Segundo o CIB; W70; RILEM 71 PSL, os mecanismos e agentes de envelhecimento agem sobre a construção e suas partes e reduzem seu desempenho, enquanto os mecanismos de degradação são as mudanças físicas, mecânicas e químicas que reduzem o desempenho de um produto.

Para Cremonini (1988), a velocidade de degradação de desempenho deve ser controlada por operações de manutenção de modo repetitivo e cíclico durante toda a vida útil da edificação, assim justifica-se a existência de um programa de manutenção otimizando os recursos físicos financeiros.

Assim como a ASTM 632 apresenta os fatores de degradação, Flauzino (1984) e John et al. (2002), citam os agentes de degradação demonstrados na Tabela 2, como agressores dos materiais e componentes, com intensidades diferentes, se considerada a natureza dos componentes orgânicos ou inorgânicos, metálicos ou não metálicos. Os autores salientam que os agentes, quando em ações simultâneas sobre um componente, são somáveis para quantificação da agressividade, portanto, isto deve ser considerado nas análises de avaliação de durabilidade.

TABELA 2 – Agentes de degradação.

(Flauzino, 1984; John, et al., 2002)

| Natureza | Classe |
|---------------------------|--|
| Agentes mecânicos | Gravidade Esforços e deformações impostas ou restringidas Energia cinética Vibrações e ruídos Atritos |
| Agentes eletromagnéticos | Radiação Eletricidade Magnetismo |
| Agentes térmicos | Níveis extremos ou variações muito rápidas de temperatura |
| Agentes químicos | Água e solventes Agentes oxidantes Agentes redutores Ácidos Bases Sais Quimicamente neutros |
| Agentes biológicos | Vegetais e microrganismos Animais |
| Procedência | Classe |
| Provenientes da atmosfera | Água no estado líquido Umidade Temperatura Radiação solar – radiação ultravioleta Gases de oxigênio (O, O ₂ , O ₃). Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) Gases ácidos Bactérias, insetos Vento com partículas em suspensão |
| Provenientes do solo | Sulfatos cloretos Fungos Bactérias Insetos |
| Provenientes ao uso | Esforços de manobra Agentes químicos normais em uso doméstico |
| Provenientes do projeto | Compatibilidade química Compatibilidade física Cargas permanentes e periódicas |

Dos fatores provenientes da atmosfera, a temperatura, é um dos agentes mais agressivos aos revestimentos de edifícios provocando variações físicas e químicas nos materiais, gerando fissuras, descolamentos e rupturas, principalmente nos revestimentos porosos, por absorverem água, umidade e radiação solar, ocasionando grandes tensões nas interfaces dos componentes. A infiltração constante de água a partir dos alicerces ou lajes de cobertura e ou argamassas fracas provoca a desagregação do revestimento com pulverulência e formação de bolor. No que se referem aos fatores biológicos, diversos autores apontam os fungos como os agentes biológicos mais importantes no ataque a revestimentos especialmente em ambientes quentes de 10º a 35º e úmidos; resultam em aspectos de emboloramento desenvolvendo bolor com aspectos esverdeados e ou escuros, além de exalar forte odor nos ambientes internos. Entre eles estão os fungos sapróvoros que decompõem e absorvem compostos orgânicos com presença de grande quantidade de enzimas e são responsáveis pela decomposição de tecidos, madeiras, combustíveis e argamassas. Estão presentes no ar e no solo e seu desenvolvimento depende das variáveis como temperatura, grau de precipitação, ventos, fatores climáticos e ciclos de claridade e escuridão (QUALHARINI e GAMBA, 1997).

Para Santana (1993), a eliminação do bolor é feita a partir da extinção das fontes de infiltração por umidade, redução de condensação nas superfícies, ou por medidas curativas por substituição de componentes do edifício. Essas fontes se dão principalmente por ações combinadas de granizo, vento e chuva e podem ocorrer por incompatibilidade química ou física dos componentes, mas se dá principalmente por adição e misturas de materiais que, neste caso, reagem formando compostos agressivos e deteriorando os edifícios.

Para CABAÇA (2003), a ascensão de água por capilaridade pode ser proveniente de águas freáticas com manifestações em paredes internas ou águas superficiais com manifestações em paredes externas. Este fenômeno ocorre pela propriedade dos fluidos numa tensão superficial entre as partículas ou moléculas constituintes de um líquido que exercem forças de atração e que transportam sais, nitratos, sulfatos, cloretos e carbonatos, contidos nos

materiais para as superfícies das paredes com manifestação destes na superfície das paredes quando da evaporação da água.

Para Thomaz (1985), *há preocupação no diagnóstico dos mecanismos de fissuras para orientar decisões de recuperação de componentes, assim como a adoção de medidas preventivas a partir da elaboração de projetos e especificação e controle de materiais e serviços*. Para ele as fissuras são provocadas por tensões oriundas de atuação de sobrecargas ou de movimentações de materiais, dos componentes ou da obra como um todo. Neste caso devem ser observadas as movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade; atuação de sobrecargas ou concentração de tensões; deformações excessivas das estruturas; recalques diferenciados das fundações; retração de produtos a base de ligantes hidráulicos e alterações químicas de materiais de construção.

2.2.2.2 Manutenção

A manutenção de edificações visa preservar ou recuperar as condições ambientais adequadas ao uso previsto para as mesmas e de acordo com Silva (1996), pode ocorrer manutenção das seguintes formas: **substituição**: para componentes com vida útil limitada e de valor inferior à vida útil da própria edificação; **limpeza**: atividade de descontaminação das edificações e componentes; **ratificação**: correção de defeitos originados em qualquer etapa do processo de produção; **renovação**: atividade que visa recuperar ou alterar o desempenho inicial, sendo chamado também de recuperação ou restauração.

Segundo o CIB W70; RILEM 71 PSL, manutenção é a combinação de todas as atividades técnicas e administrativas, durante a vida útil, que tem por objetivo manter o desempenho em níveis iguais ou superiores ao requerido para a sua função, incluindo limpeza, reparos e reposição de partes.

A manutenção de edificações pela norma BS 3811 (1984) pode ser executada de três formas: *manutenção planejada preventiva*, que representa as atividades durante a vida útil da edificação, de maneira a antecipar o surgimento da patologia; *manutenção planejada corretiva*, que representa atividades para recuperar o desempenho perdido; e a *manutenção não planejada*, que recupera o desempenho perdido devido às causas externas não previstas.

Sob enfoque da NBR (5476), a omissão em relação à necessária atenção para a manutenção das edificações pode ser constatada nos freqüentes casos de edificações retiradas de serviço muito antes de cumprida a sua vida útil projetada, causando muitos transtornos aos seus usuários, um sobre custo e intensivos serviços de recuperação ou construção de novas edificações.

Ressalta-se, portanto, que a manutenção de edificações inclui todos os serviços realizados para prevenir ou corrigir a perda de desempenho decorrente da deterioração dos seus componentes, ou de atualizações nas necessidades dos seus usuários, mas não inclui serviços realizados para alterar o uso da edificação.

Para a NBR 6118 (2003) o conjunto de projetos relativos a uma obra deve orientar-se sob uma estratégia explícita que facilite procedimentos de inspeção e manutenção preventiva da construção.

Para Helene (2001), na inspeção e manutenção preventiva de obras novas há necessidade de introduzir rotinas que obriguem os projetistas e construtores a implantarem um sistema de garantia e gestão da qualidade nos moldes do padrão internacionalmente aceito que são as normas da série ISO 9.000, referendadas pela ABNT, série NBR 9.000.

Segundo pesquisas elaboradas por Colen (2003), há necessidade de reparação de 37,9% dos prédios em média, destes, 2,9% encontram-se normalmente em estado de degradação, demonstrando que tão importante quanto à reabilitação dos edifícios degradados é criar mecanismos para evitar uma degradação excessiva. A manutenção deve ser efetiva prevenindo a degradação dos elementos do edifício com ações periódicas de inspeções, limpeza, reparos locais e substituições.

Para a NBR 5476, é inviável sob o ponto de vista econômico e é inaceitável sob o ponto de vista ambiental considerar as edificações como produtos descartáveis, passíveis da simples substituição por novas construções quando seu desempenho atinge níveis inferiores ao exigido pelos seus usuários. Isto exige que se tenha em mente a manutenção das edificações existentes, e mesmo as novas edificações construídas, tão logo colocadas em uso.

Estudos realizados em diversos países, para diferentes tipos de edificações, demonstram que os custos anuais envolvidos na operação e manutenção das edificações em uso variam entre 1% e 2% do seu custo inicial. Este valor pode parecer pequeno, porém acumulado ao longo da vida útil das edificações chega a ser equivalente ou até superior ao seu custo de construção (NBR 5476).

Antonioli (2003) argumenta que dada à importância e grandezas envolvidas na manutenção dos edifícios, bem como as interferências que causam na vida dos usuários, é relevante que o mais alto nível gerencial coloque a manutenção como destaque no planejamento dos edifícios.

Por fim, para Helene (2001), é importante a intervenção de manutenção de modo a manter a durabilidade das estruturas, onde os menores custos estão na fase de projeto, pois a simples redução da relação água/cimento e aumento na cobertura das armaduras podem atrasar em vários anos ou até mesmo dispensar o processo de manutenção. Porém o atraso na manutenção pode elevar os custos numa progressão geométrica.

2.3 Desempenho de Edifícios

O CIB (1975) definiu a palavra desempenho como sendo o comportamento do produto em utilização, devendo responder pela satisfação às exigências dos usuários, cumprindo adequadamente sua função quando sujeito a grande variedade de ações de origem natural ou devido à própria utilização do edifício. Tais ações que atuam sobre o edifício durante sua vida útil são denominadas condições de exposição a que está exposto o produto, que por sua vez possui propriedades que podem ou não influenciar na forma como estes reagem às condições de exposição.

Conclui-se, então, que o desempenho é a capacidade de atendimento das necessidades dos usuários da edificação, sendo, portanto, fator importante à avaliação do mesmo.

Para Souza (1983), a avaliação de desempenho consiste em prever o comportamento potencial do edifício, seus elementos e componentes, quando em utilização normal, os quais podem ter seu desempenho estimado por ensaios em protótipos, modelos matemáticos e físicos.

Segundo Mitidieri Filho et al. (2003), a iniciativa brasileira na avaliação de desempenho ultrapassa 25 anos, com avaliações isoladas, partindo de iniciativas de instituições de ensino, de pesquisa e de programas públicos de habitações, utilizando diversos critérios de avaliação e de metodologias que, por vezes, dificultaram a validação de sistemas construtivos pelas contradições metodológicas adotadas na avaliação. Mas, o mais agravante é a ausência de aplicação de análises sistematizadas, que poderiam identificar eventuais falhas de concepção, e com isto, evitarem problemas patológicos que têm ocorrido com alguns componentes e sistemas construtivos.

Souza (1983), ainda argumenta que a aplicação do conceito desempenho contribui para orientar o desenvolvimento de produtos na área de componentes e o desenvolvimento de projetos, contribui também para a normalização da habitação e abre caminho para uma sistemática de controle de qualidade dos novos produtos baseada em certificados de homologação.

O desempenho de um edifício habitacional em uso normal deve atender às exigências dos usuários de forma qualitativa, assim como, deve atender os conjuntos de requisitos e critérios estabelecidos por novas normas de avaliação.

Lucini (2004) estabelece uma ordem para análise de desempenho de edifícios através de:

- Requisitos: níveis qualitativos verificáveis que deverão ser atingidos pelo ambiente.
- Ações identificáveis: que atuam sobre os ambientes, envolventes e subsistemas.
- Questões: a resolver na interface dos componentes para neutralizar as ações identificadas que respondam aos requisitos.
- Opções: alternativas conceituais que atendem as questões que devem ser resolvidas.
- Solução do sistema adotado: soluções específicas do sistema tecnológico adotado que viabilizam, na prática, as alternativas conceituais para atender as questões.

2.3.1 Avaliação do desempenho de elementos e componentes dos edifícios.

Para Mitidieri Filho et al. (2003), um sistema de avaliação técnica nacional inclui a avaliação de novos produtos, que deve ser concebida de forma bastante clara e objetiva, com regras bem definidas, tendo premissas e diretrizes conceituais que possibilitem o desenvolvimento e implantação de um sistema de avaliação técnica. A sistemática de avaliação técnica do produto, processo ou sistema construtivo deve ter como base a abordagem de desempenho que considera as condições específicas de produtos em uso. Tais produtos devem ser bem caracterizados por ocasião da avaliação técnica, de forma a possibilitar o controle da qualidade por meio de ensaios e análises periódicas dos materiais e componentes, e em auditorias periódicas do sistema da garantia da qualidade adotadas pelo produtor ou construtor.

Um meio utilizado para sistematizar a programação e a aplicação de avaliação pós-ocupação é a categorização de elementos de desempenho. Preiser et al. (1988) citado por Bagatelli (2002), sugere ainda, que a avaliação de desempenho de ambientes construídos possa ser sistematizada, desdobrada, e classificada segundo grupos de elementos, de onde se conclui que a avaliação de desempenho ambiental consistiria do somatório de avaliações de diversos elementos (*total building performance*), sendo que ênfases diferenciadas de uns a outros elementos seriam conseqüentes do enfoque e objetivos específicos do objeto de estudo a ser avaliado.

Embora tenham sido categorizados vários grupos de elementos de desempenho, os elementos técnicos, funcionais e comportamentais parecem ser aqueles mais freqüentemente avaliados. Elementos estéticos, por exemplo, relacionados com as qualidades estéticas do espaço construído, são implicitamente avaliados, juntamente com elementos comportamentais, tais como: percepção ambiental, imagem e significado, os quais dão significados a atributos como escala, detalhes, cores, iluminação ambiental, acústica, forma, decoração, etc. Cabe salientar que a avaliação de qualquer dos grupos de elementos de desempenho, abrange inevitavelmente avaliações físicas, relativas a aspectos físicos ambientais, geralmente executadas por meio de levantamentos físicos, medições e avaliações comportamentais realizadas

através da aplicação de questionários, entrevistas e observações comportamentais, que indiquem as atitudes e satisfação dos usuários em relação aos elementos avaliados.

Ainda para Preiser, citado por Bagatelli (2002), na análise de elementos de desempenho técnico, funcional e comportamental, o método de avaliação pós-ocupação pressupõe que os procedimentos empíricos para a avaliação de desempenho de ambientes construídos são partes integrantes do processo de execução do projeto. Sendo que tem como primeiro objetivo a sua aplicação para medir a intensidade com que cada projeto satisfaz às funções para as quais foi destinado e preenche as necessidades, percepções e expectativas de seus usuários, os quais são considerados medida-chave para avaliar o desempenho ambiental.

Existe uma grande diferença entre uma avaliação pós-ocupação (APO) e o que se pode, talvez, denominar de uma avaliação pós-construção, este enfoque também é discutido por Bagatelli (2002). A APO não é área do conhecimento de avaliação de desempenho de edifícios segundo Preiser (1988) citado por Bagatelli (2002), mas sim, um método de avaliação, e salienta diversas técnicas de pesquisa com o objetivo de avaliar o desempenho de ambientes construídos, a partir da perspectiva de seus ocupantes.

À medida que as pesquisas na área de avaliação de edifícios são desenvolvidas, tem-se uma tendência a que as construções sejam projetadas com mais detalhes, como a implementação de elementos pré-fabricados inclusive com desempenhos diferenciais entre si, mas com a possibilidade de padronizá-los e substituí-los, numa lógica de industrialização, oferecendo ganhos de produtividade, redução de prazos, introdução de melhorias gerenciais em projeto, planejamento, controle da produção e gestão de processos, onde inclusive, fabricantes tenderão a integrar-se ao processo de produção (ANTAC, 2002).

A abordagem de desempenho descrita por Silva (1997), é uma concepção sistêmica, onde os conceitos básicos são traduzidos numa metodologia de avaliação que direciona pensar a edificação a partir dos “fins”, para remeter aos “meios” prescritivos e especificações do produto requerido. Neste sentido, a abordagem de desempenho é definida como “a aplicação de uma rigorosa análise e de método científico ao estudo do funcionamento de

edifícios e suas partes”, sendo aplicada durante o projeto e na construção de um empreendimento único, durante o projeto e construção de um programa amplo de produção, no desenvolvimento e comercialização de um produto de construção, na preparação e estruturação de diretrizes de projeto, no controle da qualidade de produtos através de inspeção e na aprovação e certificação.

Concluindo, a aplicação do conceito de desempenho à produção de edificações envolve, segundo o CIB (1982) e é o que diz também Silva (1997) a identificação das exigências dos usuários, das condições de exposição que estará sujeita à edificação, ao estabelecimento de requisitos, critérios e métodos de avaliação de desempenho.

2.4 Sistemas Construtivos

Para Ferreira (1986), sistema é um conjunto de elementos, materiais ou idéias, entre os quais se possam encontrar ou definir alguma relação ou disposição das partes ou dos elementos de um todo, coordenados entre si, e que funcionam como estrutura organizada. Enquanto que construtivo é aquilo que serve para construir, que visa a renovar, ou corrigir, melhorar e aperfeiçoar.

Chama-se Sistema Construtivo o conjunto de materiais, técnicas, componentes e elementos empregados na construção de uma edificação.

Braga (1998) considera como conceito de abordagem sistêmica, a avaliação de qualidade de um sistema construtivo que esteja diretamente ligada com o grau de adequação às características de um contexto específico no qual estará inserida a edificação. Argumenta que há um grande número de variáveis - necessidades dos usuários, programa do empreendimento e características tecnológicas – que se faz necessário sistematizar, num processo de definição do sistema e subsistemas construtivos para cada empreendimento.

A qualidade de um sistema construtivo é obtida na visão de Braga (1998), a partir de uma estruturação e combinação de prioridades dos aspectos tecnológicos, culturais, de desenho, socioeconômicos, econômico-financeiros, construtivos e ambientais.

Para Basso & Martucci (2003), do ponto de vista histórico os processos construtivos estabelecem tipologicamente as tecnologias a serem aplicadas, fazendo com que nos projetos surjam os sistemas construtivos e na produção das unidades habitacionais se definam famílias de processos de trabalho, conforme esquema da Figura 4.

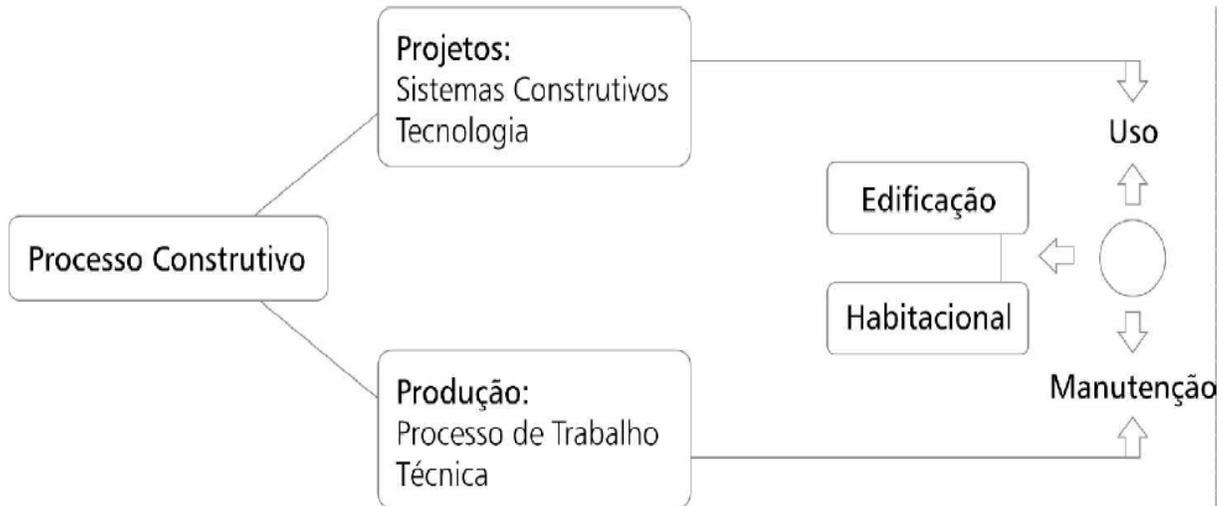


FIGURA 4 - Esquema explicativo do processo construtivo.
(Basso & Martucci, 2003).

Ainda para Basso & Martucci (2003), os sistemas construtivos representam, dentro do quadro da construção de edificações, um determinado estágio tecnológico historicamente definido, indutor da forma de se projetar e executar os edifícios. Ou seja, sintetizam o conjunto de conhecimentos técnicos e organizacionais possíveis de serem combinados em função dos graus de desenvolvimento tecnológico encontrados tanto na indústria de materiais de construção, componentes e subsistemas construtivos, quanto, na indústria de máquinas, equipamentos, ferramentas e instrumentos produzidos para o setor da construção civil.

2.4.1 Classificação dos Sistemas Construtivos

Os sistemas construtivos podem ser classificados em:

- *Sistemas convencionais* - sistemas em que os principais elementos – paredes, lajes e coberturas – são executados no canteiro de obras e são utilizados técnicas e materiais construtivos

convencionais, como tijolos, concreto, telhas cerâmicas e fibrocimento.

- *Sistemas construtivos abertos* - são aqueles desenvolvidos a partir de um elenco de elementos e componentes da construção, paredes, lajes, coberturas, janelas, portas que podem ser combinados em diferentes soluções arquitetônicas em que se variam a quantidade, as dimensões e a disposição dos diversos cômodos.
- *Sistemas construtivos fechados* - são aqueles desenvolvidos a partir de um projeto arquitetônico único, que lhe serve de modelo, não permitem variações na disposição e nas dimensões dos cômodos, das janelas, portas ou de qualquer componente da moradia.
- *Sistemas racionalizados* - são sistemas onde um ou mais elementos que compõem a obra são industrializados. Isto é, vem pronto de fábrica, mas tem como características predominantes o uso de materiais e modo de execução convencionais.
- *Sistemas industrializados* - são sistemas totalmente fabricados fora do canteiro e para ele são transportados para a montagem e acabamento final. No Brasil existem poucos sistemas construtivos industrializados além das tradicionais casas de madeira.

Para Abdalla (1999), a classificação dos sistemas construtivos está associada ao fator sócio-técnico do processo construtivo, ao índice de industrialização, ao nível técnico, ao ciclo de construção, à característica da produção, e à natureza do processo de produção, assim como à realidade física da edificação, aos produtos e componentes do sistema construtivo, ao grau de liberdade do sistema construtivo, ao peso dos elementos, ao tamanho dos elementos, à natureza dos materiais e aos tipos de demandas.

Ainda para Abdala (1999), existe o sistema construtivo tradicional, que é aquele conhecimento adquirido pelos mestres construtores na vivência prática sem conhecimento técnico, e o sistema avançado, que é aquele que depende do conhecimento científico, envolvendo laboratórios, materiais, desenhos e processos.

Para Basso & Martucci (2003) os processos construtivos são utilizados com suas respectivas técnicas e tecnologias para a construção e é neles que

aparecem as inovações tecnológicas e organizacionais do ponto de vista dos projetos e da produção da edificação.

Segundo Abdala (1999), a partir da 2ª grande guerra mundial, numa tentativa de aumentar a industrialização e modulação das edificações, a participação do estado foi uma tentativa constante de transferência da realidade industrial mecânica clássica para o subsetor de edificações. Num segundo momento houve proposições de uma industrialização aberta em usinas móveis, através da padronização dimensional dos componentes e modificação geral do desenho dos produtos, buscando-se eliminar etapas de pré-produção. Finalmente, ocorre uma revisão dos dois momentos anteriores, modifica-se o papel do Estado e a visão do empresariado, resultando, praticamente em desuso de muitos daqueles sistemas construtivos originalmente propostos como soluções para os empreendimentos do pós-guerra.

Os processos construtivos poderiam ser classificados ainda em subtipos com características obtidas a partir da evolução histórica, tecnológica e técnica como segue: Processos Construtivos Artesanais, Tradicionais, Tradicionais Racionalizados, Pré-fabricados, Industrializados e Sistemas Flexíveis que seriam um sexto subtipo com novas exigências de qualidade nos projetos e variedade arquitetônica criando novas relações entre os usuários e suas habitações (ABDALA, 1999).

2.4.2 Racionalização construtiva através do Projeto

Para Barros (1996), as mudanças que vêm ocorrendo nos últimos anos têm levado empresas que atuam na área de construção de edifícios a tornarem-se competitivas desde a concepção até a execução. Usando estratégias de diminuição de custos, garantia de atendimento nos prazos de execução e incremento da qualidade dos edifícios, destacam-se a racionalização dos métodos, os processos e os sistemas construtivos.

Ainda segundo Barros (1996), os princípios da racionalização construtiva proporcionam a aplicação adequada de todos os recursos

envolvidos no processo de produção, através da adequação tecnológica e da mudança organizacional dos processos tradicionais de construção.

Para Souza (1983), a racionalização da habitação é o desenvolvimento de novos materiais, componentes e sistemas construtivos, visando à busca de alternativas aos produtos e processos tradicionais em utilização na construção civil.

Sabbatini (1989) apresenta a racionalização construtiva como ferramenta da industrialização e define: racionalização construtiva é um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo aperfeiçoar o uso de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases.

O processo de produção de edifícios é caracterizado por ciclo produtivo que envolve materiais amorfos, componentes determinados - simples e compostos - e semi-determinados, assim como um conjunto de operações – transportes, agregação e moldagem. Portanto, o grau de racionalização é tanto maior quanto menor for à incidência de operações de ajustagem e transporte e quanto menor for o tempo destinado com estas atividades, e também quanto mais o sistema se direcionar para a predominância de operações de associação e montagem (SILVA, 1991).

Barros (1996) propõem um modelo para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas em cinco diretrizes:

- Desenvolvimento da atividade de projeto;
- Desenvolvimento da documentação;
- Desenvolvimento dos recursos humanos;
- Desenvolvimento do setor de suprimentos voltado à produção;
- Desenvolvimento do controle do processo de produção.

No que se refere à etapa de projeto, Franco apud O'Connor e Tucker, (1996) considera que "a construtibilidade é entendida como a habilidade das condições do projeto permitir a ótima utilização dos recursos da construção", e para Franco (1996), é por este meio que o projeto com qualidade leva a racionalização construtiva, sendo que um dos meios é obtido pela coordenação de projetos.

2.4.3 Avaliação de Sistemas Construtivos

Para Duarte (1982), ao se avaliar um sistema construtivo deve-se determinar qual a natureza destas transformações, e em que elas influenciam no processo de execução, na busca de estabelecer um ritmo industrial de produção. A evolução de um produto implicará na introdução da sistematização através de um projeto que utilize e ou permita a utilização de um conjunto padronizado e correlato de componentes nos edifícios, induzindo os projetistas a uma racionalização dos métodos construtivos motivados por: economia, velocidade, controle de qualidade, utilização de novos materiais, componentes e coordenação dimensional.

Segundo Braga (1998), para a concepção, avaliação, controle e a garantia da qualidade do sistema construtivo, são de fundamental importância os papéis da coordenação e o acompanhamento da obra pelos agentes envolvidos no processo, projetistas, construtores, empreendedores e usuários, desde a elaboração do projeto, passando pela obra até a pós-ocupação.

Souza (1983) argumenta que a avaliação de novos componentes e sistemas construtivos é que toma o tradicional como referência e por comparação, julga se são aceitáveis ou não as novas soluções propostas.

Braga (1998) salienta que na abordagem sistêmica da avaliação de sistemas construtivos devem ser estabelecidos limites pelos responsáveis do projeto e da obra.

De acordo com Mitidieri et al. (2003), a avaliação de um sistema de avaliação técnica de novos produtos destinados a edifícios habitacionais, de âmbito nacional, justifica-se, em razão das necessidades de:

- a) Harmonização da base técnica para avaliação de produtos e sistematização dos procedimentos para concessão de documentos de avaliação técnica;
- b) Remoção de barreiras internas (mercado nacional), e externas.

2.4.4 Normalização dos Sistemas Construtivos

Os primeiros conceitos sobre o tema no Brasil são estudos de 1970, desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisa Tecnológicas (IPT) e o Banco Nacional da Habitação (BNH) e Caixa Econômica Federal (CEF), 1981 e 1997. Em 2000 a CEF juntamente com a ABNT lançam o Projeto da Norma de Desempenho, Avaliação de Inovações Tecnológicas e aprovação de Sistemas Construtivos.

Para Borges (2004), o desempenho é o resultado do equilíbrio dinâmico que se estabelece entre o produto e seu meio, para tanto, segundo a ABNT/CB 02, as normas de desempenho são estabelecidas com base nas respostas que um produto deva apresentar independentemente dos seus materiais constituintes e do processo de produção, devem incentivar, balizar o desenvolvimento de produtos e orientar a avaliação da real eficiência técnica e econômica das inovações tecnológicas.

Sob os aspectos de serviços tecnológicos a ANTAC (2002) visualiza avanços no sistema de normalização técnica, produção e disseminação de documentos técnicos de referência, sistema de aprovação técnica, incentiva à avaliação de conformidade de produtos convencionais, capacitação laboratorial, certificação de sistemas de gestão da qualidade e certificação de sistemas de gestão ambiental e de higiene e segurança no trabalho. No que tange a capacidade laboratorial Ferreira Neto et al. (2004), destaca a necessidade de uma política na criação de novos laboratórios para avaliação de novos produtos que entram todos os anos no mercado brasileiro de maneira a providenciar edificações com qualidade, providas de condições mínimas - novas normas e regulamentos - de habitabilidade e uso.

2.4.5 Subsistemas Construtivos

Para Basso & Martucci (2003) os sistemas construtivos podem ser subdivididos em vários subsistemas, os quais são definidos segundo suas respectivas características e funções técnicas em relação ao edifício e ao sistema construtivo como um todo. Assim, um sistema construtivo poderia estar subdividido em subsistema estrutural, subsistema de vedações externas e

divisórias internas, subsistema elétrico, subsistema hidráulico, subsistemas complementares (tais como: circulações verticais, condicionadores de micro clima). Além disso, podem-se efetuar combinações entre subsistemas diferentes, guardando sempre as características e funções técnicas entre as aplicações dos materiais de construção, componentes pré-fabricados (pilares, vigas, lajes, caixilhos, portas, janelas, tubulações).

Para Franco (2000), as vedações verticais são os principais subsistemas que condicionam o desempenho do edifício e ocupam posição estratégica entre os componentes dos edifícios. Possuem como principais funções o compartimento da edificação e proporcionam ao ambiente conforto higrotérmico, acústico, segurança de utilização frente às ações excepcionais como incêndios e desempenho estético os quais valorizam o imóvel. Tais características permitem o adequado desenvolvimento das atividades para as quais eles foram projetados, além de se constituírem pela tecnologia de produção como os principais responsáveis pelo desempenho global da vedação vertical, dos revestimentos e das esquadrias existentes incorporadas a elas.

Para Barros (1996), a racionalização do subsistema de vedação vertical dos edifícios pode trazer diversas vantagens para as empresas construtoras, não só pela diminuição direta dos custos incidentes neste subsistema e o aumento da produtividade, mas também, pela profunda alteração que pode introduzir no nível organizacional das obras, uma vez que se constitui num subsistema intimamente ligado a praticamente todos os demais subsistemas do edifício.

2.5 Abordagem do Projeto

2.5.1 Especificação geral da manutenção na construção de edifícios

Os edifícios se configuram e subsistem através de diversos estágios que podem ser agrupados em duas fases: a fase de produção e a de uso. A fase de produção incorpora, de modo geral, as atividades técnicas de

planejamento, projeto e execução. Já, a fase de uso engloba as atividades de operação e manutenção. (RESENDE e MEDEIROS, 2004).

Neste sentido, estas duas fases sustentam uma relação de interdependência nas quais as decisões assumidas durante a fase de produção influenciam a capacidade em satisfazer, no decorrer de sua vida útil, as necessidades dos usuários³. Porém, grande parte dos responsáveis pela construção dos edifícios, procura realizar a obra com o menor custo inicial possível, desconsiderando essa interdependência entre as fases, ignorando o custo global da edificação e preocupando-se exclusivamente com os custos referentes às atividades relacionadas com a produção do edifício.

Resende e Medeiros (2004), também consideram que os custos das atividades de manutenção têm por objetivo repor a capacidade do edifício em atender às necessidades dos usuários e que podem representar anualmente, segundo John (1988), de 1% a 2% dos custos de reposição do edifício. São geralmente desconsiderados durante a etapa de especificação dos materiais e detalhes construtivos a serem utilizados no edifício.

Bonin (1988) citado por Resende e Medeiros (2004), menciona que esta visão limitada dos responsáveis pela construção dos edifícios induz a uma inversão nos objetivos do processo produtivo da edificação, priorizando o edifício em vez de considerar as necessidades dos usuários da edificação. Deste modo, faz-se necessário criar métodos de análise do projeto sob a percepção do seu impacto sobre as necessidades de manutenção, além do estudo de procedimentos organizados segundo uma lógica que proporcione o controle de custos e a maximização da satisfação dos usuários.

Para o engenheiro é essencial ter completo conhecimento sobre os aspectos relacionados a uma edificação, pois apesar das patologias se manifestarem durante toda a vida útil das edificações, elas têm sua origem, conforme dito anteriormente, na maioria das vezes, em etapas anteriores, principalmente durante a concepção do projeto e continuam até o processo de execução da obra.

59208_____

³ Baseado na norma ISO 6241 (ISO, 1984) as necessidades dos usuários resumem-se em segurança estrutural, segurança ao fogo, segurança em uso, estanqueidade, conforto higrotérmico, pureza do ar, conforto acústico, conforto visual, conforto tátil, conforto antropodinâmico, higiene, adaptação ao uso, durabilidade e economia. (RESENDE, 2004).

Por isso, é fundamental descrever a influência e o papel exercidos pelos principais agentes envolvidos na fase de produção e manutenção dos edifícios: os projetistas (projeto arquitetônico, estrutural) e os construtores.

2.5.2 Planejamento e Projeto

O claro estabelecimento dos condicionantes básicos do projeto é de fundamental importância para se atingir um resultado satisfatório na elaboração dos mesmos é o que diz FRANCO (1993). Tais condicionantes são caracterizados por Weidle (1995), por quatro etapas básicas: identificação do problema (coleta de dados), análise dos dados, formulação de alternativas e tomada de decisão. Tomando como base este modelo, os critérios de projeto são identificados a partir dos requisitos a serem preenchidos pelo sistema construtivo.

Para Bagatelli (2002), em toda e qualquer edificação a abordagem do projeto é fator crucial para o sucesso como sistema físico capaz de desempenhar as funções para as quais foi pensado, portanto, é neste contexto que se podem fazer as grandes intervenções em busca da durabilidade dos edifícios por meio de requisitos e critérios como premissa de garantir a qualidade do produto, no caso o edifício.

2.5.3 Desempenho na aplicação de projetos

Para Souza (1983) a contribuição do conceito de desempenho aplicado à avaliação de edificações colabora na elaboração dos projetos à medida que permite aos fabricantes adotar processos de produção e materiais apropriados, advindo um produto final econômico e de qualidade, assim como aos projetistas especificarem componentes que atendam aos requisitos para um bom desempenho.

Aspecto relevante com relação ao desempenho é a incontestável importância do projeto arquitetônico na concepção das habitações para a obtenção de durabilidade e sustentabilidade dos edifícios.

Para Basso & Martucci (2003), o projeto deve atender:

- a) aos requisitos, condições e parâmetros dados pelas características regionais e a capacidade tecnológica instalada, tendo em vista a existência em nosso país de diversidades climáticas, culturais e geopolíticas. Não se poderiam estabelecer requisitos, condições, critérios e parâmetros únicos para todas as regiões, sem que se incorresse em erros graves nas diretrizes de projeto, portanto, há a necessidade de serem levantados e analisados previamente, os elementos de projetos relativos à: história, cultura, clima, topografia, recursos naturais, potencial tecnológico e industrial, de cada região;
- b) aos requisitos funcionais e ambientais, os quais dizem respeito ao uso e habitabilidade;
- c) aos princípios de racionalização do produto, quanto a sua produção, devem levar em conta os princípios de: modulação, padronização, precisão, normalização, permutabilidade, mecanização, repetitividade, divisibilidade, transportabilidade e flexibilidade.

O projeto é o grande responsável pelo sucesso de qualquer empreendimento e à medida que aumenta a complexidade da edificação, também aumenta a influência do mesmo sobre o desempenho da obra. Características como flexibilidade, possibilidades para expansões e adaptações constantes, implementação de inovações tecnológicas, devem ser requisitos projetuais capazes de absorver mudanças e adaptações de toda ordem, sem, contudo, resultar em grandes impactos para o usuário e/ou comprometer o desempenho da edificação. Ademais, o projeto representa a única forma para inserção de requisitos e critérios que possam definir o nível de desempenho do empreendimento de forma adequada aos seus objetivos (BAGATELLI, 2002).

Para Silva (1997), o conceito de desempenho pode ser empregado no processo de projeto desde as fases iniciais de concepção até a retroalimentação através das avaliações pós-ocupação.

2.5.4 Projeto para Produção

Para Basso & Martucci (2003), o conceito de projeto da produção deve atender:

- A organização do projeto para a produção de edifícios pode se dar por diversos meios – recuperação do status do trabalhador, treinamento de mão-de-obra, agilidade dos canteiros de obra e aumento de agentes na elaboração dos projetos, inclusive os operários;
- Aumento da produtividade através de democratização dos processos produtivos, construtivos, aumentando os participantes no projeto de produto, projeto da produção, inovações tecnológicas e organizacionais nos projetos;
- O controle da qualidade associado à perfeita elaboração e especificação na fase de projeto, na fase de execução do edifício por meios de: qualidade técnica do projeto, da qualidade dos projetos arquitetônicos e complementares dos edifícios, garantia de qualidade dada pelas estruturas produtiva e normativa dos materiais de construção, componentes, subsistemas e qualidade de execução.

2.5.5 Processo de Projeto

Para Basso & Martucci (2003), ao iniciar a elaboração dos projetos de uma edificação habitacional, existe uma infinidade de situações possíveis de serem propostas em termos de sistemas construtivos, a partir do conhecimento claro do comportamento do sistema, dos subsistemas e suas respectivas combinações construtivas. O processo de trabalho entra na discussão entre o projeto e produção para mostrar que os mesmos não devem, em hipótese alguma, caminharem dissociados dos processos construtivos. Em função da divisão social do trabalho há a separação entre o trabalho intelectual, projeto e do manual, execução, mas deve haver uma simbiose entre sistemas construtivos (tecnologia) e processos de trabalho (técnica).

2.5.6 Racionalização através do Projeto

Barros (1996) salienta que o edifício precisa começar a ser racionalizado na sua fase de concepção, é neste momento que se consegue auferir os maiores ganhos com as ações de racionalização, estendendo então, tais ações à etapa de produção, que à medida que são incorporadas obtenham-se os ganhos previstos.

Diante disto, ainda para Barros (1996), os revestimentos devem ser pensados no projeto – deformação global do edifício, concepção estrutural, módulo de elasticidade do concreto. Lembrando que a redução para massa única de reboco em substituição às camadas de chapisco, reboco e emboço objetivando redução de custos, podem acarretar problemas os quais não são de falta de tecnologia, mas sim de falta de planejamento, onde o projeto deve prever dilatação em locais adequados para que o revestimento não acumule tensões ao longo da altura e da largura do edifício, sob pena de aparecimento de problemas patológicos neste componente.

Para Basso & Martucci (2003), será através da análise entre as condições, necessidades e parâmetros objetivamente apresentados pelos produtores e usuários e todos os subsistemas que compõem o sistema construtivo, que se determinará com qual grau de racionalização se pretende construir (se na fase de projeto), ou avaliar (se na fase de análise e avaliação) as unidades habitacionais.

Para Franco (1993), a qualidade do projeto é condição necessária para a implantação de uma política de racionalização, para isto ocorrer, é essencial a eficaz coordenação dos projetos que atenda a um conjunto de objetivos concentrados na comunicação dos agentes envolvidos no processo da obra.

No que diz respeito ao projeto, Silva (1991), aponta a racionalização de produção através da introdução de computadores de pequeno porte e softwares, permitindo num curto espaço de tempo manusear um grande número de dados e variáveis.

2.5.7 Compatibilidade de projetos

Para Helene (2001) o método de segurança no projeto de estrutura de concreto contido na NB1-78 estabelece o estado limite de utilização ou de serviço, o qual corresponde às condições “adequadas” de funcionamento da estrutura do ponto de vista de compatibilidade com outras partes da construção, limitando a deformação da estrutura, possibilitando assentar paredes e pisos sem que estes fissurem por deformações exageradas da estrutura e por conseqüência trazendo conforto psicológico.

A estrutura apresentada por Picchi e Agopyan (1993), para a qualidade em empresas construtoras e incorporadoras de edifícios é um sistema que envolve toda a cadeia produtiva, insumos e serviços que são empregados numa edificação. Neste sentido a gestão da qualidade em empresas intervenientes a este processo envolve a qualificação do projeto, onde são abordados os seguintes pontos: qualidade de produtos e processos, coordenação de projetos, análise crítica de projetos, qualificação de projetistas, projetos de produção, planejamento de projetos, controle de qualidade e de projetos, controle de revisões, controle de modificações durante a execução, projeto em computador (CAD).

A gestão da qualidade no desenvolvimento de projeto é discutida por Picchi (1993), por meio da identificação das necessidades dos clientes, da qualidade na solução do projeto, do processo de elaboração de projeto e apresentação. Ainda sob esta ótica, Silva (1996), discute uma metodologia de gestão da qualidade na elaboração de projetos por meio de módulos: abordagem sistêmica, abordagem voltada às necessidades dos clientes internos e externos ao processo de produção de edificação, abordagem da gestão, abordagem do trabalho simultâneo eliminando barreiras da divisão do trabalho.

3 FACHADAS

No capítulo três será apresentado o contexto que envolve o tema fachadas de edifícios. Serão discutidos assuntos como: planejamento e projeto e, fundamentalmente, serão analisados os principais problemas encontrados nas fachadas, compreendendo os agentes de degradação, e em seguida serão verificadas suas relações com a queda de desempenho dos componentes.

3.1 Planejamento e Projeto de Fachadas

O planejamento da fachada no projeto arquitetônico, tanto das paredes quanto das aberturas, é fundamental para os resultados de conforto ambiental, de manutenção da edificação no decorrer dos anos e de salubridade do espaço interno. Neste sentido, os revestimentos de fachadas devem atender aos requisitos de desempenho referentes à:

- Capacidade de absorver deformações – movimento térmico, higroscópico e diferencial entre componentes.
- Aderência à base – capacidade de absorver deformações e rugosidades da base.
- Resistência ao impacto e desgaste superficial.
- Baixa permeabilidade ou impermeabilidade à água.
- Permeabilidade ao vapor de água.

Dentro deste contexto, a durabilidade, o desempenho e o planejamento do projeto e sistemas construtivos, revestem-se de grande importância, uma vez que estão intimamente relacionados com a proteção e a estética das fachadas, além de aumentar a qualidade e diminuir os custos de produção. (MACIEL e MELHADO, 1998).

Aspecto relevante é a incontestável importância do projeto arquitetônico na concepção das habitações para a obtenção de durabilidade e sustentabilidade dos edifícios através dos arranjos físicos espaciais, geométricos e pelas múltiplas definições de componentes construtivos, que devem ser especificados nesta fase do empreendimento, de modo a evitar a degenerescência dos edifícios (PEREZ, 1986).

Cabe aqui lembrar que Bagatelli (2002), afirma ser o projeto o fator principal para o sucesso de qualquer empreendimento. Variáveis como flexibilidade, possibilidades para expansões e adaptações constantes e implementação de inovações tecnológicas, devem ser condição projetuais capazes de absorver mudanças e adaptações de toda ordem, sem resultar em grandes impactos para o usuário e/ou comprometer o desempenho da edificação. Até porque, o projeto representa a única maneira de inserção de requisitos e critérios que possam definir o nível de desempenho do empreendimento de forma adequada aos seus objetivos.

Porém, as soluções arquitetônicas de fachadas vão além das questões econômicas de produção e de conceitos estéticos, pois devem considerar as dificuldades de manutenção e os fatores que atuam como agentes de degradação. Neste caso se fazem relevantes informações relativas a características topográficas, condições climáticas e ambientais, características dos materiais e das estruturas, características arquitetônicas, condições de execução dos serviços e condições de uso.

O projeto de fachada é descrito por Franco (2000), como sendo uma preocupação crescente das construtoras que demandam cada vez mais por este serviço especializado, em vista do temor aos altos valores empregados para sanar as patologias. Sendo que, nos últimos anos o desenvolvimento de projetos específicos de fachada, com incremento significativo de detalhes construtivos dos revestimentos e de produção, tem sido importante na redução de anomalias. E segundo Verçosa (2004) e Maciel e Melhado (1998), as causas de deterioração das fachadas que são decorrentes de projeto acontecem por deficiência de detalhamento dos elementos construtivos e seleção inadequada de materiais ou técnicas construtivas.

O desenvolvimento de projeto é descrito por Romero e Simões (2003), e Silva e Souza (2003), como sendo desenvolvido nas seguintes etapas: estudo preliminar, projeto legal, anteprojeto, projeto pré-executivo, projeto executivo ou definitivo e especificações técnicas. Sendo que o projeto executivo representa graficamente a solução construtiva por meio de plantas, cortes, elevações, detalhes, especificações técnicas, memoriais e orçamentos, visando à pormenorização da obra a ser executada, estabelecendo claramente os elementos e componentes do sistema estrutural, sistemas de vedações,

pontos de distribuição das redes hidro-sanitárias, eletromecânica, telefonia, ar condicionado, elevadores, entre outros.

Para Ceotto et al. (2005), o projeto de revestimento de argamassa de fachadas tem por finalidade determinar materiais, geometria, juntas, reforços, pré-fabricados, acabamentos e procedimentos de execução. Para que isso aconteça alguns fatores são importantes: qualidade dos dados disponíveis relativos às condições climáticas, o projeto arquitetônico, a estrutura, as instalações, as vedações, os processos construtivos e os prazos.

Os projetos de revestimentos em argamassa devem considerar a compatibilidade dos substratos, as condições de utilização e os acabamentos decorativos que se pretendem alcançar, para tanto devem atender a um conjunto de propriedades: aderência, deformidade, permeabilidade, resistência mecânica e durabilidade.

3.1.1 Importância do Projeto de Fachada

Thomaz (2001) argumenta a necessidade de o projetista conhecer profundamente os agentes de degradação e as patologias mais freqüentes do objeto de projeto, de modo a evitá-las através da elaboração de detalhes construtivos e de minuciosas especificações.

Maciel (1997) lembra que nos sistemas de revestimentos convencionais como cerâmicos revestimentos argamassados, pinturas e pedras assentadas, o projeto estabelece as compatibilidades construtivas na fachada, nas zonas críticas possíveis de estrangulamento causadas por tensões excessivas, nos locais de enrijecimentos ou reforços de base, dimensionamento e posicionamento de juntas de movimentação, nos traços e nas formas de assentamento.

As especificações contidas no memorial descritivo também são de fundamental importância, pois devem apontar os produtos que serão aplicados nas fachadas, bem como os procedimentos executivos, que para a garantia da sua execução, devem ter o acompanhamento do projetista.

SILVA et al (2003), apontam alguns fatores que podem levar as edificações e em especial as fachadas a terem patologias congênitas, entre elas estão: a desobediência às normas técnicas e em especial às normas de

projeto de edificações – NBR 13531/95 e 13532/95 -, vale lembrar também o grande número de agentes intervenientes e de produtos com padrões de qualidade diferenciados, os quais irão afetar a qualidade final.

Para Crescêncio (2005), existem também alguns fatores que influenciam nas características do revestimento final, são elas: características da argamassa, espessura do revestimento, tratamento do substrato, detalhes construtivos para dissipação de tensões e descolamento da lâmina d'água de fachadas. Assim, deve-se buscar, através da elaboração de um projeto específico para o revestimento de fachada, compatibilizar todas as variáveis que interferem no comportamento do revestimento, buscando sempre minimizar a ocorrência de problemas futuros.

Maciel (1997), afirma que nos revestimentos de fachadas, as decisões são tomadas, normalmente, pouco antes da sua execução, muitas vezes no próprio canteiro de obras, e as especificações de produção são apenas aquelas contidas nos projetos arquitetônicos que determinam os acabamentos decorativos e os locais de aplicação de cor, não havendo especificações, por exemplo, dos tipos de argamassa.

Para Maciel e Melhado (1998), o projeto de revestimento de argamassa em fachada, deve levar em consideração a importância do mesmo como sendo elemento integrante de um sistema e não como forma de esconder os defeitos de paredes e estruturas. E lembram que ainda é dada pouca importância ao planejamento, o que leva, muitas vezes, à tomada de decisões empíricas nas obras, tendo como conseqüências um elevado número de patologias.

O projeto de revestimento de argamassa para fachadas é descrito por Maciel & Melhado (1998), como elemento necessário a ser desenvolvido para se obter o desempenho esperado dos revestimentos, além de colaborar na redução de desperdícios e de custos de produção. Esta visão de projeto deve ser parte integrante dos subsistemas, e é no contexto do processo de projeto que deve ser gerenciada a sua elaboração. Para os autores também, o desenvolvimento de uma metodologia de projeto de revestimento de fachada, conforme figura 5, deve ser descrito em manual de procedimentos de construção e deve contemplar, na fase de anteprojeto, as seguintes informações:

- As especificações preliminares;

- As informações relativas aos materiais;
- As interfaces do revestimento com a base e com outros materiais e com outros revestimentos;
- As espessuras e acabamento das camadas do revestimento;
- Os detalhes arquitetônicos e construtivos;
- As informações de outros anteprojetos que tenham interferência na produção, além das informações relativas à organização do canteiro de obras.

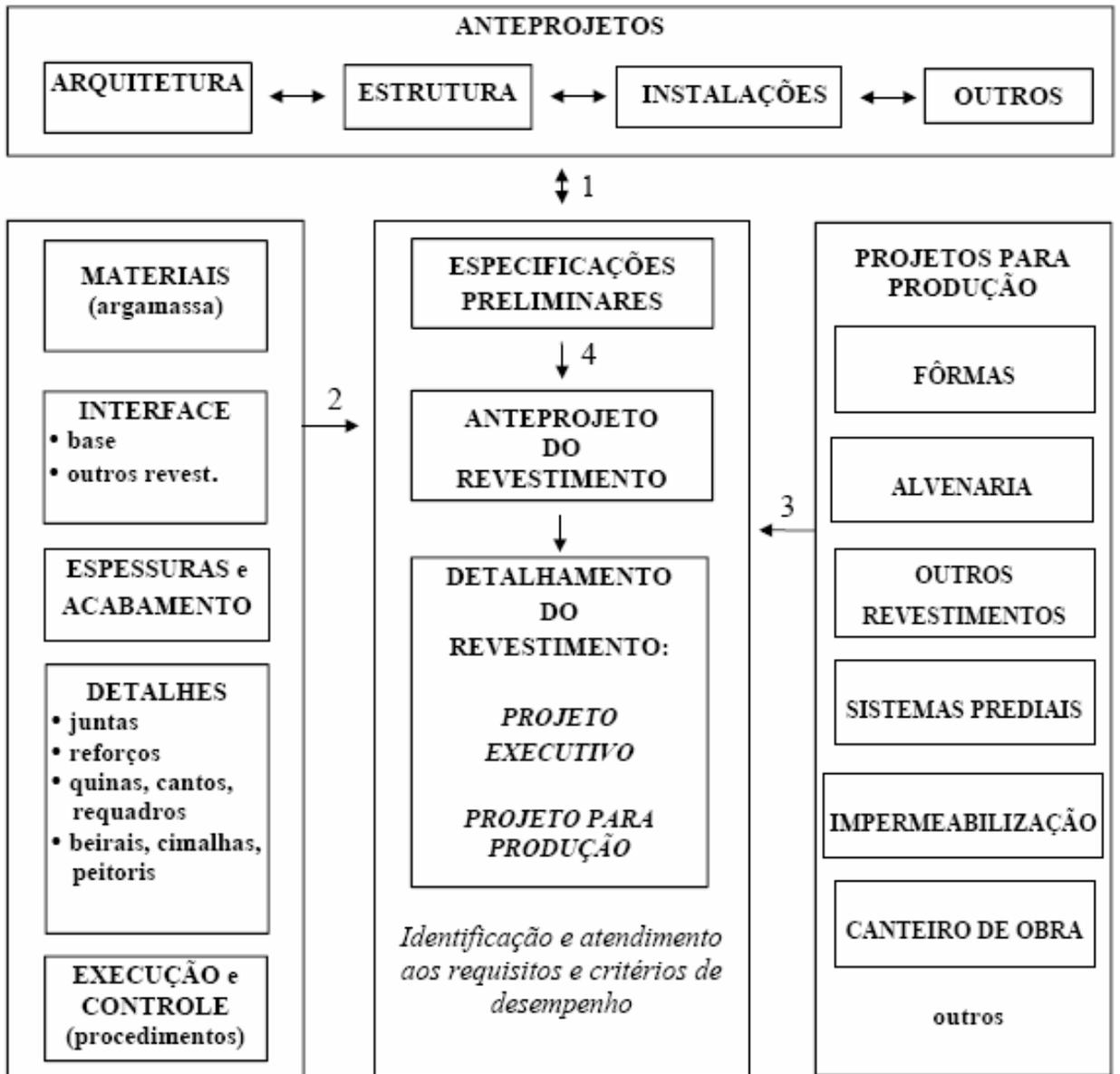


FIGURA 5 – Metodologia para projetos de revestimento de argamassa para fachadas. (Maciel, 1997)

A metodologia descrita anteriormente mostra que ao finalizar o anteprojeto de revestimento, devem-se detalhar todas as soluções propostas, resultando no projeto executivo do revestimento.

3.1.2 Subsistema de alvenarias de vedação das fachadas.

Alvenaria, definida pelo dicionário da língua portuguesa, “é a arte ou ofício de pedreiro, ou ainda, obra composta de pedras naturais ou artificiais, ligadas ou não por argamassa”.

As alvenarias de vedação são utilizadas no Brasil na sua grande maioria com blocos de cerâmica de barro comum, moldados com arestas vivas retilíneas obtidas após queima das peças em fornos com temperatura de 700 °C a 1000 °C, com peças predominantes de 6 e 8 furos cilíndricos e ou prismáticos com objetivo de leveza, economia e produtividade na sua execução.

A conceituação das vedações verticais descrita por Franco (1998), é de que este subsistema tem funções de compartimentar a edificação e proporcionar aos ambientes características que permitam o adequado desenvolvimento das atividades para as quais foram projetados, além de ser o principal responsável pelo desempenho dos revestimentos e das esquadrias existente sobre estas paredes, como também, pelo desempenho do edifício, pois é pelo conforto higro-térmico e acústico, pela segurança de utilização e frente a ações excepcionais em caso de incêndios, e do desempenho estético que proporciona valorização ao imóvel.

Pela importância dada nos últimos anos as vedações verticais, têm-se implantados tecnologias de racionalização deste subsistema, principalmente para o processo de produção do edifício.

Para Barros (2002), a racionalização do subsistema vedação vertical dos edifícios pode trazer diversas vantagens para as empresas construtoras não só pela diminuição direta dos custos incidentes neste subsistema e o aumento da produtividade, mas também, pela profunda alteração que pode introduzir no nível organizacional das obras, uma vez que se constitui num subsistema intimamente ligado a praticamente todos os demais subsistemas do edifício.

Para Franco (1998) e Sabbatini (1998), as evoluções nas características das estruturas e das alvenarias promoveram menores densidades – cargas - por área de superfície, estruturas mais esbeltas com menor grau de rigidez, e mais deformáveis, que podem ser atualmente 4 vezes mais que as estruturas

projetadas nos anos 60, logo, estas alterações impõem às alvenarias maiores deformações e tensões, além de menores prazos de execução, o que leva a alvenaria deformar junto com a estrutura, uma vez que a estrutura ainda se encontra em processo de deformação lenta, isto resulta num elevado número de problemas patológicos, como fissuras e descolamentos, esmagamentos e colapso das alvenarias.

Franco (2000), alerta que as alvenarias representam 2% a 5% da obra e influenciam de 35% a 60% do custo da edificação por englobam elementos de alto custo - esquadrias e revestimentos - e são consideradas o maior foco de racionalização construtiva. Para tanto, devem também ter elementos que facilitem o mais breve possível a eliminação da lâmina de água da fachada, podendo ser: beirais, pingadeiras, peitoris, reentrâncias, etc.

Para Peña e Franco (2004), devido às interfaces com os demais subsistemas do edifício, a vedação vertical é de grande importância na racionalização da obra como um todo. O projeto de vedação deve ser elaborado de forma sistêmica, simultaneamente aos demais projetos (arquitetura, estrutura, instalações, etc.), permitindo assim uma coordenação das informações e das soluções técnicas a serem adotadas.

Ainda para o mesmo autor o desenvolvimento de um método de projeto para produção de vedações verticais em alvenaria deve contemplar as etapas de: estudo preliminar, anteprojeto, projeto executivo, detalhamento e implantação de acompanhamento.

Quando a alvenaria é empregada na construção para resistir cargas, ela é chamada *alvenaria resistente ou portante*, neste caso, absorve cargas das lajes e sobrecarga, sendo necessário para o seu dimensionamento à utilização da NBR 10837 e NBR 8798, observando que sua espessura nunca deverá ser inferior a 14,0 cm (espessura do bloco) e resistência à compressão mínima f_{ck} 4,5 Mpa.

Quando a alvenaria não é dimensionada para resistir cargas verticais além de seu peso próprio é denominada *alvenaria de vedação*, e adquire a função de separar ambientes, fechar áreas sob estruturas, sendo necessários cuidados básicos para o seu dimensionamento e estabilidade. Entretanto, ela pode sofrer ações da deformação elástica da estrutura de concreto armado, recalque das fundações e movimentações térmicas. Nesse sentido, Franco

(1998) argumenta que ela deve possuir características técnicas para atender algumas exigências:

- Desempenho estrutural: resistência mecânica e à pressão do vento;
- Estanqueidade: resistência às infiltrações de água pluvial; resistência à umidade e aos movimentos térmicos; controle da migração de vapor de água e regulação da condensação;
- Isolamento térmico e acústico;
- Resistência ao fogo;
- Durabilidade;
- Manutenção: facilidade de limpeza e higienização para atender aos níveis estéticos pré – concebidos no projeto arquitetônico.

3.1.2.1 Dimensionamento das alvenarias de vedação.

Os avanços tecnológicos e os conhecimentos na área de cálculo estrutural têm permitido aumentar os espaçamentos entre pilares com peças mais esbeltas, as alvenarias também devem ser projetadas para esta nova realidade.

O dimensionamento da alvenaria para a vedação da estrutura deve ser projetado de modo a atender as principais interferências descritas a seguir por Sabbatini 1998:

- Deformações imediatas devido à deformação da estrutura;
- Deformações em função da carga permanente;
- Deformação futura (aproximadamente 1000 dias, para estruturas de concreto);
- Variação da umidade e temperatura sobre a estrutura;
- Módulo de elasticidade real;
- Análise global das deformações (os valores previstos para flecha das estruturas geralmente interferem nas alvenarias).

Para a definição do tipo ou tipos de tijolos de vedações externas a escolher, devem ser considerados fatores como: a natureza do material, seu peso próprio, dimensões e forma, disposição dos furos, textura, propriedades

físicas – porosidade, capilaridade, propriedades térmicas e acústicas -, propriedades mecânicas – resistência, módulo de elasticidade, coeficiente de Poisson, e tenacidade. A partir disto, há disponibilidade no mercado nacional de blocos de: pedras naturais, blocos e tijolos cerâmicos, blocos de concreto, bloco sílico-calcário, blocos de concreto celular, tijolos de vidro, tijolos de solo-cimento.

Classificação quanto ao tipo de bloco:

Os principais tipos de blocos utilizados estão listados a seguir:

- Bloco cerâmico vazado (tijolo furado);
- Bloco de concreto;
- Bloco de gesso;
- Tijolo cerâmico maciço (tijolo de barro);
- Bloco de concreto celular autoclavado;
- Tijolo de solo-cimento.

3.1.2.2 Detalhes Construtivos das Alvenarias

Autores como Franco (1997, 1998, 2000), Sabbatini (1998), Thomaz (1985), demonstram em seus estudos que as soluções gráficas de compatibilidade construtiva entre os diversos materiais que compõem o conjunto de vedações verticais, se dão em função da necessidade construtiva e em especial para evitar as manifestações patológicas, como fissuras e trincas.

a) Fixação dos dispositivos de amarração de alvenaria aos pilares

Para detalhar as ligações das alvenarias às peças de concreto armado, depende-se das deformidades previstas no projeto estrutural e do grau de vinculação entre parede e estrutura. Quanto à alvenaria, deve trabalhar rigidamente travada e deve-se também aumentar a ligação das paredes. A estrutura pode ser feita através de chapisco tradicional; chapisco rolado com argamassa industrial e telas metálicas.

A fixação em fios de aço é realizada para permitir a perfeita coesão do componente vedação à estrutura de concreto armado pelos seguintes procedimentos:

- Por meio de “Ferros cabelos – aço CA-50 diâmetro 5 mm chumbado no pilar a cada duas fiadas, conforme figura 6.

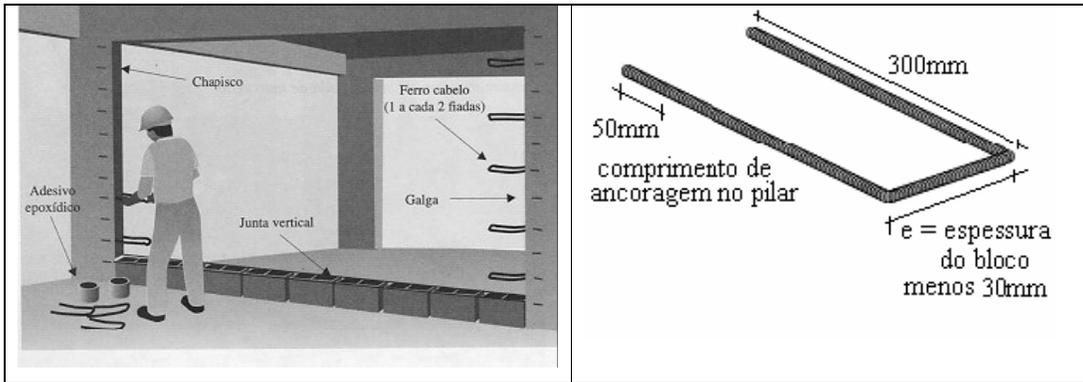


FIGURA 6 – Procedimento da ancoragem da alvenaria no pilar.
(Medeiros e Franco, 1999).

- O emprego de telas metálicas eletrosoldadas para melhorar a ancoragem das paredes aos pilares foi descrita em estudo experimental de Medeiros e Franco (1999), como sendo uma excelente solução com ganhos sensíveis de resistência quando a junta horizontal de argamassa era preenchida e a tela era centralizada, conforme demonstra a figura 7.
 - i. A complementação da ancoragem da tela se dá por cantoneiras destinadas à fixação de telas no pilar, que se apresenta com melhores resultados que simplesmente a fixação direta da arruela, por cobrir mais fios.
 - ii. O correto preenchimento da junta vertical entre pilar e parede é fundamental para o desempenho da ligação, uma vez que a aderência tem capacidade de resistir às fissuras de interface.
 - iii. A tela soldada aparafusada ao pilar, a cada 2 fiadas deve ter fios com diâmetros até 2,1 mm uma vez

que as alvenarias de vedação necessitam ter deformação elástica.

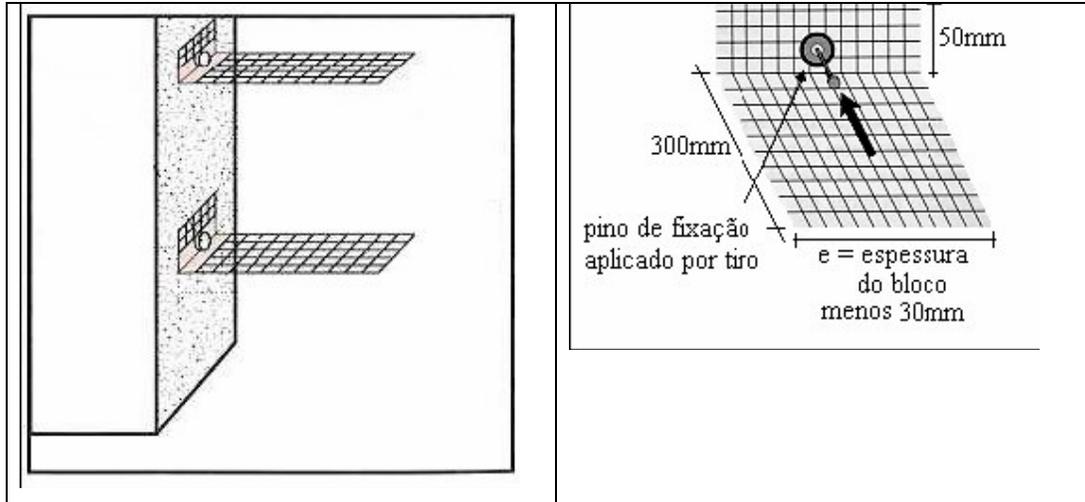


FIGURA 7 – Tela de ancoragem das alvenarias ao pilar.
(Medeiros e Franco, 1999)

b) Vergas e contra vergas

Para Franco (2004), as alvenarias devem ser projetadas em função do tipo de revestimento que irão receber; convencionais como: cerâmicas, revestimentos argamassados, pinturas e pedras assentadas; e sistemas afastados como as placas de rochas com insertes metálicos, que requerem cuidados técnicos a fim de minimizar as ações de manutenção.

Para THOMAZ (1985 e 1989), as alvenarias devem ser projetadas de modo a neutralizar as zonas de concentração de tensão geradas principalmente entorno dos vãos das esquadrias, tais esforços são demonstrados na figura 8, os quais causam cisalhamento que serão responsáveis por diversas fissuras, em especial as configuradas com a forma de linha a 45° a partir dos cantos dos vãos. Sendo assim, a presença de vãos nas alvenarias exige a construção de pequenas vigas de concreto, que podem ser moldadas *in loco*, ou pré-moldadas dentro ou fora do canteiro de obras, denominadas de verga quando posicionada na parte superior do vão e contravergas quando posicionada na parte inferior do vão, que devem ser

dimensionadas conforme a tabela 3, de modo a distribuir os esforços concentrados e neutralizas as manifestações patológicas.

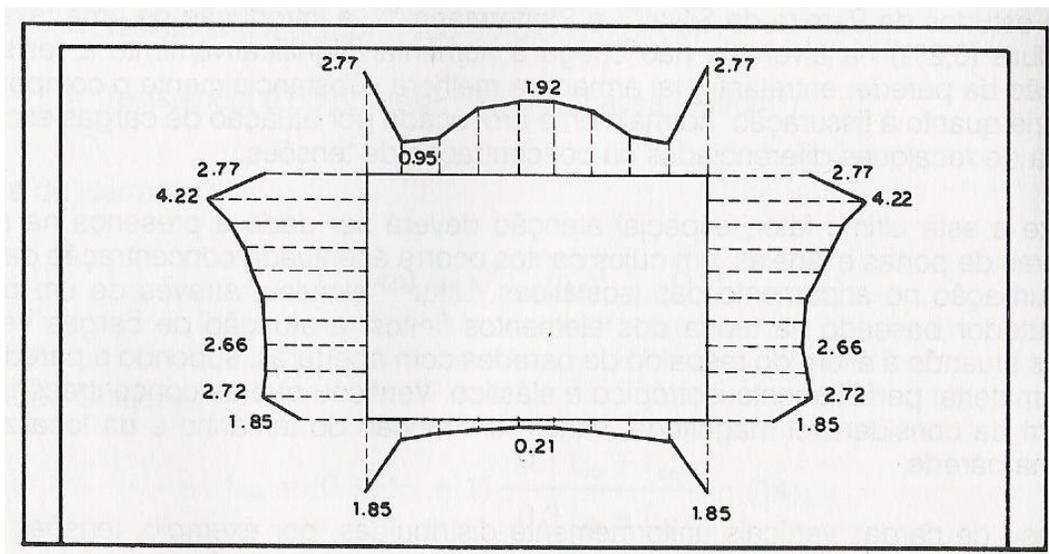


FIGURA 8 – Fatores de majoração das tensões ao longo da janela presente na parede. (Thomaz, 1989).

A execução de verga nas alvenarias também deve contemplar os vãos de portas que sofrem os mesmos esforços de portas dos vãos de janelas, assim, as variáveis consideradas são; o comprimento da parede, e a largura da vão à parede, para casos em que o vão da esquadria tiver o mesmo tamanho da parede a contraverga deve se estender de pilar a pilar.

TABELA 3 – Dimensionamento de vergas e contravergas. (CEHOP, 2004)

| Medidas em cm | Todas as vergas | Vergas sob alvenaria | | Vergas sob laje | | Contra - vergas (**) | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------|----------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|
| | | $90 \leq L \leq 180$ | $180 \leq L \leq 300$ | $90 \leq L \leq 120$ | $L > 120$ | $60 \leq L \leq 150$ | | $150 \leq L \leq 300$ | |
| Largura dos vãos (L) | $L \leq 90$ | $90 \leq L \leq 180$ | $180 \leq L \leq 300$ | $90 \leq L \leq 120$ | $L > 120$ | $60 \leq L \leq 150$ | | $150 \leq L \leq 300$ | |
| Comprimento da parede (C) (***) | QQ | QQ | $C < 800$ | $C < 600$ | QQ | $C \leq 600$ | $600 \leq C < 1000$ | $C < 600$ | $600 \leq C < 800$ |
| Altura peça mínima | 5 | 10 | 12(*) | 10(*) | 12(*) | 5 | | | |

(*) Necessita de cálculo específico.

(**) Dimensões de apoio válidas para paredes sobre vigas. Vãos menores que 60 cm não necessitam de contraverga.

(***) Distância entre os apoios da viga que suportam a parede.

O posicionamento da execução das vergas e contra vergas com a interface dos tijolos é observada na figura 9, onde há também a necessidade destas peças serem dimensionadas em função da altura do tijolo, uma vez devem formar um conjunto de alvenaria coeso e sem falhas.

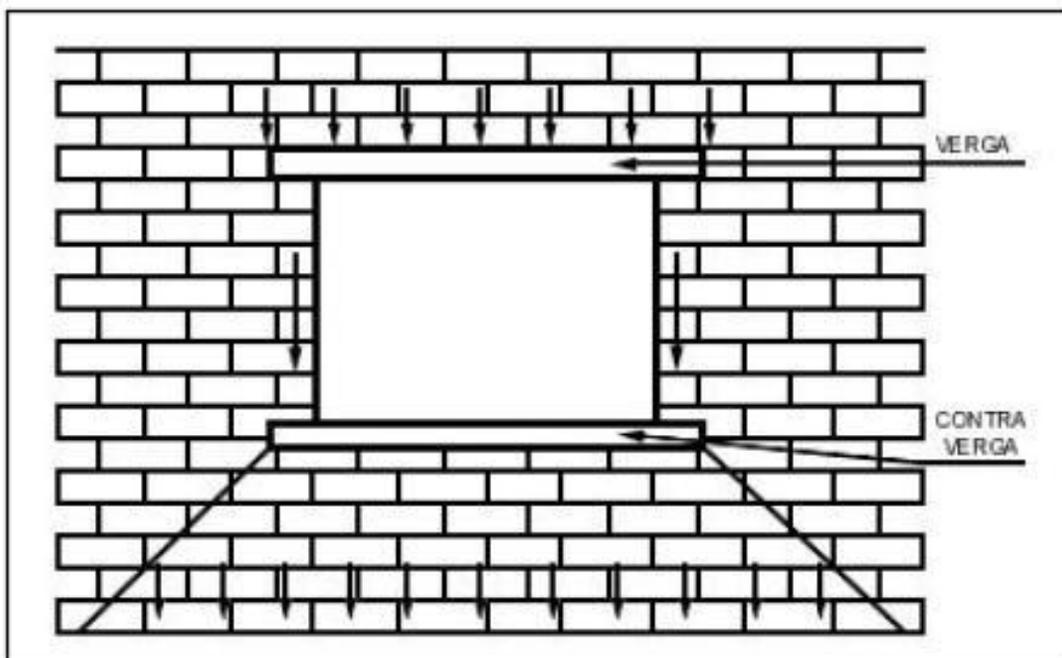


FIGURA 9 - Posição da verga, contra verga e linha de fissura da alvenaria abaixo da janela.

(Franco 2004).

No caso de janelas sucessivas, executa-se uma só verga com secção que pode ser no mínimo 30 cm ou 1/5 do vão ou calculadas conforme demonstra a figura 9.

- c) Execução do respaldo ou encunhamento – ligação da alvenaria à estrutura.

O respaldo é a região de encontro entre o topo da alvenaria e a estrutura do pavimento superior e deve se esperar o maior tempo possível para executar esta atividade, em face da ocorrência de acomodação e deformação lenta na estrutura em função das cargas exercidas pelas alvenarias. Em execuções prematuras destas ligações podem ser responsáveis pelas fissuras devido à retração da argamassa de assentamento da alvenaria e transmissão de esforços da estrutura à alvenaria.

- A ligação rígida – a alvenaria participa da estrutura, cunhas de concreto e argamassa com expansor e encunhamento com tijolos maciços que segundo Thomaz (1985) este material possui pequeno módulo de deformação e sua execução necessita de espaço com 15 cm livre conforme mostra a figura 10, enquanto que para o preenchimento com argamassa expansiva é necessário 2 a 3 cm entre a alvenaria e a estrutura.

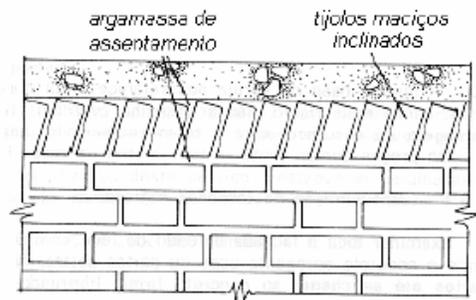


FIGURA 10 – Posição do encunhamento.
(Ripper, 1984).

- Não rígida – nas alvenarias ligadas à estrutura há pequenos esforços como em pórticos de grandes vãos, lajes cogumelo, estruturas em balanço. As juntas entre os componentes estruturais e da alvenaria devem ser executadas com material deformável com espaço de 1,5 a 2,5 cm entre a alvenaria e a viga sendo preenchido com argamassa por instrumento de bisnaga, sendo que a argamassa deve ser rica em cal; traço 1;3;12.

- Flexível. – alvenaria desvinculada da estrutura. Para Thomaz (1985) deve haver junta de dessolidarização entre a parede e a estrutura com o uso de material deformável como elastomérico – espuma de poliuretano e mástiques – com cuidados especiais nas fachadas para não haver penetração de umidade.

d) Juntas de controle

- Não preenchidas na vertical

A ausência de preenchimento das juntas verticais dos blocos cerâmicos das alvenarias tem como objetivo básico absorver as deformações oriundas da estrutura, e também da própria alvenaria pela retração e expansão térmica, deformação lenta, através de inúmeros pequenos pontos de deformações que são estas juntas, que podem ser consideradas juntas de trabalho.

As juntas devem ainda ser utilizadas quando os panos de alvenarias são muito extensos, as paredes são rigidamente fixadas à estrutura ou ainda, quando há juntas de dilatação na estrutura, de modo a evitar o surgimento de fissuras e trincas nos revestimentos.

Para panos contínuos de alvenaria de blocos cerâmicos há limites sem encunhamento rígido conforme mostra a tabela 4.

TABELA 4. Pano contínuo de alvenaria de blocos cerâmicos.

| Espessura das paredes em (cm) | Paredes cegas (m) | Paredes com aberturas (m) |
|-------------------------------|-------------------|---------------------------|
| 10 | 10 | 7,50 |
| 15 | 14,00 | 10,50 |

Quanto a falhas de encunhamento e ou respaldo encontradas nas alvenarias da fachada sul, as informações disponíveis dos procedimentos construtivos são de que a execução das alvenarias e dos encunhamentos foram concomitantemente, isto dá indícios da origem do fenômeno patológico, pois Uemoto (2006) argumenta que infiltrações de umidade externa quando

presenciadas na parte interna são contidas pela pintura e no processo de transpiração e evaporação desta umidade vão gerar bolhas e estufamentos.

Para melhor compreensão as referências bibliográficas tratam de três possíveis métodos de encunhamento:

- A alvenaria funciona como travamento da estrutura: é necessária uma ligação efetiva e rígida entre a alvenaria e a estrutura por meio de encunhamento de tijolos maciços a 45º ou argamassa expansiva.
- A alvenaria não funciona como travamento da estrutura, mas a estrutura que a envolve é deformável, neste caso, o preenchimento entre alvenaria e estrutura deve ser com material deformável e ou tijolos maciços com argamassa fraca.
- A alvenaria não funciona como travamento da estrutura e a estrutura que a envolve é pouco deformável, para isto, recomenda-se o preenchimento com a própria argamassa de assentamento.

3.1.3 Detalhamento construtivo dos revestimentos de fachadas.

Maciel e Melhado (1999), afirmam que os detalhes devem ser feitos de forma criteriosa de modo a não serem pontos frágeis nas fachadas e cumprirem cada um sua função de elevar o desempenho das argamassas de revestimento. Para tanto Romero e Simões (1995), argumentam haver necessidade de detalhamentos em: testeira, platibanda, coberturas planas, lajes impermeabilizadas, telhados de coberturas inclinadas, cimalhas no topo de paredes, saliências no corpo das fachadas conforme estudos de Perez (1990), chegam a reduzir em 50% o volume de água sobre as fachadas, assim como a presença de pingadeiras no prolongamento do caixilho das janelas com cuidados especiais de ultrapassar o vão da abertura de no mínimo 2 cm nos dois lados .

Os detalhamentos construtivos são responsáveis pela harmonização dos materiais para o processo de executivo facilitando a construtibilidade e compatibilidade dos elementos que formam as fachadas, não permitindo as omissões construtivas dos acabamentos como pingadeira, calha em beirais,

rufos e algeroz que são responsáveis para aumentar a durabilidade dos componentes (ROMERO & SIMÕES, 1995).

Estatísticas internacionais apontam que mais de 50% das patologias construtivas são oriundas da falta de detalhamento adequado, mas que alguns detalhes de proteção de fachadas são responsáveis pela sensível redução destas estatísticas (ROMERO E SIMÕES, 1995).

Maciel e Melhado (1999) salientam que antes do projeto executivo de detalhamento deve ser feita análise crítica das interferências e devem-se lançar especificações preliminares no anteprojeto do revestimento de modo a compatibilizar a produção tendo as seguintes preocupações:

- Verificar se as especificações preliminares do revestimento com relação às suas características geométricas, aos detalhes e ao tipo de acabamento previsto estão completas e coerentes com as especificações das demais partes do edifício;
- Compatibilizar o alinhamento de pilares, vigas e alvenarias, de forma que sejam evitados recortes desnecessários;
- Compatibilizar as espessuras e o posicionamento das esquadrias das janelas com as espessuras das alvenarias, de forma a minimizar ou eliminar a necessidade de requadros nos revestimentos, bem como permitir o adequado arremate entre o revestimento e a esquadria;
- Verificar a possibilidade do emprego de contramarcos pré-fabricados, assentados juntamente com a alvenaria, que dispensem a necessidade de requadros dos vãos das janelas;
- Verificar, como alternativa, a possibilidade do emprego de peitoris pré-moldados, que dispensam a necessidade do requadro inferior dos vãos das janelas;
- Procurar eliminar a possibilidade de existirem prumadas verticais de água ou esgoto fixadas externamente nas fachadas.

Ainda para os mesmos autores além do projeto executivo devem contemplar as informações do anteprojeto as condições de controle de produção adotados pela empresa executora e as condições de operação no canteiro de obras. Para o revestimento de argamassa devem ser definidos a espessura das camadas, o acabamento superficial, além de definir os detalhes arquitetônicos e construtivos.

Para Ceotto et al. (2005), o detalhamento deve propor soluções para os principais pontos das fachadas:

- a) projeção das fachadas sobre a estrutura de concreto;
- b) elevação das fachadas, posicionamento dos frisos e juntas de movimentação e dimensões dos frisos, e ou juntas de movimentações;
- c) dimensões dos frisos, e moldes para executá-los;
- d) posicionamento e identificação das molduras e outros elementos decorativos, definidos no projeto arquitetônico;
- e) fixação dos elementos decorativos – pré-moldados- que deverá ser compatibilizada e aprovada pelo projetista, fazendo parte do projeto;
- f) Indicação das regiões que deverão receber reforço com tela ou outro material, plantas e elevações;
- g) posicionamento dos balancins fachadeiros e demais equipamentos de transporte e mistura.

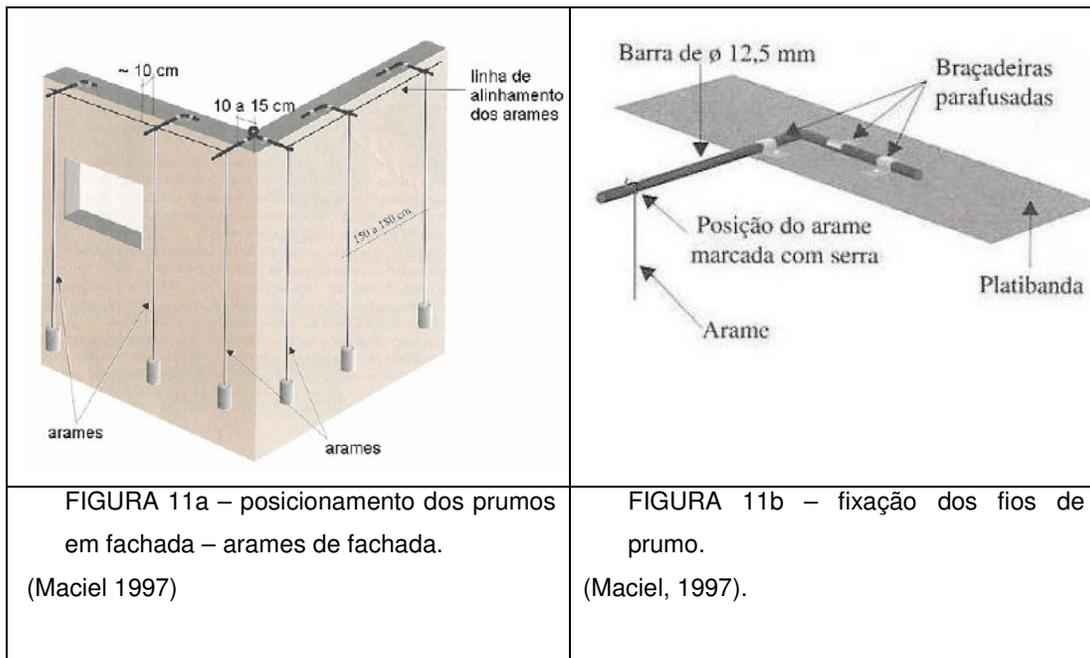
3.1.3.1 Detalhamento de revestimento em argamassa

Maciel (1997) aponta em seus estudos que o projeto de revestimento de argamassa de fachada é fator de preocupação das empresas construtoras e com isto a contratação de consultores se mostrou eficaz, inclusive levando a racionalização da atividade por meio de:

- Definição dos materiais e do traço para a produção da argamassa.
- Definição do ciclo de produção da argamassa.
- Definição dos recipientes adequados para a dosagem.
- Incorporação de importantes etapas de execução do revestimento não realizadas comumente, tais como o mapeamento e taliscamento de fachadas.

Por isto, a seguir são discriminados alguns procedimentos para o plano de revestimento.

- O mapeamento de fachada na primeira descida dos balacins, faz-se por meio da transferência dos eixos principais de locação do prédio para a laje de cobertura e locação dos arames de fachada que devem estar posicionados conforme as figura 11a e 11b. Além disto, se deve medir a distância entre a fachada e os arames à meia altura de cada pavimento para a definição máxima do revestimento que deve ficar em 25 mm para argamassa de cimento, cal e areia.



- O taliscamento deve ser executado com peças de azulejo com a mesma argamassa de assentamento com espaçamento entre si de 1,5m a 1,8m em ambas as direções, em função da régua de alumínio e da altura do trecho sobre o balancim, quando há vãos de aberturas e ou quinas devem ser fixadas de 10 cm a 15 cm de distância destes.

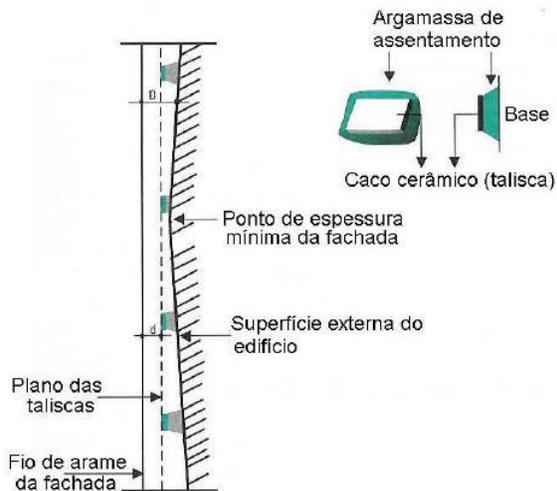


FIGURA 12 – Taliscamento da fachada.
(Baía e Sabbatini, 2000)

TABELA 5 - Espessuras mínimas nos pontos críticos do revestimento de argamassa de fachada.

| Tipo de base | Espessura mínima (mm) |
|---|-----------------------|
| Estrutura de concreto em pontos localizados | 10 |
| Alvenaria em pontos localizados | 15 |
| Vigas e pilares em regiões extensas | 15 |
| Alvenarias em regiões extensas | 20 |

- Os arames de diedro devem ser posicionados nos eixos das quinas, assim como no alinhamento das janelas e saliências da fachada conforme demonstrado na figura 13.

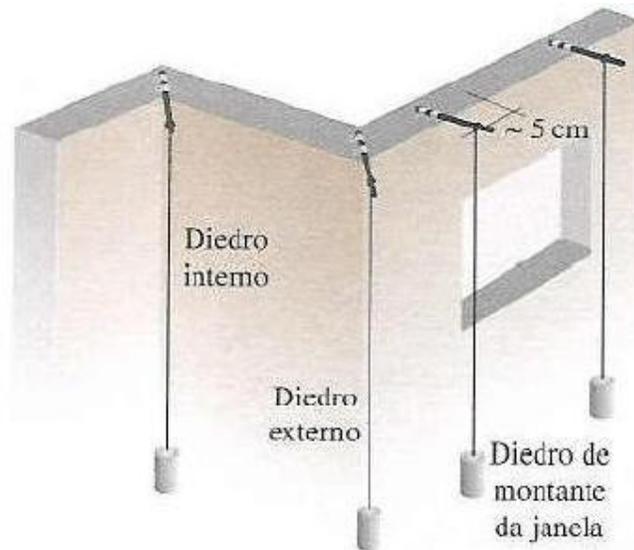


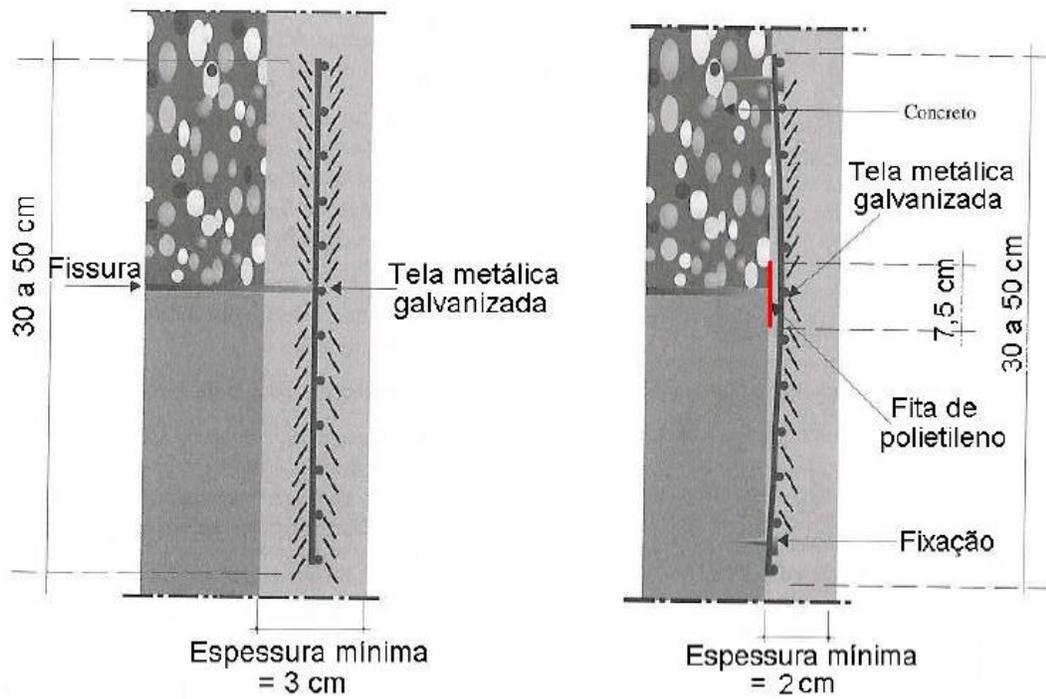
FIGURA 13 – Posição dos fios de prumo na fachada
(Maciel, 1997)

Para a aplicação de argamassa em emboço ou massa única devem ser executadas mestras de referência com 15 cm de largura com no máximo 3 cm de espessura e repetir o procedimento quando a espessura ultrapassar os 3 cm, aplicando o sarrafeamento de baixo para cima.

O Reforço do revestimento com tela metálica.

A execução da tela metálica galvanizada na interface do concreto armado e alvenaria, onde há deformações intensas da estrutura, as quais ocorrem no pilotis e último pavimento, evitam o afloramento de fissuras no revestimento. Há dois tipos de reforço descritos por Maciel e Melhado (1999), as telas devem ser fixadas na alvenaria ou no concreto, por meio de fixadores – grampos, chumbadores e pinos - no entanto em nenhum dos dois casos a tela fica imersa na argamassa.

- O reforço tipo argamassa armada deve ser empregado para revestimentos com espessuras maiores ou iguais a 30 mm.
- O reforço tipo ponte de transmissão para espessura em torno de 20 mm.



Reforço tipo argamassa armada

Reforço tipo ponte de transmissão

FIGURA 14 – Reforço de revestimento com tela metálica
(Maciel e Melhado, 1999)

3.1.3.2 Detalhamento de revestimento em cerâmica

A seguir serão apresentados alguns detalhes importantes para o revestimento em cerâmicas.

O revestimento cerâmico de fachada (RCF) de edifícios é descrito por Medeiros e Sabbatini (1999), como o conjunto monolítico de camadas (inclusive o emboço de substrato) aderidas à base que suporta a fachada do edifício (alvenaria ou estrutura), cuja capa exterior é constituída de placas cerâmicas, assentadas e rejuntadas com argamassa ou material adesivo.

Os autores lembram também que o processo de detalhamento de cerâmicas de fachadas não é levado a sério por empresas construtoras e projetistas que especificam em projeto o termo, “revestimento cerâmico cor tal”, deixando as especificações técnicas para segundo plano. A prática ainda mostra que as preocupações são sempre no revestimento final e que as bases são também relegadas à segundo plano, mas se não construídas corretamente podem comprometer todo o conjunto do revestimento.

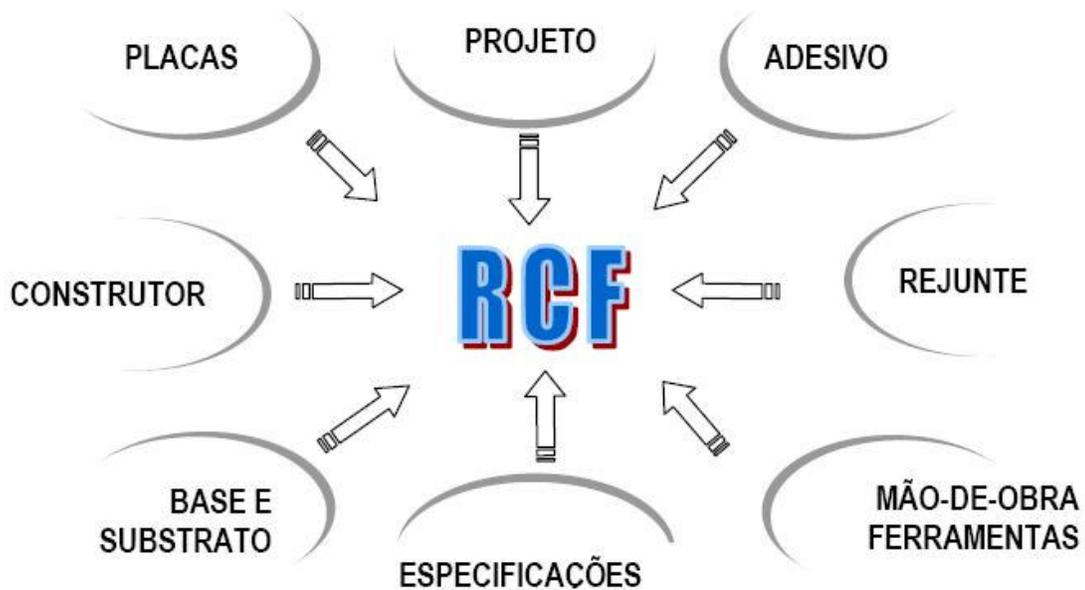


FIGURA 15 - Fatores e agentes que influenciam na qualidade dos Revestimentos em Cerâmica.

(WALTERS, 1992, citado por Medeiros e Sabbatini, 1999).

Para Sabbatini e Barros (2003), o projetista de revestimento vertical de fachadas deve prever que o revestimento permanecerá por toda a vida útil do edifício e a elaboração do projeto deve contemplar:

- Criação de elementos arquitetônicos ou construtivos.
- Definição dos arremates no topo do edifício.
- Definição da execução dos pontos críticos.
- Definição dos painéis de revestimentos.
- Definição das características das juntas entre componentes.

Como relação às características físicas e geométricas do acabamento deve prever: paginação modular dos componentes, dimensões dos componentes, espessuras das juntas, geometria dos painéis, posicionamento das juntas, cores e brilhos, faixas, etc.

Como relação às características dos materiais e componentes deve prever: tipos das peças, argamassa de fixação e dos materiais das juntas, especificações dos componentes decorativos, peitoris, soleiras, goivetes, cantoneiras, etc.

3.1.3.3 Rufos

A presença de rufos também conhecida por cimalthas para alguns autores são construídos por materiais impermeáveis peças de rochas ou metálicas com a função de proteger as partes planas da parede, muros e lajes contra a infiltração das águas provenientes da atmosfera e do uso pela ação de limpeza das fachadas, devem ter projeções tanto para o interior quanto para o exterior de modo a reduzir a área da fachada a ser atingida pela lâmina de água.

Para Oliveira e Sabbatini (2004), os rufos devem ser projetados para evitar que a água, proveniente do painel do último andar ou das lajes planas de cobertura escorram pela superfície da fachada ou se infiltrem pelo painel. Uma outra questão a ressaltar em relação aos rufos é a seleção de seu material, pois esse deve ser resistente à corrosão atmosférica e não manchar a superfície do painel.

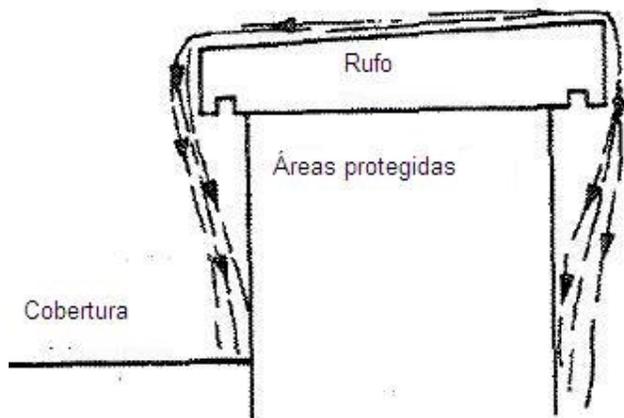


FIGURA 16 – Cimalhas
(Thomaz 1990, citado por Romero e Simões, 1995).

3.1.3.4 Peitoril ou pingadeira

O peitoril é um detalhe que minimiza a ação da água na fachada, pois interrompe o fluxo de lâmina d'água, e deve ser devidamente projetado. O PCI (1989) recomenda que o peitoril ressalte do plano da fachada (superfície externa do painel), pelo menos 40 mm, e apresente um canal na face inferior para o deslocamento da água, denominado de pingadeira.

Baía et al. (1998), recomendam para peitoris em fachadas de alvenaria um caimento mínimo de 7%.

Esses autores ressaltam ainda, que os peitoris devem ser de baixa rugosidade e permeabilidade, para evitar acúmulos de sujeiras.

Para Oliveira e Sabbatini (2003), as pingadeiras, por sua vez, são detalhes construtivos que tem a função de “quebrar” a linha d'água, evitando que a mesma escorra pelas fachadas e lembra que podem fazer parte do peitoril.

Se não houver nenhum tipo de pingadeira ou coletor de água, as águas provenientes das chuvas podem escorrer pela superfície dos painéis, percorrendo toda a altura do edifício, depositando sujeira e manchando a superfície na direção em que a água escorre. Destaca-se que o

posicionamento e geometria das pingadeiras e peitoris devem ser analisados em função do posicionamento das esquadrias.

a) Nas janelas

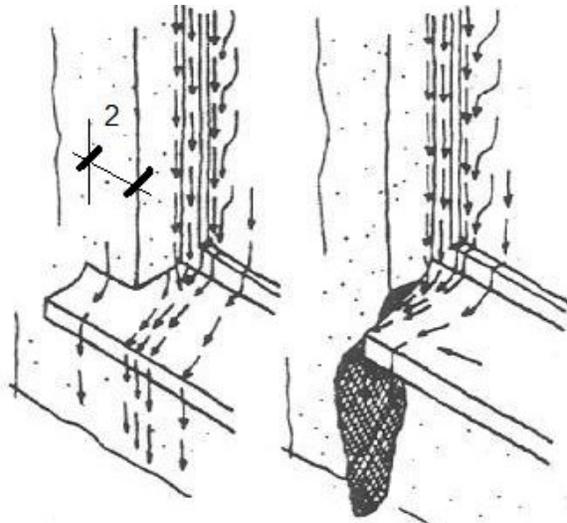


FIGURA 17 – Pingadeira com proteção do fluxo de água da chuva por pingadeira nos dois lados da platibanda.

(Thomaz, 1989).

b) No corpo das paredes

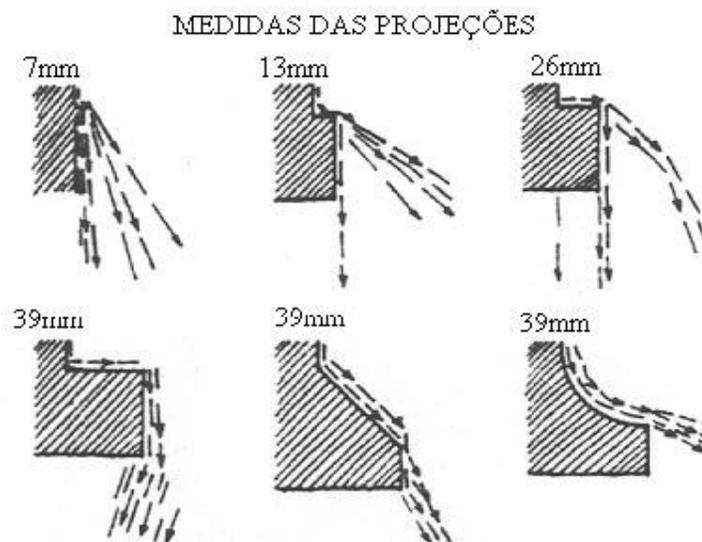


FIGURA 18 - Detalhes e saliências nas superfícies das fachadas (Perez, 1985).

3.1.3.5 Juntas de Trabalho

Para Maciel e Melhado (1999), há ainda a necessidade de juntas de trabalho e reforço do revestimento com tela metálica.

A principal função deste procedimento é induzir a fissuração do revestimento de modo a não permitir a penetração de água na parede, para isto o projeto do revestimento de fachada deve estabelecer o posicionamento - geralmente estão posicionadas a cada pavimento – dimensões, conforme figura 13 e material de preenchimento. Esta junta deve ser executada logo após o desempenho com profundidade igual à metade da espessura do emboço, sendo que para isto devem ser utilizadas ferramentas adequadas para nivelamento e corte.

Para Cavani (2004), os frisos devem coincidir com juntas de dilatação, e por vezes, há a necessidade de rigidez da estrutura para evitar a fissuração, assim como a adequação das interfaces das alvenarias com a estrutura e caixilho que são pontos vulneráveis em fachadas e poderiam ter sido solucionados ainda na concepção arquitetônica ou estrutural.

A inserção de juntas de trabalho nos revestimentos externos a cada pavimento após o desempenho e em profundidade igual à metade da espessura do emboço é um procedimento para impedir a continuidade da lâmina da água nas fachadas. Perez (1985) adverte que nestas juntas a penetração da água pode ocorrer por meio de ação capilar, ação das forças de gravidade, energia cinética das gotas da chuva e ação do vento.

Para Cavani (2004), muitas das vulnerabilidades detectadas em fachadas poderiam ter sido solucionadas ainda na concepção arquitetônica ou estrutural. O problema mais comum diz respeito aos frisos, que precisam coincidir com as juntas de dilatação, além de prever e enrijecer setores da estrutura onde podem ser mais solicitadas para evitar fissuras, com também, prever a perfeita compatibilidade das interfaces entre as alvenarias, caixilharia e impermeabilização.

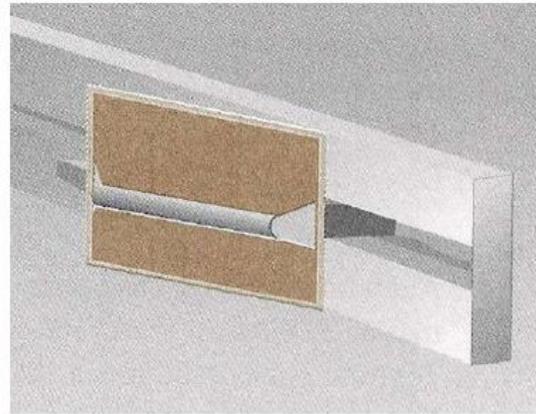
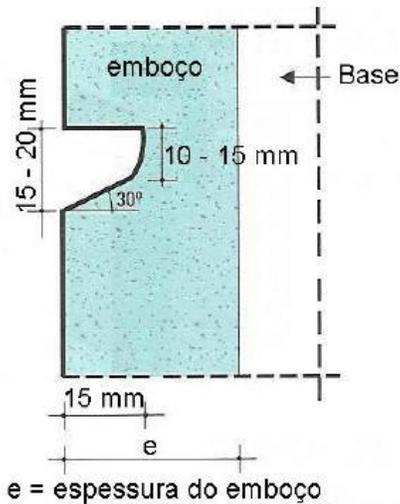


FIGURA 19 – Detalhe construtivo da junta de trabalho.

(Maciel e Melhado, 1999).

3.1.3.6 Juntas de Dilatação

A junta de dilatação entre as partes existente e nova do edifício está exposta a infiltrações ao fluxo de águas da chuva devido à inexistência de tratamento impermeável por silicone ou mastique asfáltica. Para a NBR 6118 (2003), a junta de movimento ou de dilatação em superfícies sujeita à ação de água, deve ser convenientemente selada, de forma a torná-la estanque à passagem (percolação) de água. Para Duarte (1998), existem os princípios modernos do uso de juntas para os diferentes tipos de alvenarias e os critérios práticos e teóricos de dimensionamento. E recomenda a existência de juntas de expansão nas alvenarias em locais onde há mudanças significativas de altura ou espessura das paredes; como também tratamento de material elástico e deformável que impeça a permeabilidade da umidade.

3.1.3.7 Impermeabilização

Para a NBR 8083 (2003), impermeabilizar é proteger os elementos construídos da passagem de fluidos os quais têm procedência proveniente do solo, da atmosfera ou da própria edificação que devem ser adequadamente impermeabilizadas. O primeiro passo é compreender como as fachadas são

atingidas pela umidade e quais são os pontos mais vulneráveis, os quais podem ser considerados; terraços, floreiras de fachada, esquadrias e peitoris, soleiras, e interfaces das paredes com o chão. A falta de projeto de impermeabilização e de especificações executivas são os grandes fatores responsáveis pelas patologias provenientes de umidade nas edificações, tais projetos requerem a partir do projeto arquitetônico, Cunha e Neumann (1979) decisões que permitam o desenvolvimento de um conjunto de detalhes construtivos, como exemplo observado na Figura 20. A NBR 9575 (2003) especifica ainda a obrigatoriedade de projeto de impermeabilização para edificações multifamiliares, além de haver a necessidade de compatibilização com os demais projetos para evitar futuras patologias.

A presença de umidade em impermeabilização é descrita por Farina e Granatto (1991) como sendo uma das principais causas de manifestações patológicas.

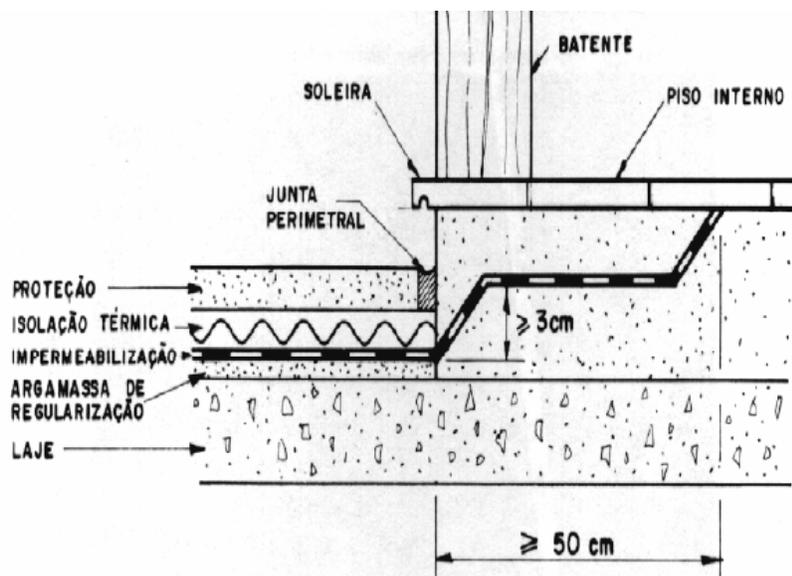


FIGURA 20 - Impermeabilização
(Picchi, 1984).

3.2 Patologias em Fachadas

Os problemas patológicos nos revestimentos verticais de edifícios são resultados de uma série de fatores que podem agir isoladamente ou combinados, uma vez que há constantemente diversos agentes de degradação, diferentes técnicas de execução e materiais. Com relação às técnicas de execução e materiais, há a necessidade de se considerar a inserção constante de novas técnicas e materiais que podem colaborar no surgimento de patologias quando não resolvidos ou avaliados adequadamente antes da aplicação.

Em estudos realizados por Padaratz et al. (1991), através de inspeção visual e sentidos humanos, podem ser identificadas fachadas que têm patologias assim distribuídas: fissuras causadas por fatores como a dilatação térmica, radiação, bolor proveniente de umidade, corrosão das armaduras do concreto armado e problemas de pintura.

Para Romero e Simões (1995) e Romero e Vianna (2003), as patologias encontradas têm como origem os pormenores técnicos vinculados ao projeto, como à execução das obras, os materiais e outros motivos externos ao canteiro. Para sanar esses problemas, há necessidade de adotar terapias preventivas e corretivas; as preventivas, dizem respeito ao projeto, e as corretivas à execução da obra, uso e manutenção dos edifícios. Faz-se necessário também projetar os revestimentos de fachada com material durável, aliado à inserção da cor, bem como de desenho que revele a valorização plástica mínima dos edifícios, dando-lhes o caráter necessário.

As deteriorações de fachadas são apontadas por Verçosa et al. (2004), tendo origem nas saliências de vigas que acumulam águas, que são absorvidas por capilaridade dos materiais, ocasionando patologias precoces; nas caixas de ar condicionado, que provocam presença de sujeiras nas fachadas; drenagem insuficiente nas marquises, quinas e cantos no topo dos edifícios e peitoris de janelas mal executados.

Em estudos realizados por Resende, Uemoto e Medeiros (2004), foi evidenciado que as patologias de fachadas estão associadas ao elevado teor de umidade do substrato ou no ambiente, gerado por:

- Condições climáticas: intensidade e direção dos ventos, chuva, orientação da fachada, pois as fachadas sul sempre apresentam maior incidência de agentes biológicos.
- Projeto da edificação, sua forma, altura e orientação: os detalhes podem influenciar na forma pela qual a água da chuva escoar sobre as paredes, a orientação define o grau de exposição do edifício à chuva, ao vento, e à radiação solar.
- As regiões de fachada: tais como parapeitos de janelas e platibandas, apresentam maior acúmulo de umidade e conseqüentemente condições mais favoráveis ao desenvolvimento de fungos.
- A constituição da microestrutura dos materiais: os quais podem permitir com maior ou menor intensidade a penetração de umidade e a partir disto desencadear o surgimento de fungos e bactérias nocivas à durabilidade destes materiais e componentes.

3.2.1 Agentes de Degradação

Para Lichtenstein (1986), o conjunto de agentes agressivos que sofre cada edifício, interage com ele produzindo um leque de fenômenos físicos, químicos e biológicos e alguns destes podem causar manifestações patológicas e como conseqüência, queda de desempenho.

A umidade é descrita por Perez (1986), como sendo a responsável por mais de 60% dos problemas de durabilidade das fachadas durante sua vida útil e a mais difícil de ser resolvida, principalmente no que se refere aos edifícios, pela falta de acessibilidade para manutenção, grande incidência de ações climáticas, vento, chuva e sol.

Dos fatores provenientes da atmosfera, a temperatura, é um dos agentes mais agressivos aos revestimentos de fachadas de edifícios provocando variações físicas e químicas nos materiais, gerando fissuras, descolamento e rupturas, principalmente nos revestimentos porosos, por absorverem água, umidade e radiação solar, ocasionando grandes tensões nas interfaces dos componentes.

Perez (1985) sugere que o revestimento nos topos dos componentes construtivos bem como, nas fachadas por meio de detalhes construtivos de ordem arquitetônica que possuam saliências são capazes de dissipar os fluxos de águas das chuvas.

A penetração da umidade nos componentes construtivos é descrita por Nappi (2006), como sendo inversamente proporcional ao diâmetro dos seus poros, ou seja, quanto menor forem os poros, maior será a distância, ascendente ou descendente que a água poderá atingir.

As manchas escuras, citadas por Qualharini (1997) e Resende et al (2002) são anomalias, como sendo a biodeteriorização dos componentes por fungos e bactérias que se nutrem da umidade contida nestes elementos e da radiação solar incidente.

Para Flauzino & Uemoto (1988), agentes como a radiação solar, principalmente, a radiação ultravioleta na degradação dos polímeros, água, temperatura, constituintes do ar, uma vez que além dos efeitos intrínsecos de sua ação sobre os materiais e componentes, propiciam as condições favoráveis para ocorrência de outras formas de degradação, como a degradação biológica e a incompatibilidade física e química dos componentes.

Observa-se que a presença de umidade e a incidência solar sobre estas são responsáveis pelos vapores que na tentativa de migração para o ar atmosférico são os principais causadores de bolhas nos revestimentos de pintura, e segundo Uemoto et al, (1995), a presença de umidade leva ao processo de biodeterioração de pinturas pela presença de agentes biológicos, quando são influenciados pelo vento, temperatura e sol.

3.2.2 Tipos de Patologias em Fachadas

Existem várias formas de manifestações patológicas em fachadas e para Sabbatini et al (2006) todas estas manifestações têm uma causa, uma natureza e uma origem que são resultantes por haver falhas no sistema, tais falhas decorrentes de materiais, de execução e de projetos. Os erros de projetos são por incompatibilidade geométrica e falta de especificações por não considerarem as características dos materiais na construção das vedações e

dos revestimentos. A seguir serão apresentados três grandes grupos de manifestações encontradas em fachadas: patologias relacionadas à pintura - tintas; patologias relacionadas à argamassa, e patologias relacionadas à cerâmica.

3.2.2.1 Patologias na Pintura

São patologias encontradas na camada superficial das fachadas e a origem do problema está na tinta ou na pintura.

As pinturas são os elementos construtivos mais atingidos por patologias em face de que, além das patologias que ocorrem especificamente neste material, as oriundas de fissuras, trincas em alvenarias e estruturas de concreto normalmente atingem o revestimento de pintura. Diante disto, estudo realizado por Rocha et al. (2002), mostra que as patologias mais expressivas em pintura são: eflorescência, saponificação, desagregação, destacamento, manchas por pingos de chuva, crateras, enrugamento, trincas, bolhas e fissuras. Estas anomalias são em grande parte originadas pela umidade, cura insuficiente e alcalinidade.

Uemoto et al. (1995), cita os fatores bióticos e abióticos como sendo os responsáveis pelas patologias em tintas.

Dentre os bióticos se destacam as bactérias, fungos, algas e líquens. Os fungos, pela fácil adaptabilidade a variações de temperatura, poucos nutrientes e baixa umidade, são os principais responsáveis pelas patologias em tintas. As algas e líquens são organismos fotossintetizantes, portanto, onde há presença de luz solar propicia sua nutrição. As maiores incidências estão nas fachadas e acabam por desconfigurar a superfície e quando a pintura é aplicada sobre superfície fissurada os danos são ainda maiores, pelo desenvolvimento de agentes biológicos no interior dos componentes da edificação. Os líquens são encontrados nas alvenarias de forma incrustada, ou seja, como uma camada fina e firmemente aderida ao substrato ou com uma forma folhosa que é de formato chato em rosetas e não tão aderida ao substrato. Os abióticos são de mais incidência nos países tropicais devido à

associação a fatores como a energia solar, que nutre os organismos pelo processo de fotossíntese.

O acabamento final deve considerar, além do aspecto estético, as condições de exposição a que estará submetido o revestimento. A aplicação de texturas rugosas em revestimentos externos dissimula melhor os defeitos da base e ou do revestimento. No entanto, em regiões com maior índice de poluição atmosférica devem-se preferir revestimentos com acabamentos lisos. Estes, quando associados a uma superfície pouco porosa dificultam a fixação de poeiras e micro-organismos conservando, desta forma, mais eficientemente as características estéticas da fachada.

Os principais problemas constatados com relação à pintura são apresentados a seguir:

a) Bolhas

Muito presentes em paredes externas, geralmente são causadas pelo uso da massa corrida PVA ou massa corrida muito fraca, a qual também pode provocar bolhas.

b) Crateras

Esse problema ocorre devido à presença de óleo, graxa ou água na superfície a ser pintada, e também quando a tinta é diluída com materiais não recomendados como gasolina, querosene, etc.

c) Desagregamento

Manifestam-se pela destruição ou descascamento da pintura, que se esfarela, destacando-se da superfície juntamente com partes do reboco que se

torna pulverulento. Esse problema ocorre quando a tinta foi aplicada antes que o reboco estivesse curado. A carbonatação do reboco se dá pelo processo de reação do gás carbônico com óxidos metálicos provenientes do próprio reboco que contém cal. A correção se dá pela raspagem e correção das imperfeições profundas do reboco com argamassa e, após a cura, aplica-se a base de fundo com solventes e pintura.

d) Descascamento ou falta de aderência

O descascamento da tinta pode acontecer quando a pintura for executada sobre caiação, sem que se tenha preparado a superfície. A aderência da cal sobre a superfície não é boa, constituindo camada cheia de pó. Portanto, qualquer tinta aplicada sobre caiação está sujeita a descascar-se rapidamente.

O descascamento da tinta também pode ocorrer quando, na primeira pintura sobre reboco, a primeira demão não foi bem diluída, ou havia excesso de poeira na superfície. Neste caso, lembramos que, quando se deseja aplicar a tinta diretamente sobre o reboco, a primeira demão deve ser bem diluída.

e) Eflorescências

São manchas esbranquiçadas que surgem na superfície pintada. Isto acontece quando a tinta foi aplicada sobre o reboco úmido. A secagem do reboco dá-se pela eliminação de água sob a forma de vapor, que arrasta materiais alcalinos solúveis como o hidróxido de cálcio do interior para a superfície pintada, onde se deposita, causando a mancha. A eflorescência pode acontecer, também, em superfícies de cimento-amianto, concreto, tijolo, etc.

Para prevenir a ocorrência desta patologia o reboco deve estar curado e seco para receber a pintura, enquanto que para a correção sem desagregamento, a superfície também deve estar seca para receber fundo a base de solvente o qual possui grande resistência à alcalinidade, e repintar.

f) Enrugamentos

Este problema ocorre quando a camada de tinta se torna muito espessa devido a uma aplicação excessiva de produto, seja em uma demão ou sucessivas demãos, sem aguardar o intervalo entre demãos, ou quando a superfície no momento da pintura se encontrava com alta temperatura.

g) Manchas

As manchas podem ser provenientes de pingos de chuva logo após a pintura, os quais trazem à superfície materiais solúveis. A correção deve ser feita por meio de molhagem contínua e homogênea de toda a superfície pintada.

Existem também as provenientes do mofo, que são manchas que aparecem normalmente sobre a superfície, e por se tratar de um grupo de seres vivos se proliferam em condições de clima favoráveis, como em ambientes úmidos, mal ventilados ou mal iluminados.

h) Saponificações

A causa é a alcalinidade natural do reboco pela utilização de cimento e cal, que na presença de umidade, reage com a acidez (característica de alguns tipos de resina, acarretando a saponificação) se manifestando pelo aparecimento de manchas na superfície pintada (freqüentemente provoca descascamento ou destruição da tinta PVA) ou pelo retardamento indefinido da secagem de tintas à base de resinas alquídicas (esmaltes e tintas a óleo). Nesse caso, a superfície apresenta-se sempre pegajosa, podendo até escorrer óleo.

Para prevenção da ocorrência é necessário que o reboco esteja seco e curado assim evita possíveis defeitos decorrentes da alcalinidade, além de se aplicar uma demão de fundo à base de solvente resistente a alcalinidade.

Para a correção de pinturas em tinta látex deve-se partir da raspagem e escovação da superfície, eliminando as partes soltas e mal aderidas, a seguir aplicando-se fundo a base de solvente de grande resistência à alcalinidade.

Para a correção de pinturas à base de resinas alquídicas deve-se remover totalmente a tinta com solvente, raspando e lixando, em certos casos utilizando maçarico quando há dificuldades de partes bem agregadas, e em seguida aplicam-se duas demãos de fundo a base de solventes com grande resistência à alcalinidade e repintar.

3.2.2.2 Patologias na Argamassa

São patologias mais profundas e, portanto com um nível maior de dificuldade para serem resolvidas.

Crescêncio (2003), afirma que o revestimento de argamassa tradicional para fachadas de edifícios, aplicado em múltiplas camadas, usualmente o “chapisco”, o “emboço” e o “reboco”, vêm sofrendo profundas alterações visando reduzir etapas de produção, aumentar a produtividade, diminuir o consumo de materiais e, por conseqüência, reduzir os custos finais. Com isso, deu lugar ao revestimento de camada única para aplicação de pintura, e, mais recentemente, vem abrindo espaço para o revestimento decorativo monocamada (RDM) que, além de ser aplicado em pequenas espessuras, prescinde dos sistemas de pintura.

No entanto, ainda segundo Crescêncio (2005), as pesquisas em fachadas revelaram que este sistema de revestimento apresentou diversos tipos de patologias como: fissuras, trincas, eflorescência e diferenças de tonalidade na pintura.

Os revestimentos dos edifícios representam uma parcela significativa do custo total, interferem decisivamente no planejamento da execução e são uma das maiores fontes de problemas patológicos.

Para Barros (1996), as argamassas para revestimento não apresentam a mesma evolução que se verifica no campo das estruturas e da alvenaria. A falta de interação entre os elementos da construção e os materiais é responsável pelo aumento dos problemas patológicos nos revestimentos.

Salienta ainda que os revestimentos sejam muito finos para que se utilize uma mesma argamassa para quase tudo.

Em Techné (2003), apesar da maior oferta de argamassas e do compromisso dos fabricantes com a qualidade dos produtos, cada vez mais trincas e fissuras são visíveis nas edificações. Problemas aparentes nas fachadas incomodam também no interior dos edifícios. As patologias em argamassa de assentamento podem ter origem em diversos fatores: tempo reduzido de execução, falta de preparo da superfície, projetistas, fabricantes de argamassas, construtoras e aplicadores.

Ainda segundo Techné (2003), a camada única do revestimento associada com a redução da espessura da camada objetivando a redução dos custos de produção deixa o revestimento suscetível às movimentações higrotérmicas da obra e às ondulações de paredes estruturais.

Para Ferreira Neto et al. (2004), as patologias dos revestimentos de fachada comprometem a imagem da Engenharia e Arquitetura do país, sendo uma agressão às vistas da população, à integridade das edificações e ferindo o conceito de habitabilidade, direito básico dos proprietários das unidades imobiliárias, além da desvalorização natural do imóvel devido aos aspectos visuais. A base dos revestimentos (alvenaria ou concreto) sem o adequado acabamento final torna-se vulnerável às infiltrações de água e gases, o que conseqüentemente conduz a sérias deteriorações no interior dos edifícios, podendo ser as mesmas de ordem estética ou até mesmo estrutural.

Baseado em estudos Bauer (1987), afirma que as falhas podem ser causadas por deficiências de projeto; por desconhecimento das características dos materiais empregados ou emprego de materiais inadequados; por erros no proporcionamento da mistura; por má aplicação do revestimento; por estarem em desacordo com as normas técnicas; e por fatores externos ao revestimento.

Cincotto e Barros (1988) classificam as patologias em argamassa, da seguinte forma:

- Patologias quanto à procedência:

Neste caso a causa decorre da qualidade dos materiais utilizados. Os revestimentos são avaliados pelos seus aspectos estéticos, mas os fenômenos

patológicos podem se apresentar a partir de fatores externos aos revestimentos ou a partir da má seleção de materiais, mistura e ou aplicação derivando em problemas nas paredes. Neste sentido, na pintura fissurada, destacando a argamassa do reboco de forma parcial ou total, tem-se como consequência à formação de manchas de umidade e formação de eflorescência e vesículas.

Existem alguns fatores que devem ser levados em consideração:

a) Agregados

A presença de aglomerados argilosos, pirita, mica e matéria orgânica que por sua vez provocam a formação de vesículas pela presença de torrões argilosos no reboco. Assim como a oxidação de pirita e as concentrações de ferruginosas causando a expansão nos revestimentos.

b) Cimento

Quanto maior for a finura do cimento, maiores são as chances de retração por secagem nas primeiras 24 horas, podendo ser contornada a partir da incorporação de aditivos de incorporador de ar, excussão feita ao chapisco.

c) Cal

A presença de óxido de magnésio na cal, por ter uma reação lenta, tende a provocar descolamento do reboco ainda mais se estiver associado à fonte de calor como o sol.

Em estudo apresentado por De Mori e Piaceski (2004), foi relatado que um dos principais problemas nas argamassas é a falta de qualidade, de dosagem por uso indiscriminado da cal sem a devida hidratação.

Cal sem a devida extinção, antes da aplicação, terá ou sofrerá reações de hidratação após a aplicação com o inconveniente de aumento de volume, o que provoca o empolamento do revestimento e o consequente destacamento.

d) Traço

Traços ricos em cimento são as causas descritas como sendo as responsáveis pelas grandes retrações dos revestimentos. Assim como em argamassas magras não há resistência de aderência, provocando descolamento e desagregação.

- Patologias quanto aos tipos:

a) Manchas

Eflorescências

Este fenômeno é o depósito de sais e metais alcalinos sobre a superfície, geralmente provenientes do substrato ou base, sendo necessários três fatores concomitantes para que isto ocorra; água, corpo poroso e sais solúveis. Havendo pressão hidrostática a umidade transporta os sais solúveis até a superfície do material ou componente através da sua porosidade, e em seguida ocorre a evaporação da água provocando a precipitação dos sais que se depositam na forma de pó na superfície causando manchas brancas com aparência estética ruim.

Bolores por fissuração

Morales (1996) argumenta que as condições de exposição a chuvas e ciclos contínuos de secagem das fachadas propiciam as manifestações de fissuras e a partir disto o desenvolvimento de colônias de fungos que se proliferam em presença de esporos pelas condições adequadas de umidade existentes.

b) Vesículas

São originadas a partir de matéria orgânica na composição da argamassa, normalmente formada por torrões argilosos que causam a desagregação do revestimento.

c) Perda de aderência – desagregação

A desagregação pode ocorrer devido ao excesso de elementos finos na areia e pela aplicação de cal na argamassa que não esteja completamente hidratada.

d) Descolamentos

Para Cincotto (1988), o descolamento em revestimento de argamassa tem como principal fator o uso de cal não hidratada adequadamente, hidratação incompleta da cal, má qualidade da cal, preparo inadequado da pasta de cal.

Os descolamentos por empolamento provêm da cal aplicada não estar completamente hidratada, logo, a cal se hidrata com o passar do tempo ocasionando o destacamento do reboco ao emboço, com formação de bolhas que progressivamente aumentam de tamanhos. Nas argamassas mistas com presença de cimento portland a expansão é ainda maior devido à rigidez das argamassas.

Os descolamentos em placas ocorrem na interface do reboco e emboço com a base, as causas desta anomalia podem estar em:

1. Argamassas ricas em aglomerantes com espessuras superiores a 2 cm causando elevadas tensões de tração na interface dos componentes;
2. Grandes variações de temperatura, provocando tensões de cisalhamento. Execução do chapisco com areia fina que compromete a aderência. Tal aderência constitui-se numa camada rugosa pela fixação da nata de cimento nos poros da base, os quais devem estar abertos para melhor aderência, possibilitando a ancoragem da argamassa sobre o chapisco.
3. A ausência de água na base, para hidratação dos grãos de cimento da pasta da argamassa, assim como resíduos de poeira na base.

e) Fissuras nas fachadas

As fissuras são provocadas por tensões oriundas de atuação de sobrecargas ou de movimentações de materiais, dos componentes ou da obra

como um todo. Movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade; atuação de sobrecargas ou concentração de tensões, deformações excessivas das estruturas, recalques diferenciados das fundações, retração de produtos à base de ligantes hidráulicos e alterações químicas de materiais de construção (THOMAZ, 1989).

Segundo o autor também há preocupação no diagnóstico dos mecanismos de fissuras para orientar decisões de recuperação de componentes, assim como a adoção de medidas preventivas a partir da elaboração de projetos e especificação e controle de materiais e serviços.

Neste contexto há preocupação no diagnóstico dos mecanismos de fissuras para orientar decisões de recuperação de componentes, assim como, a adoção de medidas preventivas a partir da elaboração de projetos e especificação e controle de materiais e serviços.

Para evitar fissuras nas junções da alvenaria com estruturas de concreto, colocam-se telas de aço galvanizado e fibra de vidro antes da aplicação de argamassa de emboço.

Para Padaratz (1991), as fissuras possuem origem em diversos fatores tais como; movimentações térmicas, retração do concreto, recalque das fundações, defeitos de projeto e de execução.

Para revestimentos com espessura superior a 4 cm recomenda-se a utilização de tela fixada com pinos à base, cravados com pistola apropriada, com espaçamento de 40cm.

Para Morales (1996), a causa desta manifestação de fissuração de revestimento de argamassas de fachada se deve predominantemente pelo uso de areia excessivamente fina como módulos de finura inferior a 1,8 e alto teor de material fino na composição da argamassa de revestimento. Manifesta-se desagradável sob o aspecto estético, como também de forma lenta e progressiva afeta a pintura, o reboco e o emboço aumentando a ocorrência de infiltrações e de percolação de água da chuva através das paredes de vedação.

Em experiências científicas o autor propõe um método de estucagem das patologias onde aplica um traço com 30% de resina e 5% de água em relação à massa do primeiro, este produto tem a capacidade de absorver os efeitos de retração e expansão térmica sofridas ciclicamente pelo material

neutralizando. Essas tensões são responsáveis pela reincidência após certo intervalo de tempo de execução do reparo das fissuras.

Ocorre por desagregação espontânea, com o esfarelamento da argamassa, devido à falta e carbonatação da cal existente na argamassa, principalmente quando se aplica pintura em intervalos de tempo pequenos, após a execução do reboco.

Também quando se substitui a cal por material que não apresente propriedades pozolânicas, as quais propiciam a plasticidade à mistura, quando da cura ocorrem tensões de tração provocando a desagregação da argamassa.

O uso de argamassas com aglomerantes hidráulicos e com pouca água para a hidratação deste aglomerante provoca a friabilidade, que também é estimulada pela utilização de argamassa semi - pronta ou utilizadas com data de validade vencida.

3.2.2.3 Patologias em Cerâmicas

As patologias em cerâmicas são patologias encontradas em revestimentos, causadas por vários fatores como: choque térmico, expansão por umidade e falhas no assentamento. Dentre os problemas patológicos normalmente encontrados em revestimentos cerâmicos aquele que encontra maior destaque é o desprendimento dos elementos cerâmicos da sua base. Entretanto, além destas, existem ainda patologias de outras naturezas, dentre elas: a ocorrência de eflorescências e o surgimento de fissuras e trincas, tanto no elemento cerâmico, como no rejunte. Essas patologias representam as maiores causas de falhas no subsistema, revestimento cerâmico, quando utilizado em fachadas de edifícios. As principais patologias são apresentadas a seguir:

a) Destacamento

Ocorrem destacamentos nas cerâmicas pela falta de chapisco, neste caso não há aderência suficiente para o reboco, pela aplicação de produtos

orgânicos, tipo desmoldante, o que fecha os poros do substrato e impede a penetração da nata de cimento, ou até mesmo a ausência de rugosidade do substrato.

b) Eflorescência

Em corpos de revestimento cerâmico, diversos autores demonstram em suas pesquisas que falhas de rejunte são os maiores fatores de penetração de umidade no substrato, juntamente com falhas de especificação de produtos com elevada porosidade sujeitos a freqüente ação da água. Em blocos cerâmicos de vedação, podem ser considerados os agentes causadores os sais solúveis no componente.

Em peças cerâmicas os procedimentos de limpeza com produtos industrializados não são recomendados e geralmente quando feitos não apresentam resultados satisfatórios, devido à presença de carbonato de cálcio. No entanto, alguns procedimentos podem ser tomados: execução adequada de detalhes em pontos mais agredidos pela umidade e ou produtos de limpeza; limpeza das juntas antes da aplicação do rejuntamento; substrato sem falhas com acabamento desempenado grosso e com planeza adequada; atendimento a norma de argamassas de assentamento a respeito dos tempos em aberto, de vida e de liberação ao uso das argamassas e do rejuntamento. De um modo geral a eliminação de água é o fator básico para a correção do problema

c) Perda de aderência (descolamento)

O descolamento ocorre sempre na interface de materiais e componentes; ou seja, entre tijolo e chapisco, chapisco e reboco, reboco e emboço.

Segundo Santana (1993), esta anomalia pode ser provocada por: argamassa muito rica ou pobre, falta de chapisco, reboco grosso demais, tijolo

sem porosidade, uso de desmoldante de forma quando da concretagem, entre outros fatores. A terapia mais utilizada e recomendada para os casos de descolamento é a renovação do revestimento.

A perda de aderência é considerada por Simões et al. (1998), como a ruptura entre a interface dos componentes e pode ter origem em diversos fatores tais como: fluência da estrutura de concreto armado, variações higrotérmicas e de temperatura.

d) Trincas, gretamentos e fissuras.

No que se refere às trincas, gretamentos e fissuras, o revestimento cerâmico tem sua superfície danificada a partir de solicitações que ocorrem no substrato por variações térmicas, ou higroscópicas no revestimento originadas por ausência de detalhes construtivos, em especial de junta de dilatação. Outro fator relevante é que a partir das fissuras há penetração de água e como consequência o enfraquecimento do substrato e nas fachadas pode haver quedas significativas de cerâmicas.

e) Deterioração do rejunte

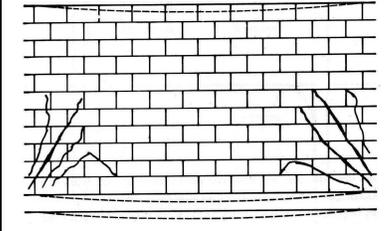
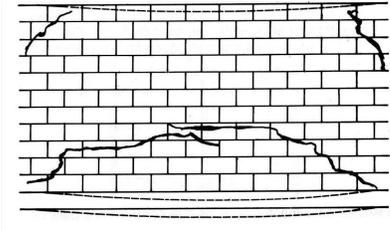
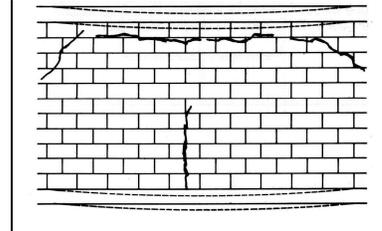
A deterioração do rejuntamento vai muito além dos aspectos estéticos, pois os rejuntamentos são responsáveis pela absorção das movimentações e estanqueidade e sua deterioração é causada pela perda dessa estanqueidade ou envelhecimento do material. Procedimentos inadequados de limpeza e ou presença de cimento na composição da pasta de rejunte expõem os rejuntas a ataques por fungos.

3.2.2.4 Patologias em Alvenaria

De um modo geral as patologias estão concentradas nas alvenarias, nos revestimentos próximos das aberturas de janelas, além de diversos tipos no reservatório superior. Diante da natureza das patologias descritas a seguir pode-se caracterizá-las essencialmente por deficiências com origem no projeto. Para evitar anomalias em alvenarias o arquiteto, além das preocupações com volumetrias, espaços, tem por obrigação produzir peças escritas e pormenorização em detalhes gráficos de modo a oferecer condições de executar aquilo que foi pensado, entretanto a tendência arquitetônica atual é a produção de grandes panos de alvenarias, sem quaisquer preocupações contra as chuvas incidentes. Originando superfícies complexas com sucessivas reentrâncias e saliências e os vãos envidraçados de grandes dimensões, os quais são pouco defensivos contra as patologias de fachadas.

Para Thomaz (1985), a deformação dos elementos estruturais horizontais (vigas e lajes) em conjunto com o encunhamento rígido das paredes acaba por sobrecarregar as paredes de vedações, originando a partir daí fissuras de diversas formas, e por diversos agentes descritos a seguir:

- a. Fissuras ocasionadas por excessiva deformidade das vigas e lajes com diferentes configurações em função da magnitude das flechas desenvolvidas.

| | | |
|---|--|--|
|  |  |  |
| FIGURA 21 – Parede solicitada por cisalhamento. (Thomaz, 1995) | FIGURA 22 – Flecha maior que a flecha do componente superior. (Thomaz, 1995) | FIGURA 23 – Flecha do suporte menor que a flecha do componente superior. (Thomaz, 1995) |

- b. Fissuras ocasionadas pela presença de aberturas devido à excessiva deformação de vigas e lajes.

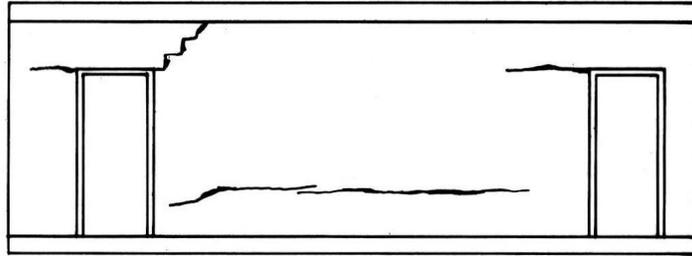


FIGURA 24 – Presença de vãos na alvenaria.
(Thomaz, 1995)

- c. Fissuras ocasionadas por destacamento entre a alvenaria e a estrutura provocadas pela flexão da viga em balanço.

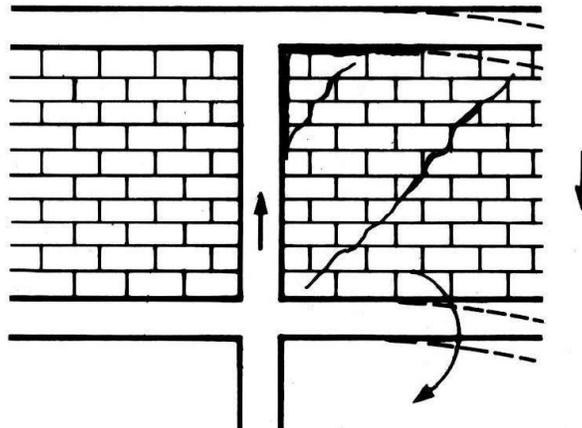


FIGURA 25– Flecha excessiva da estrutura.
(Thomaz, 1995)

- d. Fissuras ocasionadas devido o recalque diferencial das fundações.

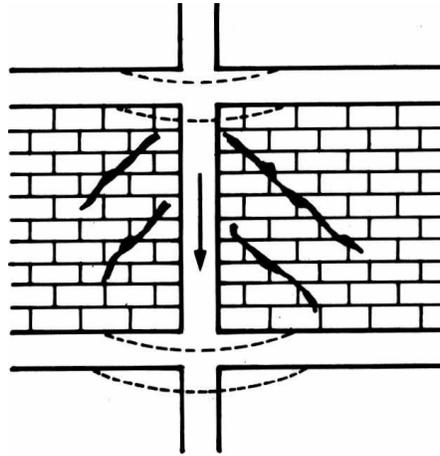


FIGURA 26 – Deformação da estrutura.
(Thomaz, 1995)

- e. Destacamento entre alvenarias de vedação e estrutura provocadas por movimentações higrotérmicas diferenciais.

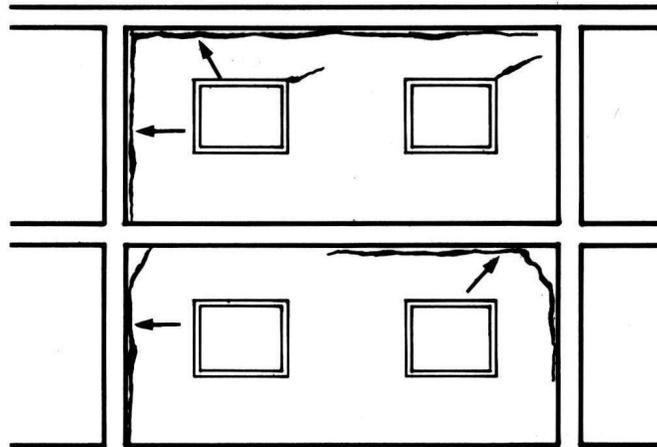


FIGURA 27 - Fissura no encontro dos componentes de vedação.
(Thomaz, 1995)

- f. Fissuras de cisalhamento provocadas pela dilatação térmica da estrutura.

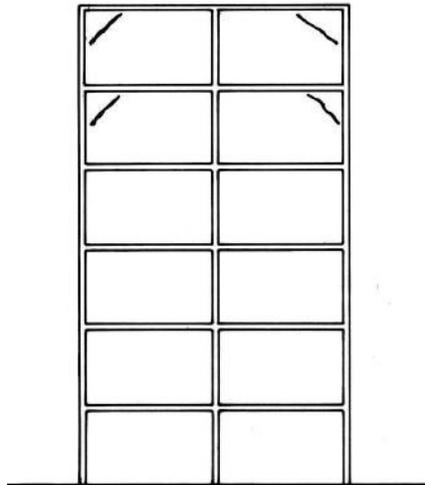


FIGURA 28 – Fissura no topo do edifício.
(Thomaz, 1995)

g. Destacamento provocado pela retração da alvenaria e pelo encunhamento precoce da parede.

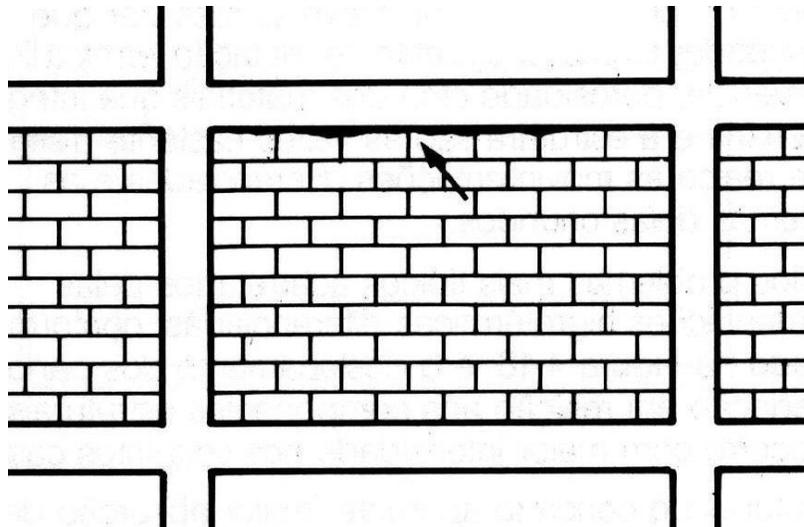


FIGURA 29 – Abatimento plástico da alvenaria.
(Thomaz, 1995)

- h. Fissura provocada pela retração da alvenaria em secção enfraquecida pela presença de tubulação.

3.3 Manutenção

Convém considerar que a norma BS 3811 (1984) que descreve sobre manutenção de edificações é proposta como manutenção planejada preventiva, que representa as atividades durante a vida útil da edificação, de maneira a antecipar o surgimento da patologia.

Os procedimentos de manutenção já efetuados pelo empreendedor são fundamentados por Thomaz (1985), como de ordem de constrangimento psicológico dos condôminos, pelas inúmeras anomalias como fissuras, trincas e rachaduras existentes.

A decisão projetual desconsidera o fator durabilidade de fachadas como elemento essencial, Resende et al (2002), mencionam que os revestimentos nas vedações verticais devem estar acima dos níveis mínimos de desempenho e para tanto, deve haver uma diretriz a ser seguida na fase de especificação, na concepção dos detalhes construtivos, na fase de execução e na definição de uma metodologia de manutenção.

A manutenção é compreendida por Heineck & Petrucci (1989), como sendo a conservação, substituição, renovação e reabilitação do edifício, no entanto, o projeto arquitetônico influencia na redução de manutenção à medida que há detalhamentos construtivos que vão se preocupar fundamentalmente com as junções, encontros, fixações e arremates dos componentes construtivos.

Os procedimentos de conservação das fachadas de acordo com Resende e Medeiros (2004) assumem primeiramente, valores estéticos, porém a limpeza e durabilidade dos revestimentos revertem em longevidade dos componentes com qualidade acima dos níveis mínimos aceitáveis.

Estudos realizados pelo Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo - NUTAU⁴ e Fundação para Pesquisa Ambiental - FUPAM⁵ (1999) em edifícios de até cinco pavimentos demonstraram que do ponto de vista técnico, as fachadas de todos os blocos avaliados apresentaram diversos problemas. Tais problemas são originários de deficiências de projeto, como é o caso das pingadeiras e dos pinos de fixação das janelas nas fachadas; e de construção, como é o caso do traço da argamassa que provavelmente sofreu sérias alterações durante a etapa de obra, e finalmente do uso e da manutenção. Sintetizando, as fachadas apresentam problemas técnicos de projeto, de execução, de uso e operação.

3.3.1 Limpeza de Revestimentos de Fachadas

As fachadas, em face da sua vida útil dos aspectos estéticos, devem receber atividades de limpeza que podem ser feitas por diversos métodos entre os quais: limpeza com água, limpeza abrasiva e limpeza química.

- A limpeza por água, para maior eficácia, pode ser sob pressão, saturação do revestimento e vapor de água. Com um destes métodos a água consegue dissolver e desprender as sujeiras de compostos orgânicos e compostos iônicos da superfície. Já compostos formados por moléculas apolares, graxas e gorduras são removidos com auxílio de detergentes e sabão (RESENDE e MEDEIROS, 2004). Outros fatores a serem considerados na limpeza por água são: pressão, vazão, tipos e ângulos dos bicos e a distância da aplicação do jato de água, no entanto, a aplicação de água em abundância pode provocar o surgimento de eflorescências e microorganismos.
- A limpeza abrasiva remove sujeiras fortemente aderidas por meio da fricção mecânica de materiais no revestimento aplicados por meio de escovação ou projeção seca ou úmida de materiais com características

116208_____

⁴ NUTAU - Núcleo de Pesquisa em Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo: criado em 1992 para estimular a pesquisa da tecnologia da arquitetura, da construção e do urbanismo.

⁵ FUPAM - Fundação para a Pesquisa Ambiental, criada em 1977 para apoiar a pesquisa e a educação em arquitetura e urbanismo e mantém estreito relacionamento com a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP.

abrasivas. No entanto, diversos autores recomendam que esta limpeza seja feita com água, que tem a função de amortecer a colisão das partículas abrasivas com o revestimento, diminuindo os danos.

- A limpeza química consiste na utilização de produtos químicos tais como: sabão, detergentes, solventes orgânicos, ácidos e bases auxiliando a água na remoção de sujeiras.

Para Resende e Medeiros (2004), além da existência da norma NBR (5674) norteando os diversos métodos de limpeza, deve haver alguns procedimentos essenciais para a limpeza dos revestimentos tais como: segurança e saúde dos operários e usuários dos edifícios vizinhos, equipamentos adequados de acesso às fachadas, identificação dos componentes do revestimento, grau de deterioração e de sujeiras, materiais, técnicas e equipamentos apropriados para cada tipo de limpeza.

3.4 Custos das decisões arquitetônicas de fachadas

Para Mascaró (1985), o custo global é o custo total de uma construção, levando em conta todos os custos de aquisição, operação, manutenção e modificações, bem como de deposição final, demolição e descarte, calculado a fim de tomar decisões econômicas. Para Franco (1993), apesar da incidência do custo da produção das vedações no orçamento do edifício não ser o item de maior importância, quando se considera conjuntamente toda a vedação vertical e as interfaces que faz com os demais subsistemas do edifício, este conjunto representa, normalmente, o maior item de custo de produção.

No que diz respeito à definição de custo ao longo da vida útil, Silva (1997), entende que numa abordagem sistêmica para produção de edifícios, as decisões e ações devem ocorrer desde o projeto até a fase de uso, sendo esta incorporada ao processo de produção.

Para Mascaró (1985), os planos horizontais correspondem aproximadamente 30% do custo do edifício, os verticais 40%: aqueles que envolvem o edifício normalmente são mais caros que seus equivalentes internos. Por isso, é conveniente obter o volume necessário com a mínima

superfície exposta ao exterior, não só pelo maior custo de construção, mas também pelos custos de manutenção e uso. Os planos exteriores de construção sofrerão a agressividade do clima, do meio ambiente, devendo estar preparados para conservar através do tempo as qualidades que garantam a segurança e habitabilidade do edifício.

Cada uma das decisões adotadas pelo arquiteto em seu projeto significa uma opção para solucionar um ou vários aspectos da obra. São decisões que de alguma maneira condicionam o comportamento e o desempenho do todo o edifício, tanto econômico como funcional (MASCARÓ, 1985).

Deste modo, os custos dos edifícios variam substancialmente em função de sua compacidade, ou seja, da quantidade de paredes necessárias para envolver diversas formas geométricas da planta de um edifício como mostra o Gráfico 1.

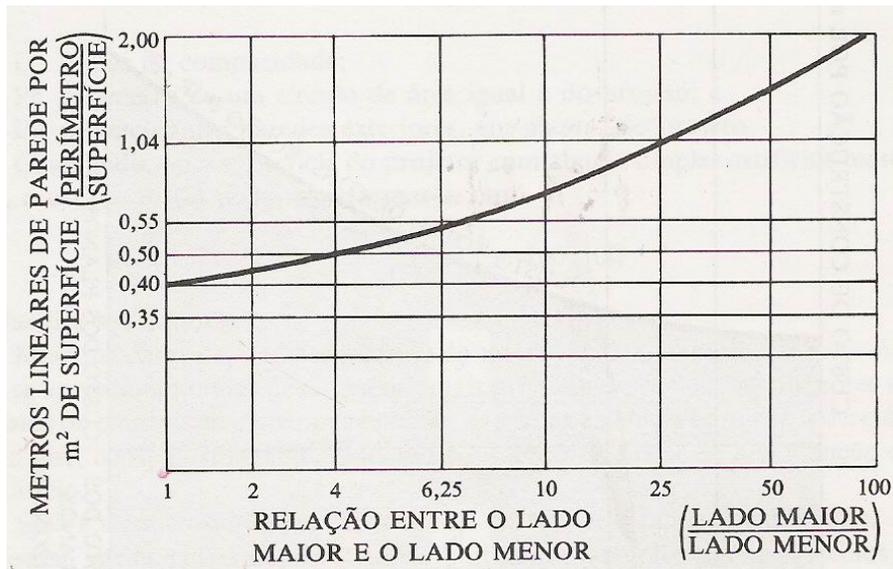


GRÁFICO 1 - Quantidade de metros lineares de parede necessários para envolver uma superfície de 100m² em função da forma da planta

(Mascaró, 1985).

Ainda para Mascaró (1985), além dos custos dos planos horizontais e verticais, também há os custos com as instalações que compreendem 25% e o canteiro de obras 5%. Nos planos verticais é possível ter inúmeras alternativas

de variações de desenho como de aplicação de materiais, sabendo-se que o custo das paredes externas é de uma a duas vezes mais caro que as paredes internas. Neste sentido, as reduções de áreas não são reduzidas proporcionalmente aos custos de produção da edificação, portanto o problema não é só de metros quadrados construídos, mas também, da forma como são desenhadas essas superfícies, o problema da quantidade versus a qualidade do projeto não é só dos materiais.

Bem lembrado por Mascaró (1985), os preceitos de análises dos custos das decisões arquitetônicas nos projetos, não são conhecidos pelo arquiteto, mesmo sendo o fator custo diretriz básica definida pela comercialização.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

4.1 Pesquisa Bibliográfica

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica a partir de material já publicado, constituído de artigos de periódicos, livros e material disponível na internet, tendo como principal fonte de informação o site da Infohab.

Gil (2002) menciona que a “pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado constituído principalmente de livros e artigos científicos”. Desta forma, a fundamentação teórica tem o intuito de formar uma base que subsidie a proposição de diretrizes para o trabalho.

A pesquisa bibliográfica também subsidiou o estabelecimento de critérios para a análise das relações entre os problemas de durabilidade, desempenho de elementos de fachada e o processo de projeto.

4.2 Estudo de Caso

Além da pesquisa bibliográfica a pesquisa apoiou-se em estudos de caso.

Fez-se o diagnóstico da quantidade de edifícios localizados nas limitações urbanas do município de Pato Branco, Paraná. A cidade se localiza ao sudoeste paranaense, com posicionamento geográfico em - 26° 13' 44" S 52° 40' 15" O -, com altitude média de 760 metros e clima subtropical. Atualmente, o município possui 277 edifícios de tamanhos variados, prevalecendo a maioria com até 04 pavimentos, seguidos dos com 05 pavimentos. Neste universo, escolheu-se a amostra para o estudo de caso. Levantamento feito durante o ano de 2005 e início de 2006.

Para o desenvolvimento do estudo de caso foram escolhidos oito edifícios construídos na cidade de Pato Branco.

Neste capítulo são apresentados os aspectos metodológicos destes estudos, os critérios considerados na seleção da amostra pesquisada, os

métodos e técnicas utilizados, além de algumas considerações sobre o desenvolvimento da pesquisa. Os resultados obtidos serão apresentados e discutidos no capítulo 5 desta dissertação.

Os estudos de caso contribuirão para a identificação e análise dos fatores que subsidiaram a proposição de recomendações.

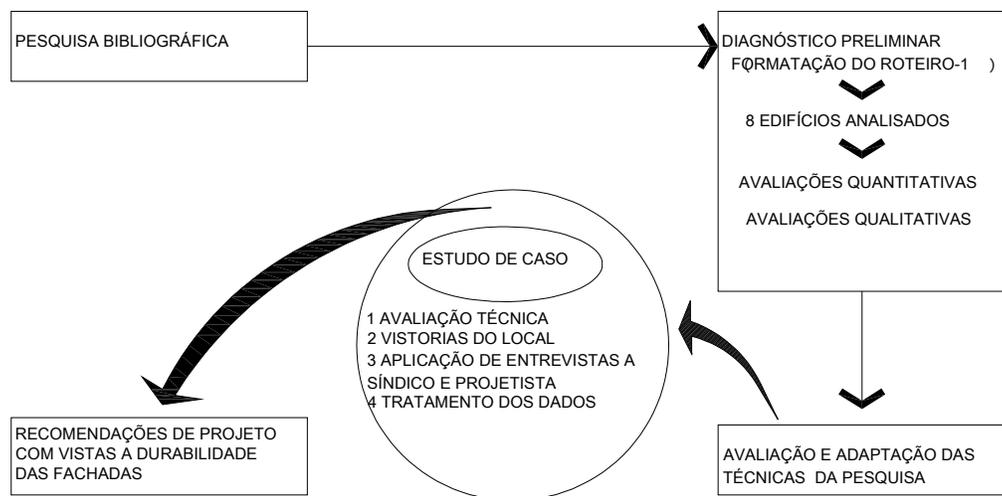


FIGURA 30 – Passos estabelecida pela pesquisa

Segundo Gil (2002), o estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita seu amplo e detalhado conhecimento. Este método é essencial para o estudo de fachadas, uma vez que: permite explorar situações cujos limites não estão claramente definidos; preserva o caráter unitário do objeto estudado e descreve a situação do contexto em que está sendo feita a investigação.

Os estudos de caso foram realizados em 08 edifícios com até 05 pavimentos, escolhidos entre o universo de edifícios existentes no município de Pato Branco – Paraná, conforme pode-se verificar no gráfico abaixo.

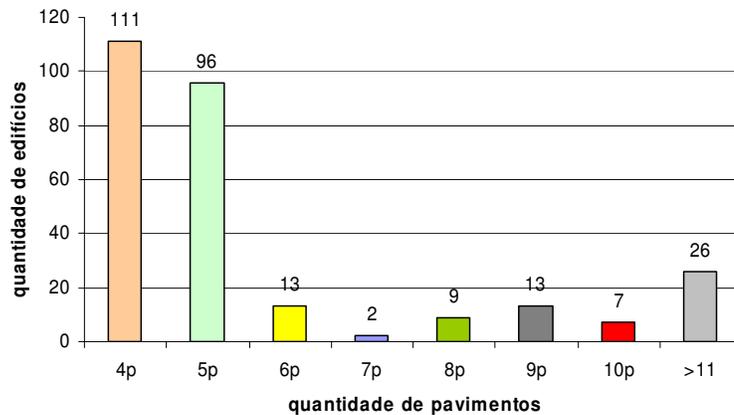


GRÁFICO 2 – Número de edifícios em Pato Branco – Pr, por pavimento.

Neste sentido foram selecionados edifícios com características similares para se evitar distorções, ou seja, todos com sistemas construtivos em concreto armado e alvenarias de vedação; tomou-se o cuidado para que as idades dos edifícios da amostra não variassem em mais de cinco anos entre si.

Estes estudos foram desenvolvidos em quatro etapas principais:

1. Avaliação Técnica Construtiva;
2. Vistoria Realizada no Local;
3. Aplicabilidade de entrevistas com os síndicos e Projetistas;
4. Tratamento dos Dados e Informações.

4.2.1 Avaliação Técnica Construtiva

A avaliação técnica construtiva foi aplicada, visando o reconhecimento especializado do ambiente em estudo e forneceu subsídios para a interpretação da avaliação dos critérios técnicos e bibliográficos.

Foram avaliados todos os elementos e componentes que compõem as fachadas dos edifícios, sendo eles:

- a. Juntas de dilatação;
- b. Cobertura;
- c. Drenagem de águas pluviais;
- d. Impermeabilização;
- e. Alvenarias;
- f. Revestimentos;

- g. Pinturas;
- h. Acabamentos Peitoris;
- i. Caixilharia;
- j. Vidraçaria;
- k. Rufos, algerozes;
- l. Pingadeiras.

Para facilitar a vistoria de levantamento do campo a ser estudado, foram estabelecidos pontos pré-determinados de análise constantes na figura 31.

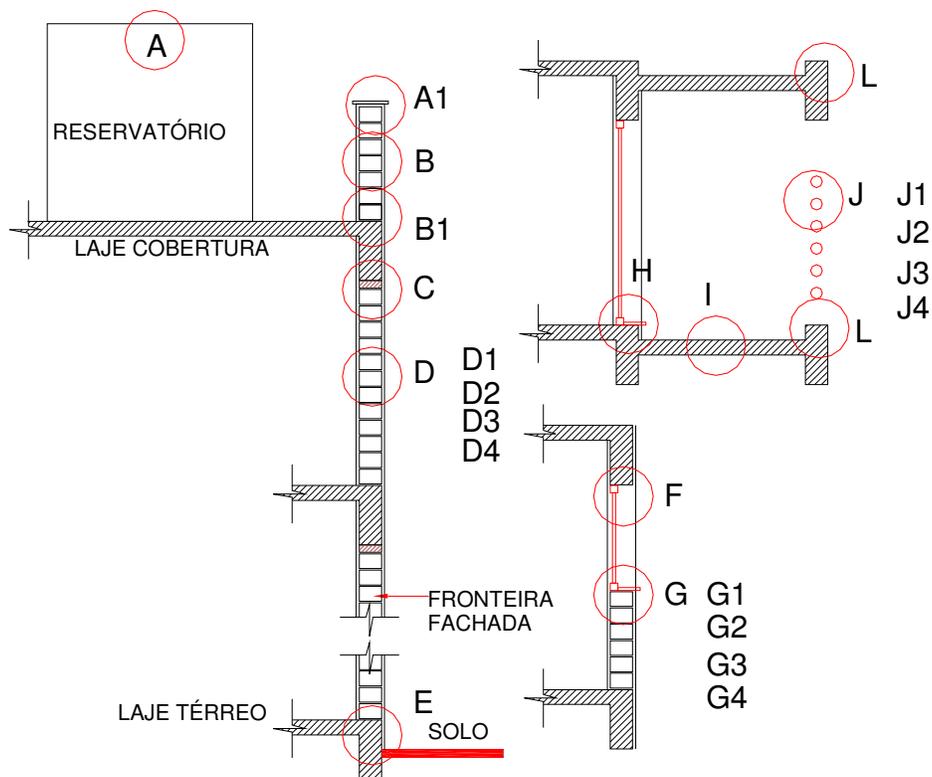


FIGURA 31 - Componentes das fachadas a serem avaliados

As interfaces de análise foram identificadas em letra maiúsculas. Estes pontos servem de apoio para o roteiro de coleta de dados estabelecidos no Quadro1.

QUADRO 1 - roteiro para levantamento de dados nos edifícios

| Avaliação da patologia na interface | | Intervenção manutenção | | Não | Sim | t ⁶ = | Tipo ⁷ : |
|--|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------|---------------------|
| Nome do edifício: _____ número de andares _____, idade do edifício _____. | | | | | | | |
| cobertura▶ | Terraço | Inclinada▶ | t.fibrociment | t. barro | t. metálica | outro | |
| Nº da fachada pelo total delas _____ tipo de inspeção () int. () ext. Pesq. campo () sol, () nublado, () chuva | | | | | | | |
| 1) Orientação solar da fachada E NE N NO O SO S SE | | | | | | | |
| 2) Numero de patologia neste ponto ao longo desta fachada ⁸ , _____ pontual _____ generalizada _____ | | | | | | | |
| 3) tipo de esquadrias no ponto G1 G2 G3 G4 Tipo de peitoril no ponto J ¹¹ J1 J2 J3 J4 | | | | | | | |
| Pingadeira não sim Metálico Granito grafiato Ardósia Mat.cerâmico | | | | | | | |
| 4) Revest. de Tinta acrílica textura grafiato cerâmica Pastilha cerâmica | | | | | | | |
| 5) Nº de sacada na fachada Nº de floreira na fachada Dren. ext ¹² Dren. int ¹³ s/ dren ¹⁴ | | | | | | | |
| 6)Consta solução construtiva no projeto original ou <i>as built</i> ? Sim Não | | | | | | | |
| Foto fachada frontal | | Interfaces de análise | | | Planta do edifício | | |
| | | | | | | | |
| 7)Caracterização do tipo de patologia a olho nu sobre a pintura | | | | | | | |
| A | Vesículas | B | Bolhas | C | Crateras | | |
| D | Desagregamento | E | Destacamento | F | Eflorescência | | |
| G | Manchas por poluição atm. | H | Saponificação | I | Diferenças de tonalidade | | |
| J | Manchas por fungos | L | Água visível | | | | |
| 8)Caracterização do tipo de patologia a olho nu sobre a argamassa | | | | | | | |
| A | Fissuras div. Dir., até 0,5 mm | B | Fissuras horizontais | C | Trincas – 0,5 ≤ T < 1,5 mm | | |
| D | Trincas horizontais | E | Rachadura - 1,5 ≤ R < 5 mm | F | Fenda - 5 ≤ F < 10 mm | | |
| G | Zonas estufadas | H | gretamento | I | Destac. Em pulverulência | | |
| J | Destac. c/ empolamento | K | Destacamento em placas | | | | |
| 9) tipo de patologia caracterizada a olho nu sobre cerâmica | | | | | | | |
| A | Destacamento | B | Quebra de peça cerâmica | C | Fissuração | | |
| D | Lixiviação | E | Manchas | F | Deterioração das juntas | | |
| 10) tipo de patologia caracterizada a olho nu sobre concreto armado | | | | | | | |
| A | Manchas - ferrugem no aço | B | Fissura | C | Trinca | | |
| 11) Configuração ou forma de manifestação quanto a umidade | | | | | | | |
| Umidade persistente | | Manchas localizadas | | Umidade generalizada | | | |
| Fungos localizados | | Fungos generalizados | | Umidade sem fungos | | | |
| Umidade com fungos | | Umidade sem eflorescência | | Umidade com eflorescência | | | |
| 12) Causa provável da patologia | | | | | | | |
| Agentes mecânicos | | Agentes químicos | | Provenientes do solo | | | |
| Agentes eletromagnéticos | | Agentes biológicos | | Provenientes ao uso | | | |
| Agentes térmicos | | Provenientes da atmosfera | | Provenientes do projeto | | | |

Nota: as chuvas predominantes da cidade de Pato Branco PR são no sentido SO- sudoeste para NE-nordeste, fonte: SIMEPAR - PR 2005.

124208 _____

⁶ t= tempo em meses que foi realizada a manutenção

⁷ Informação obtida junto ao síndico.

⁸ Para cada tipo – fissura, corrosão, etc. – de patologia constatada numa fachada será elaborado um levantamento com este roteiro.

⁹ A caracterização de patologia é compreendida pelo pesquisador conforme a perda de desempenho do produto ou componente em relação aos requisitos e critérios estabelecidos.

¹⁰ G1-esquadria alinhada pelo lado interno da parede com pingadeira; G2-esquadria alinhada pelo lado interno da parede sem pingadeira; G3-esquadria alinhada pelo centro da parede com pingadeira; G4--esquadria alinhada pelo centro da parede sem pingadeira. D1-interface entre tijolos e argamassa; D2 - alvenaria e reboco; D3 – reboco e pintura; D4 – outros.

¹¹ Elemento estrutural do peitoril: J1-alvenaria, J2 –alumínio, J3 –madeira, J4 – metálica,

¹² escoamento de águas pluviais através de cano saliente na fachada - tipo pingadeira

¹³ escoamento de águas pluviais através de tubo de queda pluvial embutido nas alvenarias – não está aparente

¹⁴ Não há escoamento de águas pluviais na sacada por meio de pingadeiras ou dutos pluviais: as águas são lançadas na fachada.

Faz-se necessário destacar que neste estudo não estão sendo consideradas às relações de interdependência que as instalações hidráulicas e elétricas poderão ter com a durabilidade das fachadas por serem consideradas em desenvolvimento de projetos complementares.

4.2.2 Vistoria Realizada no Local

Para realizar a vistoria, utilizou-se a inspeção visual, a qual se apoiou em registro fotográfico digital, além de estabelecer uma rota como de levantamentos de dados - sentido horário - das fachadas a partir da fachada principal, considerando aquela que está voltada à rua principal de acesso ao edifício, esta rota possibilita uma facilidade para sistematização dos dados da pesquisa.

O estudo apoiou-se em um roteiro de investigação detalhado no quadro 1, para garantir que todo o edifício fosse vistoriado sem incorrer em possíveis esquecimentos ou repetição de atividades. A vistoria encontra-se detalhada a seguir:

- A catalogação das patologias começou pela parte superior do edifício, a partir do ponto “A”, continuando em direção descendente até térreo e/ou subsolos;
- Cada ambiente de interesse, em todos os pavimentos, foi vistoriado obedecendo a um caminho sentido horário;
- Houve uma inspeção aos edifícios circunvizinhos, verificando-se as suas condições;
- Após a inspeção no exterior do edifício, quando houve acesso foi realizado o exame do interior, (quando necessário), partindo-se de procedimentos análogos;
- Levantaram-se 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 fossem passíveis de serem registrados.

O roteiro elaborado para detectar informações para a pesquisa resultante no quadro 1, consistiu em uma análise meticulosa das fachadas dos edifícios pesquisados com o intuito de identificar e analisar todas as manifestações patológicas apresentadas.

Neste segmento estão inclusos no processo fachadas revestidas com os mais variados elementos (tinta acrílica, textura, grafiato, cerâmica, e pastilha cerâmica). Nas vistorias também foram observadas todas as posições do sol com relação às fachadas, levando-se em conta os pontos cardeais e colaterais e todos os elementos que pudessem ter causado manifestações patológicas.

Pode-se dizer que o método observacional é o início de toda pesquisa científica. Este método fundamenta-se em procedimentos de natureza sensorial, como produto do processo em que se empenha o pesquisador no mundo dos fenômenos empíricos (FACHIM, 2005). Neste contexto segundo Lichtenstein (1985) é essencial que o pesquisador utilize os cinco sentidos humanos, neste caso, em especial a visão, aliados aos equipamentos disponíveis.

A observação, sob o aspecto dessa pesquisa foi essencial, pois auxiliou na coleta de dados, complementando informações que não estão inclusas no roteiro do levantamento de dados dos edifícios.

4.2.3 Entrevistas: Síndico e Projetista

Foi elaborada entrevista com o propósito de conseguir informações sobre os edifícios pesquisados. Para a preparação das entrevistas a preocupação central foi transformar em questionamento as informações necessárias e não obtidas nas vistorias técnicas realizadas no local e que pudessem contribuir no desenvolvimento da pesquisa.

A coleta de dados realizada através da aplicabilidade de entrevista estruturada se apropriou do método de abordagem, ou seja, o entrevistador tomou a iniciativa de convidar os sujeitos para responder aos questionamentos, ficando livres para responderem ou não.

Para o levantamento das informações relacionadas ao processo do projeto realizou-se entrevista com os projetistas (Apêndice - 3). Segundo

Marconi e Lakatos (2001), este tipo de entrevista segue um roteiro preestabelecido. A conversação foi efetuada face a face. Coube a eles relatar as etapas envolvidas no projeto, a fundação, a superestrutura, as vedações, os revestimentos, as instalações, entre outros, ou seja, mencionar os processos envolvidos com a durabilidade do edifício.

A coleta de dados com os síndicos também se deu sob a forma de entrevista estruturada (Apêndice -2) através dela procurou-se obter os mais variados dados como: características dos edifícios, tipos de observações patológicas observadas nas fachadas, conseqüências causadas pelos problemas, datas de manutenções feitas no edifício, entre outras informações.

4.2.4 Tratamento dos Dados e Informações

Os dados e informações obtidos nos estudos de caso receberam tratamento de acordo com a forma como foram coletados, ou seja, as informações dos levantamentos de dados dos edifícios foram analisadas de forma quantitativa.

De acordo com Minayo (2001), este método possibilita traduzir em números informações para classificá-las e analisá-las. Neste sentido os dados quantitativos foram organizados, tabulados e tratados estatisticamente com auxílio do *software* (*Excel/Windows*) e, posteriormente, foram apresentados sob a forma de gráficos, tabelas e quadros.

Em seguida, as entrevistas, análise de projetos, observações e levantamentos praticados pelo pesquisador; foram analisados de forma qualitativa. Desta forma foram organizadas e apresentadas por meio de comentários. A variável qualitativa caracterizou-se pelos seus atributos e relacionou seus aspectos não somente mensuráveis, mas também definiu descritivamente (MINAYO, 2001).

A análise qualitativa é essencial para elaboração de diretrizes de projetos de fachadas com vistas à durabilidade, pois não requer somente o uso de métodos e técnicas estatísticas, o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento chave.

Os resultados obtidos nestes estudos de caso foram expostos e discutidos no capítulo 05 desta dissertação e, aliados à revisão de literatura apresentada nos capítulos 02 e 03, fornecem conclusões importantes para a proposição de recomendações de projeto pretendidas.

4.2.4.1 Caracterização das áreas afetadas pelas patologias encontradas

Um fator relevante para compreender os dados resultantes da pesquisa é relativo à quantidade de área em metros quadrados que cada fachada foi afetada pelos diversos tipos de patologias e em diversos graus de intensidade e gravidade. Neste sentido, a prioridade está estruturada na gravidade que cada patologia representa e na sua respectiva área a ser recuperada, logo, as áreas a serem recuperadas estão assim configuradas:

a) Área de recuperação de pintura

As áreas em metragem quadradas de recuperação da pintura foram quantificadas e estruturadas no capítulo 5, neste sentido, pode haver diversos tipos de patologias num único metro quadrado de área afetada. As paredes com manifestações patologias podem ser corrigidas com técnicas construtivas adequadas e assim haver uma solução parcial do problema, uma vez que é de compreensão no meio técnico que recuperação parcial da pintura exporá diferenças de tonalidade, brilho e intensidade de cor entre as fachadas somente pintadas e as repintadas. Logo, na atividade de repintura são desconsideradas as áreas sem manifestações patológicas, assim a repintura é refeita prioritariamente na sua integralidade das fachadas.

b) Recuperação na argamassa e concreto armado

Para as patologias estruturadas no campo 7 do roteiro 1, página 127, as áreas em metragem quadradas de recuperação do revestimento de argamassa, alvenarias e concreto indicam que compulsoriamente haverá recuperação dos revestimentos de pintura. Portanto, pode haver, assim como

na pintura, diversos tipos de patologias num único metro quadrado de área afetada, o que diferem entre si são as gravidades com que cada patologia age sobre as fachadas, os componentes afetados, a localização em face das dificuldades de acesso, a realização dos reparos e que, por conseqüência, levam a custos distintos.

As áreas previstas para a recuperação de revestimentos de argamassa foram estimadas em 15 centímetros de cada lado das fissuras, trincas, rachaduras e demais patologias, pelo comprimento total da manifestação.

Tais correções e reparos podem ser obtidos por emprego de telas soldadas descritas por Medeiros e Franco (1999), que contemplam a interface de parede-estrutura, parede-parede e componente-parede.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

A partir desse momento o estudo descreve e analisa os resultados dos estudos das fachadas de edifícios realizados no município de Pato Branco – Paraná. Considerando que o objetivo principal desta dissertação, pressupõe elaborar diretrizes para projetos de fachadas com vistas à durabilidade de edifícios residenciais construídos com sistema dito tradicional.

Para tanto, desenvolveram-se estudos de caso, cuja metodologia foi apresentada e discutida anteriormente, com base na revisão de literatura.

Para a construção do levantamento de dados dos estudos de caso, primeiramente foi elaborado um roteiro de como as informações seriam catalogadas e sistematizadas, para tanto o roteiro foi testado num edifício com diversas formas e gravidades de patologias nas suas fachadas, de modo que o roteiro foi por diversas vezes adaptado e complementado com informações, sendo assim, resultou na planilha “**roteiro para levantamento de dados nos edifícios**” e na figura “**interfaces de análise**”, ambos constantes na metodologia de pesquisa.

A escolha dos oito edifícios para serem estudos de caso deu-se pela composição das seguintes razões: quantidade de patologia existente nas fachadas, facilidade de acessibilidade para realização dos levantamentos de dados, facilidade na obtenção de informações relativas ao histórico das manutenções realizadas, facilidade de acesso às informações dos projetos arquitetônicos.

Os oito estudos de caso envolveram quatro etapas principais:

- Avaliação técnica através da análise das interfaces, obtendo-se:
 - a) Determinação da existência e da gravidade do problema patológico
 - b) Definição da extensão e do alcance do problema
 - c) Caracterização dos materiais e da patologia
 - Utilização dos sentidos humanos
 - Utilização de instrumentos

- Registro dos resultados da vistoria realizada no local através do roteiro de levantamento de dados;
- Avaliação das entrevistas com síndico;
- Avaliação das entrevistas com projetistas – arquitetos.

Deste modo, neste capítulo são apresentados: diagnósticos da situação por tipo de manifestação patológica encontrada nas fachadas dos edifícios, e seu cruzamento com as informações obtidas dos projetos, de modo a propor diretrizes de elaboração de projetos com vistas à durabilidade, qualidade e estética de fachadas. Neste sentido, a seguir estão descritos na Figura 33 os passos das análises e procedimentos.

ORGANOGRAMA DA ESTRUTURA DE ANÁLISES

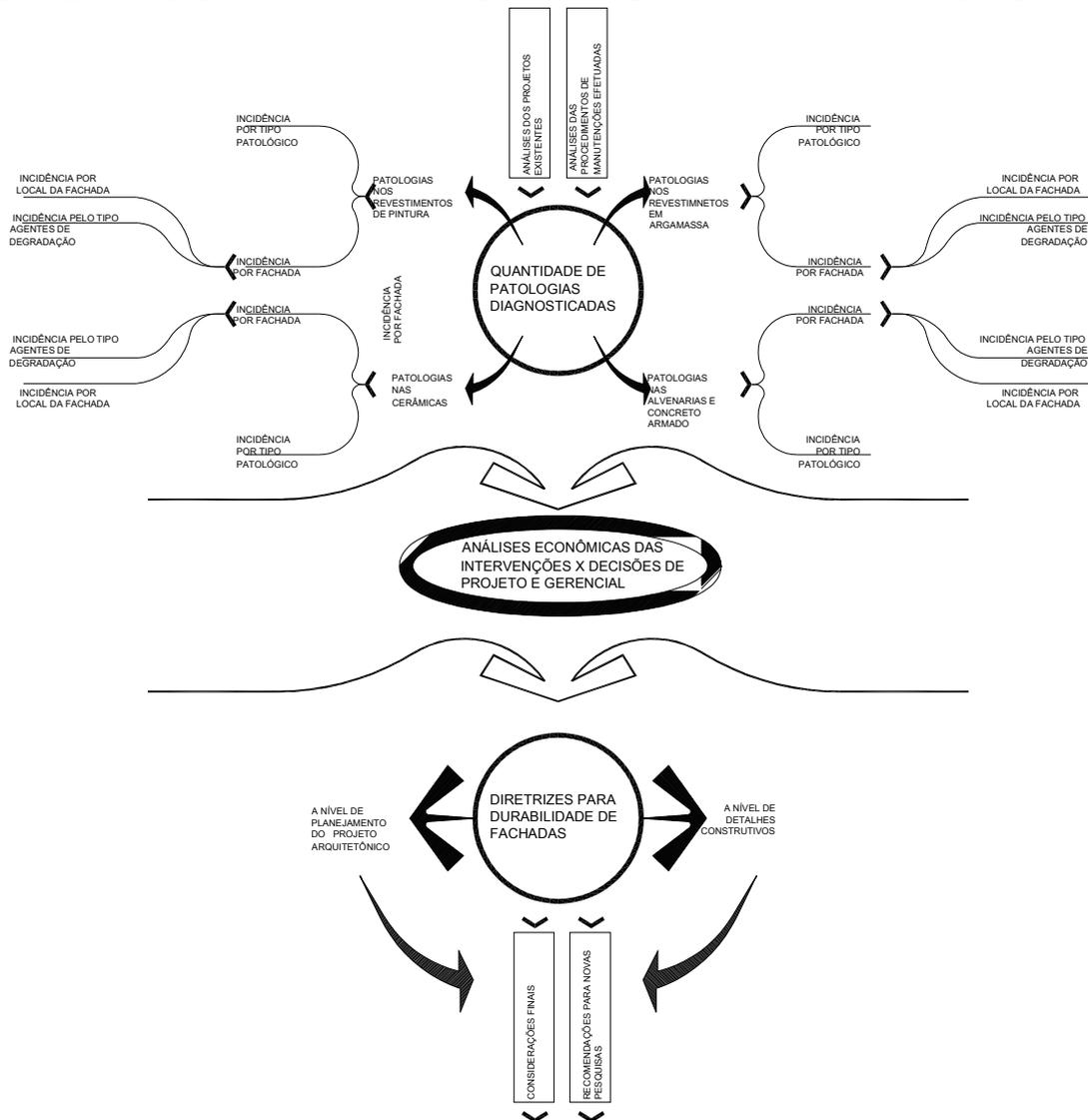


FIGURA 32 – Organograma de Análises e recomendações.

5.1 Caracterização da tipologia construtivas dos edifícios

A configuração da tipologia construtiva dos edifícios escolhidos para os estudos de caso foi definida a partir do objetivo geral desta pesquisa, deste modo, a composição dos edifícios é toda em sistema construtivo de concreto armado e alvenaria de vedação, além das especificidades constantes no quadro 2, a seguir ilustrado.

QUADRO 2 – Caracterização do sistema e subsistemas construtivos das fachadas

| Tipologia dos componentes do edifício | Ed.1 | Ed.2 | Ed.3 | Ed.4 | Ed.5 | Ed.6 | Ed.7 | Ed.8 |
|---|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Idade dos edifícios (em anos) | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 7 | 8 | 6 |
| Número de pavimentos | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Estrutura de concreto armado | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Alvenaria de vedação | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Esquadrias de alumínio | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Sem sacadas | - | X | X | X | X | - | - | - |
| Com sacadas - peitoris de alvenaria, h= 90 cm. | X | - | - | - | - | - | - | - |
| Com sacada - peitoris de ferro, h = 100 cm. | - | - | - | - | - | X | X | X |
| Pingadeiras das sacadas com cerâmica | X | - | - | - | - | - | - | - |
| Peitoris das janelas sem pingadeiras. | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Peitoris das janelas com pingadeiras de granito nos peitoris. | - | - | - | - | - | X | X | X |
| Muros e paredes sem rufos e cimalthas | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Muros e paredes com pingadeiras de granito. | - | - | - | - | X | X | X | X |
| Telhados em fibrocimento embutidos na platibanda | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Terraço na laje de cobertura do pavimento térreo | X | X | - | - | - | - | X | - |
| Terraço na laje de cobertura do último pavimento | X | X | X | - | - | - | - | - |
| Tipo de pintura predominante nas fachadas | T.A. ¹⁵ | T.A. |

As limitações da pesquisa de campo para efetuar os registros fotográficos e levantamentos de dados, ficam por conta da falta de acessibilidade nos locais mais altos das fachadas, e nas fachadas de fundo e

133208_____

¹⁵ T.A. pintura com textura acrílica.

lateral, por haver necessidade de acessar os lotes adjacentes, ou por vezes já havia edificações e era necessário acessá-las.

Outras limitações ficam por conta de dificuldades de obter critérios técnicos dos revestimentos das pinturas e argamassas de revestimentos aplicadas, assim só foram reconhecidas as características observadas pela visão do observador.

5.1.1 Procedimentos de Manutenção e Conservação das Fachadas.

O histórico destes procedimentos foi obtido a partir das informações coletadas com o roteiro do apêndice 2 e está agrupado de duas formas distintas, a primeira dando uma panorama geral e em seguida em descrições de cada edifício.

- Para 100% dos síndicos dos edifícios pesquisados, não há qualquer tipo de preocupação sistêmica de avaliar as condições de pós-ocupação dos edifícios, quer seja das áreas coletivas, ou das áreas privadas.
- Para os procedimentos de manutenção dos edifícios e em especial das fachadas em 64% dos edifícios são contratados os operários sem haver previamente um diagnóstico e um plano de ação para efetuar a recuperação, isto implica em não existirem documentações técnicas e legais sobre os procedimentos.
- As reclamações de usuários em 64% dos edifícios foram objetos de convocações de reuniões de condomínio para desencadear procedimentos de manutenção, e encontram-se registrados nos livros ata. No entanto, em apenas 8%, houve clara definição por parte dos síndicos de quando surgiram as primeiras manifestações patológicas, tipos e formas.
- Para 24% dos edifícios as patologias se mostraram recorrentes após uma ou mais intervenções de manutenção mal sucedidas.

- Em 50% dos edifícios houve percepções de que em trincas e rachaduras a presença de umidade ampliava o problema patológico.

5.1.1.1 Manutenções ocorridas nas fachadas dos edifícios

Através do contato com os síndicos dos respectivos edifícios pode-se fazer um levantamento dos procedimentos de manutenção que já ocorreram em cada um deles e se percebeu o desejo de realizar diversos outros procedimentos a partir de demandas dos usuários. Neste sentido, pode-se constatar então que em alguns deles ainda não foram feitos quaisquer tipos de intervenção de manutenção, como é o caso dos edifícios 6 e 8, enquanto que os outros já sofreram procedimentos de correção, correções estas sempre motivadas pela demanda dos usuários, pelo constrangimento psicológico proporcionado por problemas.

As correções se deram, quer seja acionando o empreendedor incorporador, quer seja por contratação direta de mão de obra, como veremos a seguir:

Edifício 1 - Os procedimentos de manutenção foram:

Foi uma constante neste edifício a tentativa de correção das infiltrações da laje do terraço para os apartamentos do último andar.

- Após três anos da conclusão da obra foi feita contratação de engenheiro civil para diagnosticar e especificar os procedimentos de correções de fissuras, trincas e rachaduras nas alvenarias e concreto armado nas extremas das platibandas, com repintura do local.
- Dois anos após a primeira intervenção, foram feitas correções nas mesmas platibandas em face do ressurgimento das patologias e refeita a pintura de todas as fachadas, cinco anos após a conclusão da obra, nas mesmas cores da pintura original, em face do desbotamento que havia.
- Três anos após o 2º conserto, foram refeitas as correções nas platibandas e repintadas, como podemos observar na fotografia 1.



FOTOGRAFIA 1 – Recuperação da patologia causada pela dilatação térmica da laje de cobertura.

- A última intervenção de manutenção neste edifício foi feita objetivando sanar os eternos problemas de infiltração na laje do último pavimento – terraço. Para tanto foi desativado o terraço e churrasqueira coletiva sendo construído telhado de fibrocimento e colocado revestimento em partes das paredes das platibandas com rufo metálico.

Edifício 2 e 3 - Os procedimentos de manutenção foram:

- Após dois anos da conclusão da obra foi acionada a empresa executora a proceder as correções de fissuras, trincas e rachaduras nas alvenarias e concreto armado localizados no topo dos dois edifícios conforme fotografia 2, onde havia as seguintes patologias:
 - Na laje de cobertura do terraço havia trincas vistas a partir do apartamento de cobertura que continuam existindo e como consequência ocorre infiltração de água.
 - Comprometimento por trincas e rachaduras da interface entre laje de cobertura e base das paredes das platibandas e das extremas das platibandas.

Os procedimentos corretivos foram: refazer o revestimento do emboço entre a laje e a parede conforme visto na fotografia 2 e pintura com emulsão asfáltica da laje do terraço. Este procedimento foi repetido no edifício 2, onde a laje de cobertura das lojas do pavimento térreo apresentavam as mesmas características patológicas.



FOTOGRAFIA 2 - Recuperação parcial da patologia causada pela dilatação térmica da laje de cobertura.

Edifício 4 e 5 - Os procedimentos de manutenção foram:

- Após quatro anos da conclusão da obra, foram feitos procedimentos, em ambos os edifícios, de vedações das fissuras do revestimento externo por meio de resina de silicone conforme demonstra a fotografia 3. As incidências destas fissuras se concentram em maior quantidade junto aos vãos de janelas, notadamente por ausência de contraverga; na interface das alvenarias com as vigas dos pavimentos superiores devido a procedimentos incorretos de encunhamento e ao longo das paredes com características descritas

por Cincotto (1988) como fissuras mapeadas, por se apresentarem de forma variada e se distribuírem por toda a superfície.



FOTOGRAFIA 3 – Recuperação das fissuras na fachada sul do Edifício 4.

Edifício 6 :

- Nesta edificação não houve até o momento da pesquisa, segundo o síndico, proprietário do edifício, qualquer procedimento de manutenção, no entanto, foram listadas por ele durante a entrevista, diversas necessidades de reparos que devem ser efetuados em curto prazo, os quais são coincidentes com as patologias encontradas no edifício e que estão descritos a partir do item 5.2.



FOTOGRAFIA 4 – Sintomas patológicos da fachada sul – Edifício 6

Edifício 7 - Os procedimentos de manutenção foram:

- Os problemas patológicos que sofreram intervenção até o momento foram nas vedações externas, nas interfaces entre as alvenarias e as vigas superiores na posição de encunhamento, por colocação de resina de silicone nas fissuras e trincas, conforme observado na fotografia 5, como também houve procedimentos de recuperação nas trincas existentes no encontro das alvenarias com alguns pilares, principalmente onde há vigas em balanço. Finalmente, houve recuperações das fissuras mapeadas dos revestimentos de argamassa no corpo das alvenarias, como ocorreu nos edifícios 4 e 5.



FOTOGRAFIA 5 – Fissuras e trincas na fachada sul do Edifício 7

Edifício 8 :

Neste edifício, como no edifício 6, não houve procedimentos de manutenção, no entanto, foram listados pelo síndico diversos pontos que sofrerão reparos em face das patologias existentes.



FOTOGRAFIA 6 – Fissuras e trincas na fachada sul do Edifício 7

A seguir é apresentado um quadro onde se tem percepção da totalidade de manutenções efetuadas nos edifícios analisados.

QUADRO 3 - Quadro geral das manutenções realizadas nos oito edifícios.

| | Ed.1 | Ed.2 | Ed.3 | Ed.4 | Ed.5 | Ed.6 | Ed.7 | Ed.8 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nenhuma ação de manutenção | | | | | | X | | X |
| Manutenção <u>sem</u> reaparecimento da patologia | | | | X | X | | | |
| Manutenção <u>com</u> reaparecimento da patologia | X | X | X | X | X | | | |
| Constatada a manifestação patológica, mas sem ações de manutenção. | X | X | X | X | X | X | X | X |

As limitações técnicas para análise desta fase da pesquisa se deram à medida que em nenhum dos casos dos procedimentos de correção das patologias foi feito qualquer tipo de registro, visto que em poucos casos houve soluções técnicas por profissionais habilitados – engenheiro e/ou arquiteto -, pois a grande maioria foi por decisão empírica de operários.

5.1.2 Procedimentos de projetos arquitetônicos para a edificação dos edifícios

Os levantamentos relativos aos projetos arquitetônicos e aos elementos gráficos e descritivos foram efetuados para todos os edifícios analisados. Para isto foram realizadas visitas exploratórias junto aos diversos autores – arquitetos - da cidade, a fim de obter além destas informações, outras, para que pudéssemos compreender como e de que maneira a variável “durabilidade do edifício e das fachadas” foi contemplada na elaboração destes projetos e como estes profissionais procedem atualmente para alcançar este objetivo. Nesta etapa da pesquisa foram aplicados os questionários descritos nos procedimentos e constantes no anexo, sendo que podemos estruturar as análises deste tema com a estrutura do roteiro do apêndice 3 e complementada com mais três partes: os elementos gráficos disponíveis nos projetos, as opiniões dos autores e a memória de como foi construído o edifício, *as built*.

A aplicação do roteiro de entrevista com os autores dos projetos apresentou algumas particularidades, a saber:

QUADRO 4 – Conceitos e concepção para a durabilidade das fachadas.

| METODOLOGIA EMPREGADA |
|--|
| <p>Em geral os projetistas arquitetônicos têm noções de durabilidade, mesmo não tendo conceitos claros sobre o tema, mesmo por que os conceitos sobre este tema são importados da área de concreto definidos por RILEM.</p> <p>As tomadas de decisões de projeto sempre foram tomadas isoladamente, quer seja, tanto para o projeto arquitetônico como nos projetos complementares, sem haver uma coordenação central de projetos, e para autores como, Silva et al (2003), Tzortzopoulos (1999) a coordenação é um meio para construtibilidade e esta para a racionalização e durabilidade.</p> <p>Não há processos claros de aferições de quando o projeto está concluído e nem como é priorizado nas decisões de projeto.</p> <p>Em geral as compatibilizações físico-químico dos materiais e componentes construtivos são entregues às decisões de obra.</p> <p>Em geral não é percebida a existência das preocupações de ordem das futuras intervenções de manutenção e reposição de componentes.</p> |
| PARTICIPAÇÃO DO PROJETISTA NA EXECUÇÃO DA OBRA |
| <p>A participação do projetista ficava limitada a participações esporádicas quando havia empresa construtora, e permanente quando o projetista era responsável pelos processos executivos, e raramente era requisitada a presença de outro projetista dos subsistemas.</p> <p>Em geral todos os projetos sofreram algum tipo de modificação do planejamento inicial, em especial por falta de informações de projeto e especificações.</p> |

5.1.2.1 Elementos gráficos de projetos

As informações que serviram de elementos e diretrizes para a construção foram constituídas basicamente de:

- Memoriais descritivos que assumiram funções de pro forma de requisitos legais que em alguns casos chegaram às mãos dos clientes – usuários, no entanto, nas descrições havia omissões de procedimentos construtivos de desempenho dos produtos por haver especificações do tipo, produto tal ou “similar”.

- Projetos arquitetônicos em pranchas grandes de difícil manuseio, principalmente em obra, com plantas baixas dos diversos pavimentos, dois a quatro secções de cortes, duas fachadas, plantas de situação e localização e informações legais. Foram observadas falhas similares entre eles, tais como:
 - a) Pouquíssimos detalhes construtivos de pormenorização para compatibilização dos diferentes materiais.
 1. Falta de locação dos eixos estruturais, uma vez que não havia outro desenho para encaminhar os projetistas das estruturas.
 2. Falta de especificações de níveis
 3. Falta de especificações nas planta, corte e fachadas. Sendo que estas últimas eram apenas elementos gráficos de composição da volumetria arquitetônica, não havendo em nenhum momento qualquer tipo de especificação nas pranchas bem como nos memoriais relativos aos procedimentos construtivos dos revestimentos delas.

5.1.2.2 Opinião dos Projetistas

Os autores dos projetos ao serem argüidos em relação às preocupações de durabilidade das fachadas na fase de projeto foram unânimes em afirmar que isto é relevante e muito importante e deve sim ser um fator a ser considerado no projeto, no entanto, observou-se que as preocupações estão centradas em duas variáveis básicas; composição dos espaços e estética. A durabilidade das fachadas é uma variável tratada de forma desestruturada e sem uma metodologia clara de ação, pois se limitam a especificar cores, rufos, pingadeiras, revestimentos cerâmicos – peças cerâmicas como pastilhas.

5.1.2.3 As built

Os levantamentos junto aos síndicos identificaram que 3 edifícios não dispunham de quaisquer tipos de projetos arquivados, enquanto que nos outros foram encontrados arquivados os projetos legais e projetos utilizados quando ocorreu a execução da obra, os quais se encontram em péssimo estado de conservação e com muita dificuldade de manuseio, além de incompletos. Os procedimentos de manutenção interna das unidades privadas não foram objetos desta, no entanto os síndicos argumentam da necessidade de haver projetos atualizados nas dependências da administração do condomínio.

Como relação aos projetos atualizados, os ditos *as built* no meio técnico, em nenhum dos casos houve a preocupação dos projetistas ou proprietários na realização dos elementos gráficos, por mais que em todos os edifícios houve alterações em relação aos projetos originais. As justificativas por parte dos projetistas foram de ordem técnica por não trabalharem ainda com o sistema CAD quando concluiu a obra e por não haver interesse do cliente.

5.2 Resultados e Análise das Patologias

Pode-se assegurar que as patologias geradas nas estruturas e vedações não têm apenas uma causa, mas diversas que, via de regra, agem associadas e proporcionam uma degradação acelerada dos componentes dos edifícios principalmente quando os agentes de degradação ambiental são mais intensos e cíclicos.

A apresentação do quadro geral de todas as patologias em todos os edifícios juntamente com a sistematização dos dados do mapa mental, nos permite dar início e aprofundar a compreensão dos resultados obtidos na pesquisa.

Primeiramente é importante observar que a coleta de dados buscou, de forma criteriosa, identificar cada tipo de patologia de fachada, onde se encontrava seu grau de reincidência e sua gravidade, por meio de roteiros definidos previamente. Os dados obtidos estão sistematizados em valores absolutos de cada tipo de patologia, ou seja, contados um a um numa ordem

numérica como estará exposto nos gráficos a seguir, nos dando uma interpretação parcial do comportamento das patologias, no entanto, somar-se-á a isto a composição com a área em metros quadrados que elas afetam nos permitindo compreender melhor a importância que tomará a patologia em termos de custo e recuperação.

Com as análises de cada tipo de patologia e com o devido diagnóstico e prognóstico de conduta, têm-se condições de estabelecer a relevância que as patologias assumem. Para, em seguida, se definirem os procedimentos tanto de manutenções programadas cíclicas, para restabelecer a queda de desempenho natural pelo envelhecimento das fachadas, como também para subsidiar aos projetistas informações que permitam num processo de planejamento de projeto, de execução de obras e avaliação pós-ocupação do ambiente de uso, a melhor compreensão dos pontos mais críticos e sensíveis das fachadas dos edifícios.

Desse modo, possibilita-se a reordenação e acrescentam-se nas variáveis que influenciam as decisões arquitetônicas de projeto, dados relevantes relativos à degradação, componentes de fachadas e seus agentes agressores, de modo que novos projetos sejam sensivelmente melhorados sob a ótica da durabilidade do conjunto das fachadas.

A seguir apresenta-se na tabela 6, o cenário geral das patologias diagnosticadas nos edifícios estudados. Apresenta-se a tabela com todos os edifícios e por cada tipo de manifestação patológica identificada. Preliminarmente observa-se que há diferenças significativas no número de patologias de prédio para prédio, mesmo que estes possuam idades semelhantes. Portanto, os aprofundamentos nos pormenores das interfaces dos elementos de fachada, e nos detalhamentos, indicam claramente as causas. E é neste intuito, de compreender estes fenômenos, que foram investigados 8 edifícios, cada um sistematizado com 4 fachadas e em cada fachada 13 pontos predeterminados, o que corresponde a 216 pontos genéricos ou interfaces mapeados, que foram registrados em planilhas do programa excel.

TABELA 6 – Ocorrências das patologias por intensidade e por edifício.

| Onde ocorre a patologia | edif.1 | edif.2 | edif.3 | edif.4 | edif.5 | edif.6 | edif.7 | edif.8 | Q GERAL | % |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|-----------|
| Pintura | 1166 | 1237 | 1130 | 911 | 389 | 911 | 566 | 497 | 6806 | 80 |
| Argamassa | 205 | 255 | 193 | 180 | 87 | 117 | 115 | 68 | 1220 | 14 |
| Cerâmica | 163 | 49 | 0 | 0 | 0 | 45 | 101 | 44 | 402 | 5 |
| Concreto armado | | 40 | 28 | | | 6 | | 2 | 76 | 1 |
| Q GERAL | 1534 | 1581 | 1323 | 1091 | 476 | 1073 | 782 | 609 | 8504 | 100 |
| % | 18 | 19 | 16 | 13 | 6 | 13 | 9 | 7 | 100 | |

A partir da tabela 7 os dados tornam-se mais relevantes por serem quantificados pela área de interferência de cada patologia podendo assim ser comparados aos dados da tabela 6 e ter uma expectativa financeira dos custos de recuperação, se compreendidas adequadamente as diversas gravidades de patologias que ocorrem dentro de cada tipo patológico identificado.

TABELA 7 – Ocorrências das patologias por área (m2) e por edifício.

| Onde ocorre a patologia | edif.1 | edif.2 | edif.3 | edif.4 | edif.5 | edif.6 | edif.7 | edif.8 | Q GERAL | % |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-----------|
| Pintura | 275 | 284 | 257 | 189 | 102 | 320 | 135 | 165 | 1731 | 70 |
| Argamassa | 91 | 115 | 85 | 75 | 55 | 53 | 55 | 45 | 573 | 23 |
| Cerâmica | 28 | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 41 | 12 | 111 | 5 |
| concreto armado | 0 | 23 | 18 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 47 | 2 |
| Q GERAL | 395 | 436 | 359 | 264 | 158 | 393 | 231 | 223 | 2461 | 100 |
| % | 16 | 18 | 15 | 11 | 6 | 16 | 9 | 9 | 100 | |

As comparações expressas na tabela 7 com o gráfico 3, mostram claramente que os edifícios 1, 2, 3 e 6 são juntos responsáveis por 62 % de todas as patologias e que, preliminarmente, as patologias em pinturas são as grandes responsáveis por elevarem as áreas afetadas, seguidas pelas patologias em argamassa.

CENÁRIO GERAL DAS PATOLOGIAS

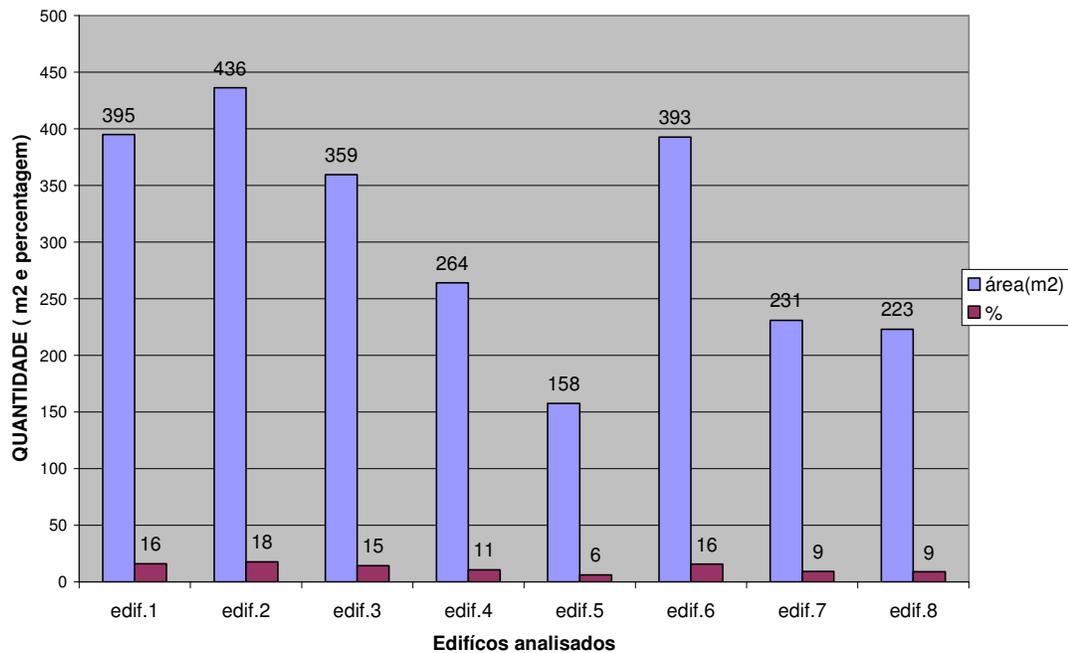


GRÁFICO 3 – Incidência pelos tipos de patologias encontradas.

Para melhor entendimento, o gráfico 4 detalha o cenário geral por tipos de patologias encontradas nos edifícios estudados, revelando que as pinturas se mostraram sensivelmente mais afetadas, perdendo sua capacidade de proteção à base e ao interior, aos ataques por fungos e comprometendo a estética dos edifícios. As demais patologias são em menor número, mas não menor em relevância, pois assumem dimensões significativas e de difícil tratamento, quer seja pelas dificuldades de acesso, quer seja pelos problemas congênitos que as geraram e que inexoravelmente devem, num processo de retroalimentação, serem sanadas a partir do projeto arquitetônico, quer seja em nível de concepção espacial das plantas, das volumetrias das fachadas ou em nível de detalhamentos construtivos.

CENÁRIO GERAL DAS PATOLOGIAS DIAGNOSTICADAS

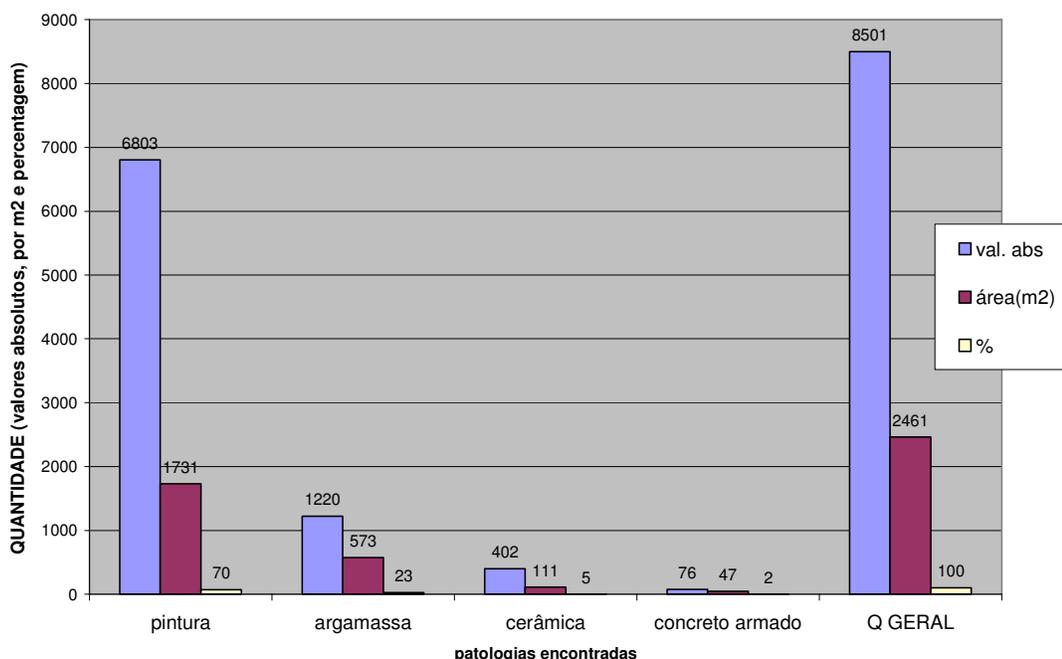


GRÁFICO 4 – Cenário geral das patologias encontradas (por tipo de patologia)

5.2.1 Patologia em Pinturas

Sabendo-se que as patologias em pintura são geradas pelos agentes de degradação ambientais que são: radiação ultra-violeta, temperatura, ciclos térmicos, oxigênio e ozônio, a caracterização dos tipos de manifestações se deu a partir de Cincotto (1988), e através da empresa de tintas Suvinil no site: <http://suvinil.com.br>. As caracterizações dos revestimentos em pinturas das fachadas dos edifícios pesquisados são em 100% delas revestidas em textura acrílica aplicadas sobre emboço desempenado sem qualquer tipo de junta de trabalho. Em três deles a textura é de baixo relevo enquanto que nos demais é de médio relevo não sendo possível caracterizar as marcas e composições das tintas que compõem as pinturas, sabe-se, no entanto, que esta prática de pintura é bastante difundida entre os engenheiros civis e arquitetos pelo fato de serem revestimentos de baixo custo.

5.2.1.1 Freqüência da ocorrência das patologias em pintura

As patologias na pintura se configuram como as mais expressivas de todos os tipos de patologia, chegando à marca de 80% em valores absolutos e 72% da área afetada, de todas as patologias diagnosticadas conforme se observa no gráfico 4 e tabela 7, além de estarem dispersas em todos os edifícios conforme gráfico 5. As freqüências ocorrem em 100% das fachadas e ao mesmo tempo, estão distribuídas ao longo de cada uma delas variando a intensidade, as áreas atingidas e ou tipo, ou seja, há patologias nas pinturas por quase a totalidade de cada fachada ainda que de forma pouco relevante, se comparadas com outros tipos de manifestações patológicas a serem descritas a seguir, as quais comprometem a habitabilidade e a segurança estrutural dos edifícios, mas extremamente importantes no aspecto estético e na proteção do emboço.

Os edifícios mais afetados são; 1, 2, 3, 4 e 6 conforme gráfico 5, que juntos correspondem por 70% deste tipo de patologia, e a quantidade de área afetada representa em torno de 1870 (um mil oitocentos e setenta) metros quadrados, conforme gráficos 4 e 5.

PATOLOGIAS NA PINTURA

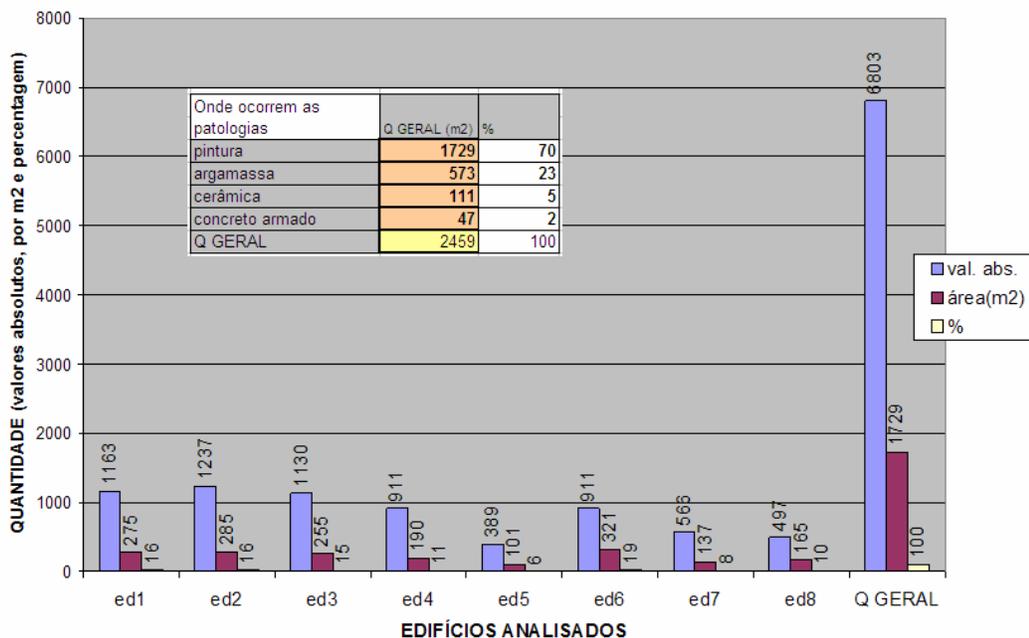


GRÁFICO 5 – Caracterização geral das patologias em pintura nos edifícios

Para melhor compreender a ocorrência patológica e extrair subsídios de como os materiais, em especial as pinturas, reagem frente aos agentes de degradação ambientais - agentes químicos, físicos - é relevante comparar as ocorrências em função das suas orientações solares das fachadas. Ao observar no quadro 6 a ocorrência das patologia em função das fachadas e suas orientações solares, percebe-se que a fachada sul com 35% das incidências patologias em pintura, é a mais debilitada de todas, inclusive quando comparadas as áreas degradadas, as quais nesta fachada chegam a 646 (seiscentos e quarenta e sete) metros quadrados de área comprometida, tais áreas foram quantificadas de acordo com os procedimentos descritos no item 4.2.4.1 da metodologia de pesquisa.

PATOLOGIA NA PINTURA POR OCORRÊNCIA EM FACHADA

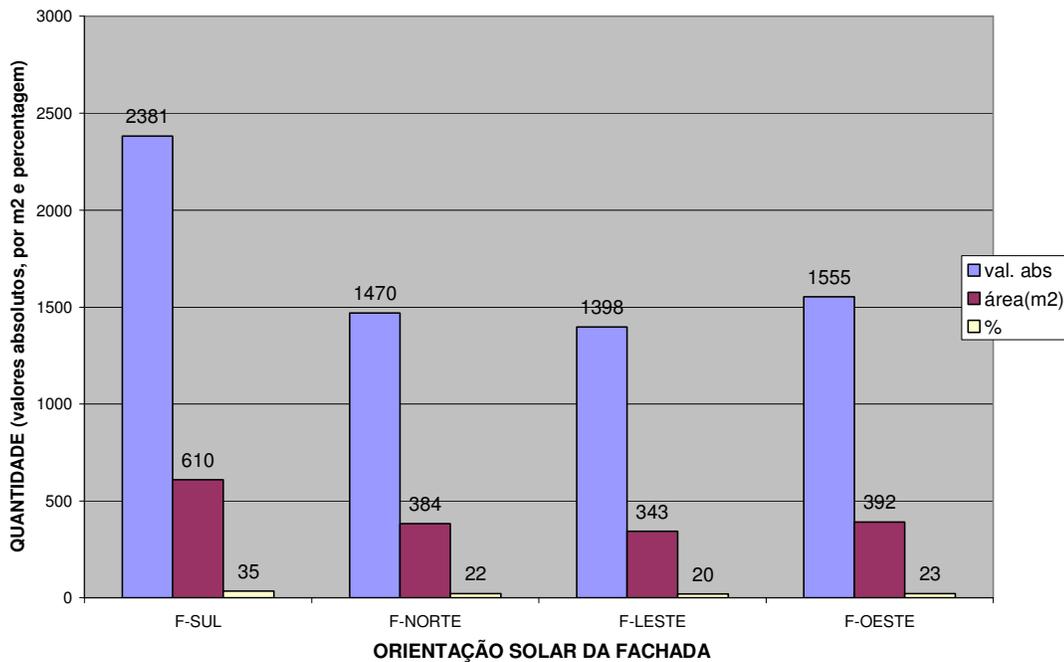


GRÁFICO 6 – Ocorrência das patologias em cada fachada

5.2.1.2 Intensidade e gravidade das patologias em pintura.

A intensidade de manifestações das patologias em pinturas pode ser mais significativa em determinados locais das fachadas do que em relação a outros. Neste sentido, os locais mais suscetíveis à infiltração de água são os mais vulneráveis a sofrerem degradação prematura, como: áreas das alvenarias ao redor das aberturas de janelas, das portas, topo de paredes, sacadas, e lajes planas expostas. Neste trabalho a identificação mostra as manifestações patológicas “onde” elas ocorrem, com isto demonstra a intensidade e o “tipo” de ocorrência e a gravidade das patologias.

- a) Distribuição das patologias pelo local **onde** ocorrem ao longo das fachadas:

De posse do quadro 1, da metodologia de pesquisa, os dados foram catalogados, sistematizados e demonstrados no gráfico 7.

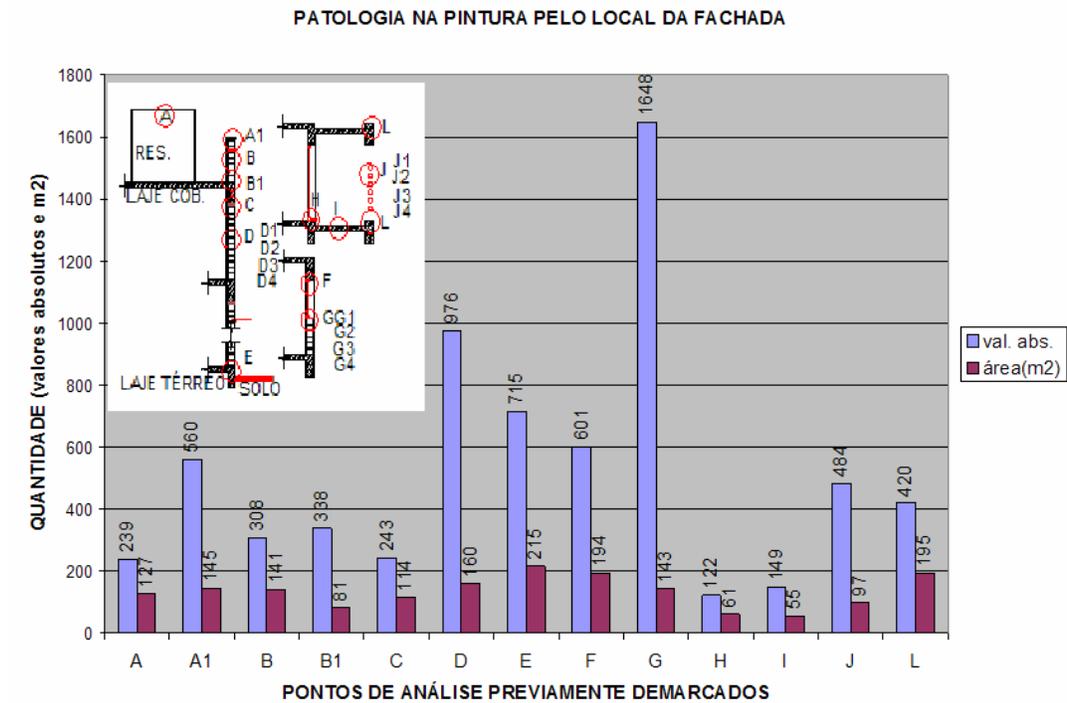


GRÁFICO 7 – Patologias pelo local das trinta e duas fachadas dos oito edifícios. (a)

As patologias estruturadas e expressas a partir da posição da ocorrência nas fachadas, conforme gráfico 7, permitem identificar as facilidades ou dificuldades de realizar os procedimentos de manutenções, e mais especificamente, demonstrar como os agentes de degradação ou componentes de fachada com falhas de projeto e ou de erros construtivos, causaram o surgimento das patologias. Diante disto, foi observado em todos os pontos de todos os edifícios que os locais mais afetados, com maior número de problemas na pintura em valores absolutos, foram os pontos A1, D, E, F, G, J e L, todos com mais de 400 (quatrocentos) locais afetados. Quando se observa o gráfico 8, comparam-se as intensidades das ocorrências em área - metros quadrados - os locais afetados e os pontos D, E, F, e G com valores acima de 150 (cento e cinquenta) metros.

a.1) Análises e considerações específicas sobre alguns pontos:

- A1 - platibanda – neste ponto as patologias estão concentradas em manifestações de manchas de bolor por fungos e sujeiras provenientes da atmosfera, com aspectos de escorrimento no sentido descendente, especialmente nos edifícios 1, 2 e 3. Isto se deve à presença constante de umidade e partículas de sujeiras, proveniente da atmosfera, depositadas sobre o topo das paredes que compõem a platibanda, e pela ausência de proteção, no topo das mesmas, por cimalthas ou rufos, que não afastando o fluxo de água das paredes, protegendo-as, acontece o efeito escorrimento da sujeira no sentido descendente.
- D – corpo das paredes – neste ponto as patologias, em grande parte, são decorrentes das fissuras e trincas ocasionadas no substrato - argamassa – que por decorrência acabam por atingir as pinturas propiciando a infiltração de água. Outro fator relevante observado foi a grande quantidade de manchas de fungos e sujeiras, provenientes da atmosfera, impregnados nestas áreas.
- E – encontro das paredes com o solo – esta ocorrência se mostrou mais significativa nas partes dos edifícios onde há áreas de piso pavimentado - acesso de veículos e pavimento térreo em pilotis - que por efeito de respingo das águas das chuvas e de limpeza, como por umidade proveniente do solo pela capilaridade dos materiais, comprometem as pinturas quer seja por desbotamento, por impregnação de sujeira sobre a pintura e manifestações por bolhas e destacamentos pela má execução dos serviços de impermeabilização das vigas de respaldo.
- G - áreas das alvenarias abaixo da posição das janelas – na parte inferior das janelas é normal encontrar grandes quantidade de poeira depositadas, provenientes da atmosfera. Foram observados nos estudos de caso e representados no gráfico 7, grande intensidade de sujeira neste locais e que pela ação do fluxo das águas das chuvas, escorreram nas fachadas, no entanto ao observar o gráfico 8, nota-se que estão concentradas por representarem 8% da quantidade de patologias, com isto, é relevante notar na fotografia 4 tal intensidade e no item b, a seguir os tipos de manifestações.

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA PINTURA AO LONGO DAS FACHADAS

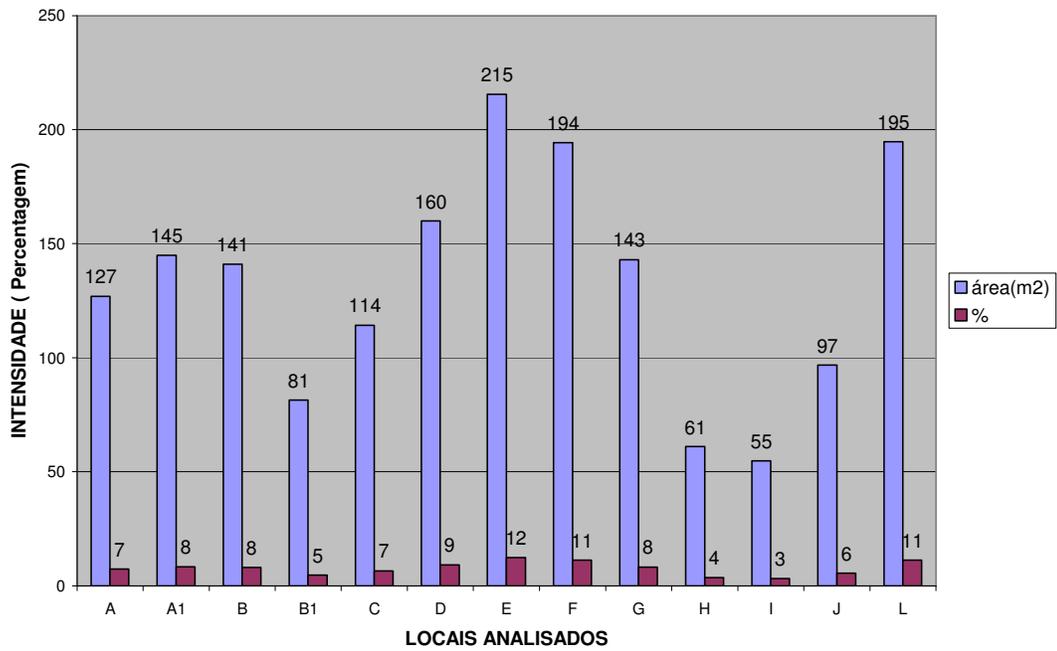


GRÁFICO 8 – Patologias pelo local das trinta e duas fachadas dos oito edifícios. (b)



FOTOGRAFIA 7 – Fotografia da fachada norte do edifício II demonstrando o ponto G (pingadeira).

b) Manifestações por **tipo** de patologias nas fachadas

Estas manifestações assumem diversos tipos, a saber: vesículas, bolhas, crateras, desagregamentos, destacamentos, eflorescências, enrugamentos, sujeiras pela poluição atmosférica, saponificações, fissuras, diferenças de tonalidade e manchas por fungos. Os resultados do gráfico 9, demonstram que os tipos mais expressivos são: sujeiras provenientes da poluição atmosférica, saponificações, fissuras, diferenças de tonalidade e as manchas por fungos – bolor-, e que juntas representam 70% dos problemas encontrados.

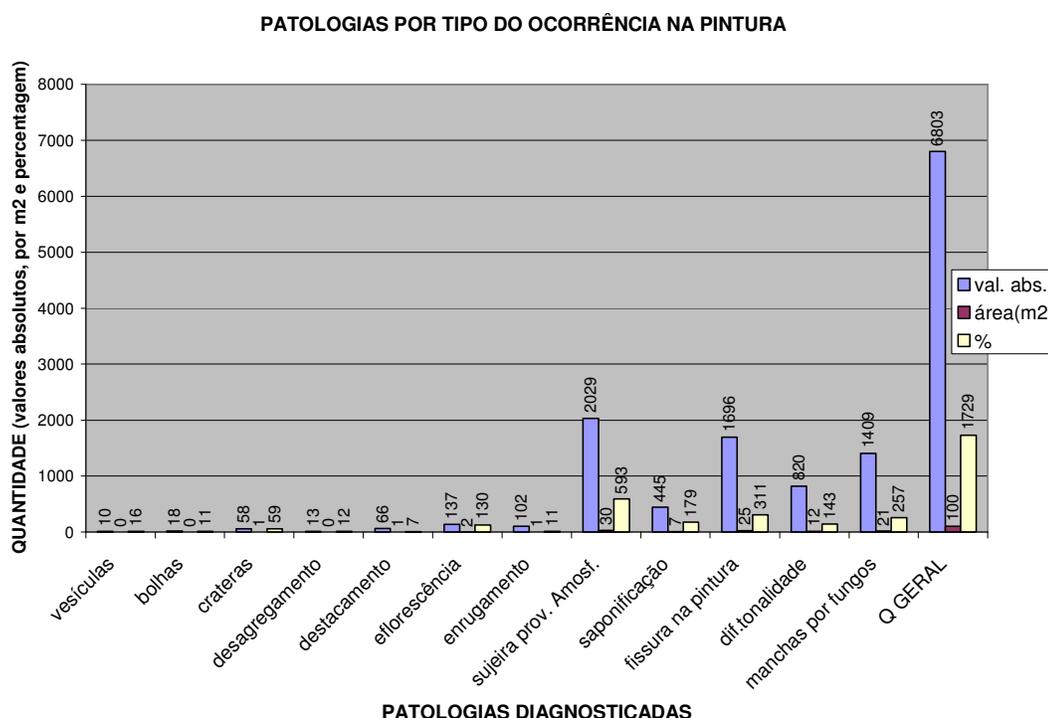


GRÁFICO 9 – Manifestações patológicas em pintura quanto ao tipo e área envolvente.

b.1) Análises e considerações específicas sobre algumas destas manifestações:

- **Sujeiras provenientes da poluição atmosférica:** com relação à quantidade, estão em todos os planos verticais das vedações externas, sendo que houve maior intensidade e gravidade de ocorrência nas

paredes inferiores das esquadrias – peitoris -, assim como nas paredes inferiores ao topo dos edifícios – platibandas – pois as sujeiras depositadas nos planos horizontais foram carreadas pelos fluxos de água da chuva na posição descendente, formando manchas e filetes escuros escorridos a partir do topo. Cabe ressaltar que as sujeiras provenientes da atmosfera são mais significativas quanto à densidade nos edifícios 2, 3, 4 e 5.

- I. Sujeiras provenientes pelos usuários foram observadas com grande frequência no pavimento térreo do edifício 2, onde as pinturas das paredes até aproximadamente 2,0 metros estão completamente deterioradas, conforme visto na fotografia 8.



FOTOGRAFIA 8 – Foto da fachada oeste do edifício II demonstrando o ponto E – encontro da parede com o solo.

- **Fissuras na pintura:** estas fissuras foram constatadas sempre que houve um processo de fissuras, trincas ou rachaduras no seu substrato, bem como quando ocorrem de forma isolada apenas neste elemento. Neste sentido observou-se que quase a totalidade das patologias foi gerada a partir de patologias do substrato onde, pela ausência de elasticidade da pintura, houve o surgimento das fissuras por diversas formas, as quais serão descritas nas patologias por argamassa e alvenarias.



FOTOGRAFIA 9 – Foto da fachada sul do edifício II demonstrando o ponto G (pingadeira) e F (verga).

- **Diferença de tonalidade, desbotamento:** A incidência da luz solar nas superfícies fez com que a durabilidade e vida útil das cores das tintas fossem alteradas provocando diferenças de tonalidade. Esta patologia foi observada em todos os edifícios, no entanto, os casos de maior relevância foram observados no edifício 1.

- **Manchas por fungos – bolor:** as manchas se manifestaram com grande intensidade nas áreas onde havia a presença de umidade por capilaridade e ou infiltração, neste sentido, foram as partes dos edifícios desprovidas de proteções adequadas, como no caso das proximidades das áreas que sofreram, conforme fotografia 9.

Outros fatores relevantes para o surgimento de sujeiras nas fachadas foram aplicações inadequadas de revestimento.

5.2.1.3 Análises dos resultados das patologias com possibilidades de serem sanadas em nível de projeto arquitetônico.

As patologias estruturadas e expressas a partir da orientação solar conforme gráfico 6, por pontos de incidência conforme gráfico 7, e os tipos de incidência conforme gráfico 8, permitem compreender como os agentes de degradação ambientais estão atuando sobre as fachadas e como os materiais e componentes estão se comportando. Na medida em que devidamente compreendidos, são altamente relevantes para elaboração e especificações de projetos quer seja em nível de concepção espacial das plantas, das volumetrias das fachadas quer seja em nível de detalhamentos construtivos, com vistas à durabilidade dos componentes e elementos de fachada.

Portanto foram extraídos subsídios relativos à:

a) Rufos

Os pontos de coletas de informações através do quadro 1, identificaram os pontos A, e B, como sendo os topos das paredes e muretas e que não foram devidamente protegidos por cimalthas e rufos, resultando em 15%, das manifestações patológicas na pintura, conforme gráfico 10.

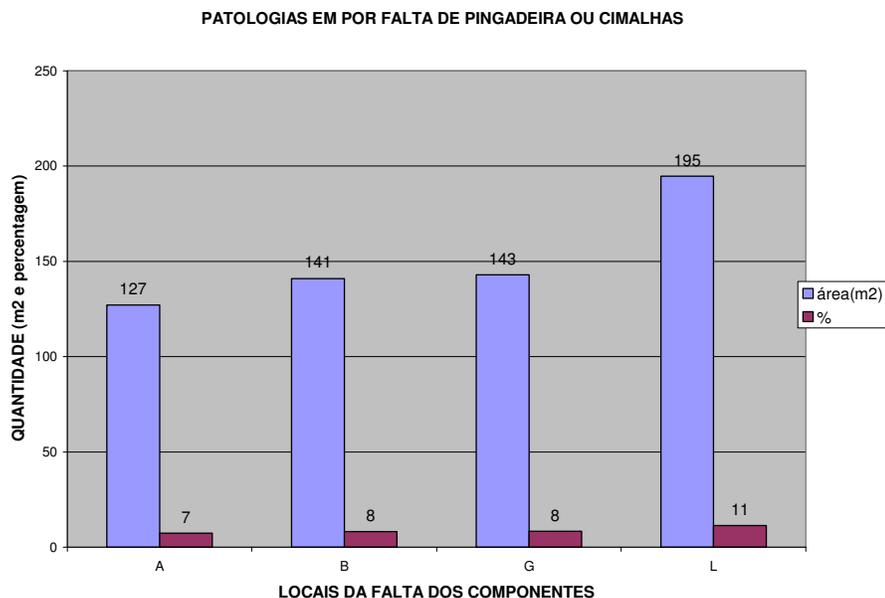
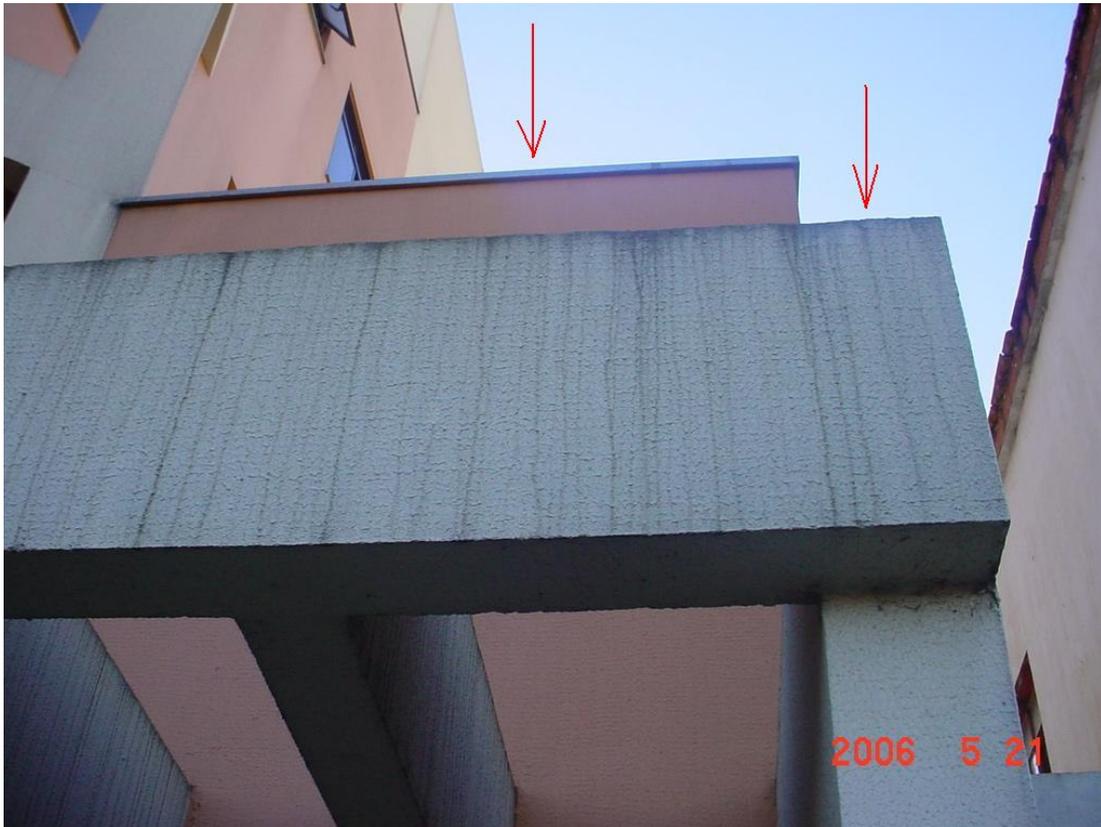


GRÁFICO 10 – Manifestações patológicas por falta pingadeiras e cimalha.

Ao se observar os projetos – plantas, cortes, e fachadas - e suas especificações e o cruzamento com as informações obtidas nos edifícios, foi constatado o seguinte:

- No que diz respeito às especificações das secções de corte, em alguns casos, era observada a existência de textos, dando conta do tipo de material de proteção das paredes da platibanda com o texto “rufo metálico”.
- Noutros casos não havia especificações de texto nem nos cortes, nem nas plantas de cobertura, deixando por conta do processo executivo as decisões, o que resultou em casos como este da fotografia 10, onde ora há, ora não há proteções.



FOTOGRAFIA 10 - Fotografia do edifício 6, fachada sul.

b) Pingadeiras

Os pontos de coletas de informações através do quadro 1, identificaram os pontos G, e L, como sendo os topos das paredes junto das janelas e sacadas, e que não foram devidamente protegidas por pingadeiras resultando em 19% das manifestações patológicas na pintura, conforme gráfico 10.

Ao se observar os projetos – plantas, cortes, e fachadas - e suas especificações e o cruzamento com as informações obtidas nos edifícios, foi constatado:

- Em nenhum dos casos houve de forma clara e explícita informações para que pudessem ser utilizadas na construção, as pingadeiras e cimalthas.
- Em muitos casos sequer existiam informações gráficas ou escritas sobre estes componentes.
- Em três edifícios havia pingadeiras executadas nas janelas enquanto que nos demais nada existia.

- As pingadeiras de sacadas, por não haver especificações, foram improvisadas com cerâmicas, conforme fotografia 11.



FOTOGRAFIA 11 -Fotografia do edifício 6, fachada sul

c) Instalações hidráulicas

As observações da pesquisa dão conta também que outras patologias em pintura poderiam ser resolvidas em nível de projeto, caso fossem tomadas medidas para planejar as instalações hidráulicas de escoamento das águas pluviais, como é o caso demonstrado na fotografia 12, onde o escoamento das águas é feito diretamente ao exterior a partir das floreiras, e nas paredes junto ao térreo, das águas de escoamento das sacadas.



FOTOGRAFIA 12 - Fotografia do edifício 8, fachada leste.

5.2.2 Patologias em Argamassa

Os levantamentos dos dados dos estudos de caso referentes às patologias em revestimentos de argamassa foram estruturados a partir de textos referenciais de Cincotto (1988), e Resende & Barros (2001), os quais identificam as manifestações mais freqüentes que ocorrem nestes revestimentos, inclusive suas causas mais prováveis e especificações de materiais ideais para efetuar os procedimentos de reparo. Também foi utilizado Santos Filho (2004), para caracterizar e classificar quanto à gravidade das patologias, com nomenclatura que considera os tamanhos das aberturas como referência. Portanto, apresentam-se fissuras com abertura de 0,5 mm, trincas de 0,5 mm a 1,5 mm, rachaduras de 1,5 mm a 5 mm, fendas de 5 mm a 10 mm e brechas com mais de 10 mm de abertura no revestimento.

Para enquadrar estas aberturas no quadro 1, quando ocorreu a pesquisa de campo, foi elaborado um teste inicial para possibilitar que as observações visuais a certa distância, pela inacessibilidade de aproximação ao objeto,

fossem possíveis de serem classificadas reduzindo a margem de erro.

Este teste se consistiu de:

- a. Sem nenhuma distância do pesquisador ao objeto pesquisado foram efetuadas as medições das dimensões das aberturas com paquímetro, inclusive com registro fotográfico para comparações futuras.
- b. À distância de cinco metros do mesmo objeto o pesquisador fez novo registro fotográfico.
- c. À distância de dez metros do mesmo objeto o pesquisador fez novo registro fotográfico.
- d. À distância de quinze metros do mesmo objeto o pesquisador fez novo registro fotográfico.

Assim, uma manifestação patológica quando analisada pela inspeção visual assume dimensões e formas diferentes a cada distância diferente no registro fotográfico digital, conforme enquadramento na tabela 8. Além disto, para os casos duvidosos onde a fotografia não se mostrou confiável ou sem visibilidade as distâncias dos registros foram reduzidas para aumentar a precisão das informações.

TABELA 8 – Percepção visual das manifestações patológicas.

| Manifestação patológica | Distâncias em metros do observador a manifestação patológica da fachada e forma de percepção da manifestação | | | |
|-------------------------|--|-----------|------------------|----------------------------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 |
| Fissuras | Fissura | Fissura | Sem visibilidade | Sem visibilidade |
| Trincas | Trincas | Trinca | Fissura | Sem visibilidade / Fissura |
| Rachadura | Rachadura | Rachadura | Trinca | Trinca |

5.2.2.1 Freqüência da ocorrência das patologias nas argamassas de revestimento.

As patologias em argamassa identificadas em todos os edifícios dos estudos de caso correspondem a 14% de todas as ocorrências patológicas encontradas quando comparadas em valores absolutos, e 23% quando comparadas em área atingidas, o que corresponde a aproximadamente 573 (quinhentos e setenta e três) metros quadrados de área afetada e estão espacialmente distribuídas nos edifícios conforme mostram as tabelas 6 e 7 e o gráfico 11. A freqüência da ocorrência das patologias nos revestimento de argamassa são mais expressivas nos edifícios 1, 2, 3 e 4, que correspondem juntos a 64% das patologias constadas, ver gráfico 11. Como nas patologias em pinturas, todas as fachadas de todos os edifícios são afetadas, e para melhor compreender este fenômeno, está detalhado em local, intensidade, e tipo, como se vê a seguir:

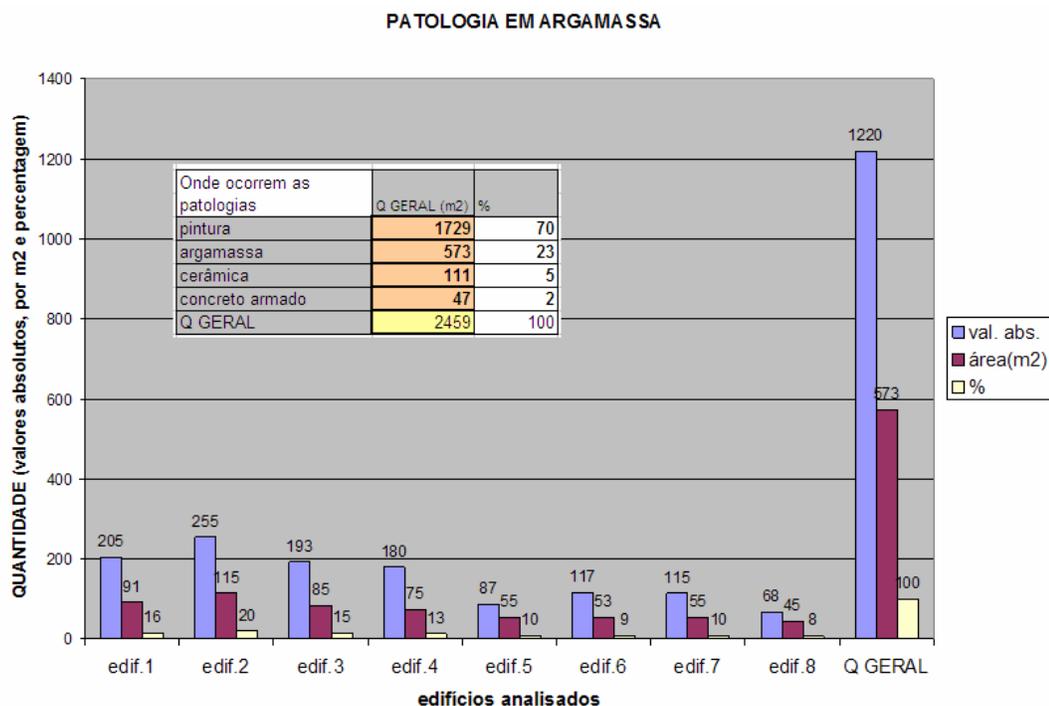


GRÁFICO 11 – Caracterização geral das patologias em argamassa nos edifícios.

Ao observar a ocorrência das manifestações patológicas nos revestimentos em argamassa, por orientação solar das fachadas, de acordo com o gráfico 12, nota-se que a fachada sul com 29% das ocorrências é a mais afetada.

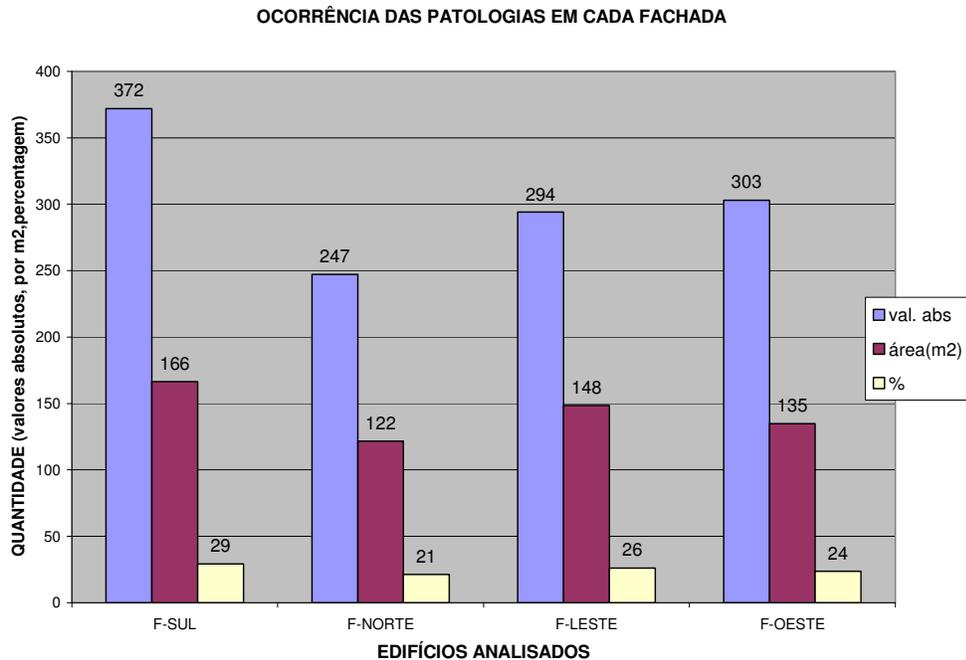


GRÁFICO 12 – Ocorrência das patologias em cada uma das fachadas.

5.2.2.2 Intensidade e gravidade das patologias em argamassas

O grau de intensidade das patologias em argamassa pode ser observado a partir do gráfico 11, e sua distribuição pelos locais de abrangência no gráfico 13. Cabe enfatizar que nos projetos e memoriais construtivos analisados não havia: especificações de traço de argamassa de assentamento e de revestimento; detalhes construtivos; especificações e escolhas de materiais; e métodos das técnicas construtivas a serem aplicadas, isto tudo associada à ausência de manutenção dos revestimentos de fachadas são fatores condicionantes para a ocorrência destas manifestações patológicas.

a. Distribuição das patologias no local onde ocorrem ao longo das fachadas

De posse do quadro 1 da metodologia de pesquisa, os dados foram catalogados, sistematizados e demonstrados no gráfico 13.

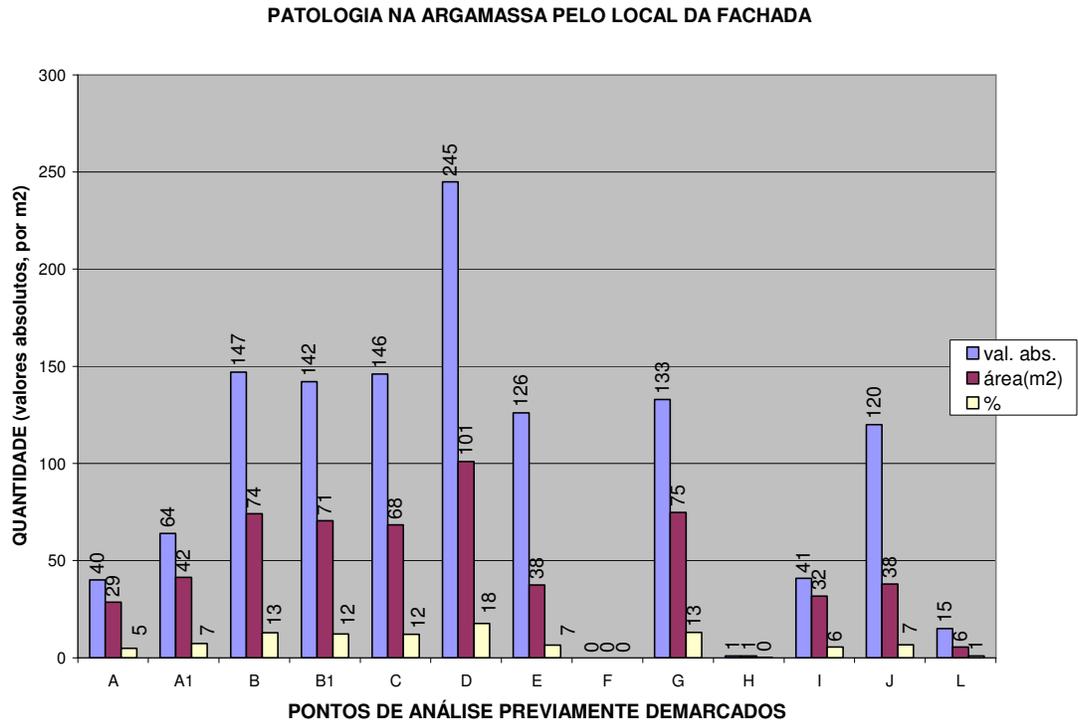


GRÁFICO 13 – Patologias localizadas nas trinta e duas fachadas dos oito edifícios.

As patologias estruturadas e expressas a partir da posição da ocorrência nas fachadas, conforme gráfico 13, são observadas em todos os pontos de todos os edifícios e os locais mais afetados no revestimento de argamassa por área foram os pontos B, B1, C, D, e G, todos com mais de 50 (cinquenta) metros quadrados afetados e somados, o que corresponde a 68% dos problemas patológicos nos revestimentos de argamassas.

a.1) Análises e considerações específicas sobre alguns destes pontos:

Para melhor compreender os dados anteriormente expostos, os mesmos foram estruturados na tabela 8, assim é possível observá-los fazendo cruzamento dos dados, ou seja, permitem cruzar tipos de patologias, suas intensidades e onde ocorrem. Esses dados estão expressos no gráfico 14.

TABELA 9 – Ocorrências das patologias mais relevantes nos revestimentos de argamassa.

| | fissuras div. direções | fissuras horizontais | trincas | trincas horizontal | rachadura | fenda | zonas estufadas | gretamento | desc. pulverulência | desc.com empolamento | desc. em placa | Porcentagem (%) |
|----|------------------------|----------------------|---------|--------------------|-----------|-------|-----------------|------------|---------------------|----------------------|----------------|-----------------|
| A | 66 | 12 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 10 | 3 | 100 |
| A1 | 77 | 10 | 2 | 3 | 2 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 100 |
| B | 73 | 7 | 9 | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 100 |
| B1 | 28 | 32 | 5 | 9 | 5 | 4 | 11 | 1 | 0 | 2 | 2 | 100 |
| C | 24 | 62 | 1 | 8 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 100 |
| D | 75 | 8 | 11 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 100 |
| E | 45 | 3 | 5 | 12 | 7 | 5 | 0 | 10 | 4 | 9 | 0 | 100 |
| F | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G | 95 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 100 |
| H | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| I | 62 | 5 | 19 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| J | 41 | 8 | 13 | 15 | 10 | 0 | 0 | 6 | 5 | 1 | 2 | 100 |
| L | 55 | 32 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 100 |

- B – Topo das muretas da platibanda – as patologias incidentes que predominam no ponto B são fissuras em diversas direções, em 70% dos topos das muretas destas platibandas estão sem proteção por cimalhas, permitindo que a umidade das águas das chuvas seja absorvida por capilaridade para o interior dos materiais – argamassa, tijolos e concreto. A umidade associada a ciclos de calor também é responsável pelas manifestações patológicas nas pinturas, como já foi descrito.
- B1 - Encontro da laje de cobertura com as muretas da platibanda – neste ponto conforme tabela 8, é importante observar que a maioria das incidências é por fissuras horizontais, que correspondem a 32% de

todas as patologias no revestimento neste ponto. Também há manifestações por trincas, rachaduras e fendas, como podem ser visto na fotografia 13. Essas são as mais preocupantes, pois põem em risco a segurança dos usuários e provocam problemas decorrentes das infiltrações de umidade pelas aberturas. A ocorrência da manifestação dessa patologia é devido a movimentação estrutural por expansão térmica da laje de cobertura dos edifícios 2 e 3.



FOTOGRAFIA 13 – Ponto B1 do edifício 2.

- C – encunhamento – as patologias decorrentes dos problemas de encunhamento se manifestaram em fissuras e trincas horizontais e são responsáveis por 70% dos problemas nesse ponto. As fissuras no encunhamento são responsáveis pela infiltração de água das chuvas para dentro dos ambientes internos dos edifícios. Caso significativo deste problema foi observado no edifício 7.
- D – encontro entre pilares e alvenarias e alvenarias e emboço – as patologias nas argamassas nesses locais, conforme expressa o gráfico 13, são responsáveis por 18% de todas as patologias nos revestimentos de argamassa, e conseqüentemente, as fissuras em diversas direções são responsáveis por 75% das ocorrências, não comprometendo a estabilidade dos revestimentos em face das patologias ficarem restritas ao emboço.

- G – encontro da janela com a alvenaria – esses locais são regiões de concentração de tensões nas alvenarias e foi identificado na pesquisa de campo que em todos os edifícios havia patologias dessa natureza, conforme mostra a fotografia 14.



FOTOGRAFIA 14 – Trinca em 45 ° na alvenaria pela ausência de contraverga no edifício 2, fachada sul.

b) As manifestações por tipo de patologias nas fachadas.

Estão classificadas dentro das seguintes delimitações: fissuras, trincas, rachaduras, fendas, brechas, zonas estufadas, gretamentos, destacamentos com pulverulência, destacamentos com empolamento e destacamentos em placas, assim nos permitiram determinar o grau de gravidade das patologias encontradas neste tipo de revestimento. O gráfico 14 mostra como os tipos de patologias estão incidindo sobre os revestimentos de argamassas. Portanto conclui-se que as fissuras são responsáveis por 69% das incidências, seguidas pelas trincas.

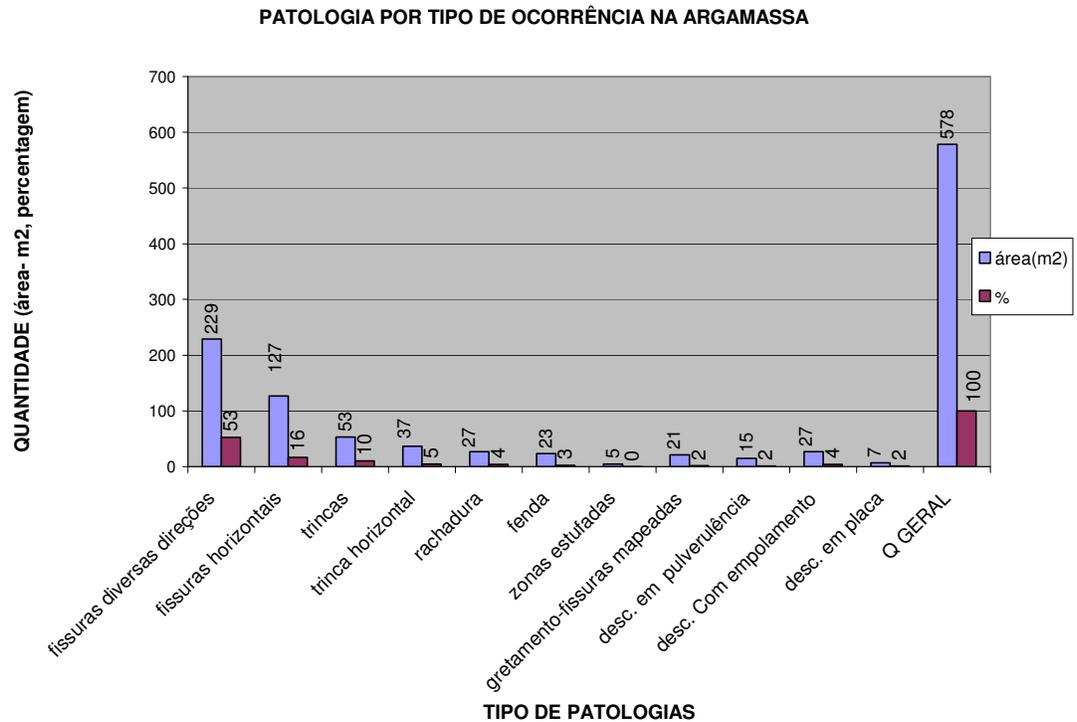


GRÁFICO 14 – Manifestações patológicas na argamassa quanto ao tipo e área envolvente.

A gravidade das manifestações patológicas pode ocorrer pela intensidade da manifestação, pelo tipo da manifestação, ou ainda, pela combinação das duas situações. Neste sentido, é relevante observar onde as manifestações por rachadura e fendas estão e de que forma elas se apresentam, para tirar subsídios que possam ser avaliados, se há condições de serem resolvidas em nível de projeto arquitetônico. No sentido vertical da tabela 8 há condições de conhecer os pontos em que essas ocorrências se manifestam e suas intensidades.

b1) Análises e considerações específicas sobre algumas dessas manifestações.

- **Fissuras em diversas direções:** as fissuras isoladas demonstram que os revestimentos podem possuir pouca capacidade de deformação elástica e não suportam as movimentações ou do substrato ou da sua própria deformação. Em alguns pontos específicos com janelas e porta é

considerável a quantidade dessas manifestações formando linha de fissura num ângulo de 45°.

- **Fissuras horizontais:** também são relevantes pela forma das ocorrências e pelas observações de campo sendo todas induzidas a partir do substrato, principalmente na interface das alvenarias com a estrutura de concreto armado.
- **Rachaduras e fendas:** são as mais graves, foram observadas nas ocorrências do revestimento. Sempre se manifestaram em decorrência de anomalias na alvenaria ou concreto armado. As rachaduras estão mais concentradas nos edifícios 1 e 3, enquanto que as fendas no edifício 2.

5.2.2.3 Análises dos resultados de patologias com possibilidades de serem sanadas em nível de projeto arquitetônico.

A partir das sistematizações dos dados das manifestações patológicas nos revestimentos de argamassa de fachada – emboço – é possível compreender que muitas destas patologias são decorrentes ou envolvem as alvenarias de vedação e estruturas de concreto armado, pois os materiais agem solidariamente e interdependentes formando os componentes das fachadas. Desta forma, os componentes verticais das fachadas podem afetar ou serem afetados pelos componentes horizontais da própria fachada ou das fachadas adjacentes. Logo, a correta interpretação dos fenômenos patológicos nos revestimentos de fachadas, que podem ser solucionados a partir das decisões arquitetônicas, só é possível se consideradas as influências que as alvenarias e as estruturas de concreto armado exercem sobre o conjunto das próprias fachadas. Com isto, soluções na estrutura de concreto armado ou nas alvenarias poderão ser as únicas que os mesmos necessitam para não sofrerem processos patológicos.

As variáveis de análises são pela intensidade das ocorrências que envolvem as áreas afetadas e os percentuais, no entanto, poderiam ser

analisados envolvendo os custos de manutenção e soluções gráficas em nível de detalhamento construtivo.

a) Laje de cobertura dos terraços e platibandas.

As corretas interpretações e análises das manifestações patológicas que ocorrem neste conjunto – pontos B, B1 e C-, envolvem os agentes de degradação do meio ambiente, as características extrínsecas aos materiais e as formas de compatibilidade dos materiais e componentes.

1. As patologias observadas nos pontos B, B1 e C estão estruturadas no gráfico 15 pela quantidade de área afetada e porcentagem, chegando a um total de 245 (duzentos e quarenta e cinco) metros de área a ser recuperada.

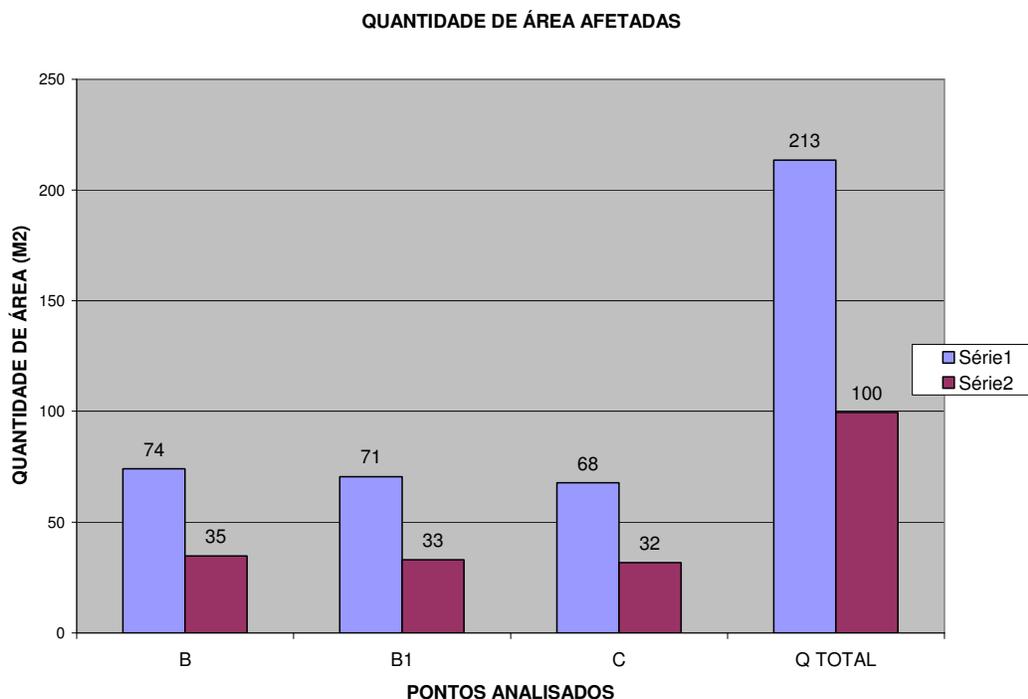


GRÁFICO 15 – Manifestações patológicas nos pontos B, B1 e C em todos os edifícios.

A tabela 9 expressa como as patologias estão distribuídas nos pontos e suas respectivas gravidades, já a tabela 10, demonstra como as fachadas são agredidas em face das suas orientações solares.

TABELA 10 – Incidência patológica por pontos e por tipo de patologia.

| Incidência patológica por gravidade de ocorrência | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|----------------------|----------|---------------------|-----------|----------|-----------------|------------|---------------------|---------------------|----------------|-------------|
| | fissuras div. direções | fissuras horizontais | trincas | trincas horizontais | rachadura | fenda | zonas estufadas | gretamento | desc. pulverulência | desc.c/ empolamento | desc. em placa | Porcentagem |
| B | 73 | 7 | 9 | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 100 |
| B1 | 28 | 32 | 5 | 9 | 5 | 4 | 11 | 1 | 0 | 2 | 2 | 100 |
| C | 24 | 62 | 1 | 8 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 100 |
| % | 42 | 34 | 5 | 7 | 2 | 2 | 4 | 2 | 0 | 1 | 1 | 100 |

TABELA 11 – Incidência patológica por fachada

| Incidência patológica nos pontos B, B1 e C | | | | | |
|--|-------|---------|---------|---------|------------|
| | F-SUL | F-NORTE | F-LESTE | F-OESTE | Área em m2 |
| B | 24 | 19 | 10 | 21 | 74.00 |
| B1 | 24 | 21 | 9 | 17 | 71.00 |
| C | 22 | 12 | 24 | 10 | 68.00 |
| Total de área (m2) | 70.00 | 52.00 | 43.00 | 48.00 | |

2. Variáveis ambientais. Os principais agentes de degradação de materiais com cimento são: agentes químicos, dióxido de carbono, oxigênio, umidade, temperatura, ciclos térmicos, ciclos de molhagem/secagem, cloretos e sulfatos.

3. Características extrínsecas dos materiais. Os coeficientes de dilatação térmica dos materiais como, concreto armado, tijolos, argamassas, e outros revestimentos como pastilhas cerâmicas, placas de pedras de granito, são substancialmente distintos entre si e dilatam com

coeficientes diferentes quando sofrem ação dos raios ultravioletas resultando em diferentes temperaturas nas superfícies dos materiais, todavia, todos esses materiais podem fazer parte de um único componente de fachada.

4. Soluções arquitetônicas para serem tomadas no projeto arquitetônico.

Com as três primeiras situações evidenciadas e compreendidas na sua essência, as formas de compatibilidade dos materiais e componentes podem ser perfeitamente solucionadas em nível de projeto arquitetônico, como exemplo:

- No lançamento das diretrizes de projetos perceberem que as estruturas trabalham e que por isto devem ser previstas juntas de dilatação estrutural.
- Lançar medidas preventivas de ventilação do telhado, de modo a contribuir para que as lajes de cobertura sejam menos aquecidas e, conseqüentemente, menos dilatadas.
- Projetar telhados mais altos em relação às lajes de cobertura, tirando partido plástico e aumentando o colchão de ar que fica entre as telhas e a laje.
- Lançar dilatações das lajes de cobertura de modo a diminuir suas áreas, o que conseqüentemente diminui as tensões de deformação, assim é possível evitar as patologias por trincas, brechas e rachaduras nos cantos das platibandas.
- Quando há lajes de cobertura com a função de terraço devem ser previstos rebaixamentos que comportem todos os insumos referentes ao subsistema de impermeabilização, além de proteção térmica, o que possibilita maior vida útil dos componentes. Evitando que as drenagens pluviais sejam lançadas diretamente ao exterior.

b) Vergas e contra vergas

As interpretações e análises devem levar em consideração: as patologias do ponto G, os agentes de degradação do meio ambiente, as características intrínsecas aos materiais e as formas de compatibilidade dos materiais e componentes.

A tabela 11 expressa como as patologias estão distribuídas no ponto G e suas respectivas gravidades, cabe aqui salientar que estas fissuras são a 45º graus conforme escrito no item 5.2.2.2 a1, na página 165.

TABELA 12 – Patologias distribuídas no ponto G e suas respectivas gravidades.

| | fissuras div. direções | fissuras horizontais | trincas | trincas horizontais | rachadura | fenda | zonas estufadas | gretamento | desc. pulverulência | desc. com empolamento | desc. em placa | Porcentagem (%) |
|----------|------------------------|----------------------|----------|---------------------|-----------|----------|-----------------|------------|---------------------|-----------------------|----------------|-----------------|
| G | 95 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 100 |

1. Soluções arquitetônicas para serem tomadas no projeto arquitetônico.
 - Compreendidos os comportamentos dos elementos de vedações deve-se evitar a existência de alvenarias sobre as janelas, ou seja, a locação da janela pode ser encostada diretamente na viga.
 - Prever a existência de vergas quando há alvenarias sobre as janelas.
 - Prever a existência de contraverga e peitoril com inclinação adequada para o escoamento das águas pluviais para o exterior.

c) Outras recomendações relativas ao concreto armado, alvenarias e revestimento de argamassa.

- Nas vigas de contorno de sacadas e platibanda deve haver detalhes construtivos para compatibilização da estrutura de concreto com as argamassas de revestimento, evitando assim o descolamento em placas.
- Emprego de telas eletrosoldadas sobre as interfaces das alvenarias com a estrutura de concreto antes da aplicação dos revestimentos de argamassa, de modo a evitar tensões diferenciadas entre os materiais.

5.2.3 Patologias em Cerâmica

Estes revestimentos foram observados e analisados somente nos pisos das sacadas e nos pisos dos terraços, uma vez que nenhum dos estudos de caso tem revestimento nas fachadas que seja de peças cerâmicas ou de pastilhas cerâmicas. Diante disto a caracterização dos tipos de manifestações patológicas em cerâmicas foram estruturadas a partir de Bauer (1995), Junginger e Medeiros (2002), Simões et al (1998). As patologias foram identificadas em todos os edifícios que possuíam sacadas e terraços, todavia, nem todos os locais com cerâmicas apresentaram manifestações patológicas nestes revestimentos.

O cenário geral descrito no gráfico 4, na página 151 demonstra que as patologias deste tipo de revestimento representam no cenário geral 5% das manifestações patológicas nos edifícios, já a tabelas 7 na página 149 demonstra o quanto da área foi afetada.

Os revestimentos em placas cerâmicas são os materiais de formas e tamanhos variados usados na construção civil para revestimento de paredes externas, e de pisos, e classificados como: azulejos, pastilhas cerâmicas, porcelanatos, grês e lajotas de piso.

As coletas de dados referentes às sacadas foram significativamente mais dificultosas pelo fato de que o pesquisador teve que retornar diversas vezes em cada edifício para poder ter acesso às sacadas para coletas de dados.

As observações no ato da coleta dos dados se limitaram a verificar os tipos de patologias previamente listados, sem se preocupar com aspectos estéticos do piso, todavia a cor de revestimento foi um elemento acrescido à pesquisa posteriormente.

As áreas que compunham as fachadas revestidas com cerâmicas estão estruturadas conforme a tabela 13.

TABELA 13 – Quantidade e áreas de ambientes externos revestidos com cerâmicas.

| SACADAS E TERRAÇOS | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------|---------|------|---------|------|--------|------|---------|------|------------|------------------------|
| | | F-NORTE | | F-LESTE | | F-SUL | | F-OESTE | | | |
| | Cor revest. | quant. | área | quant. | área | quant. | área | quant. | área | Quantidade | Área (m ²) |
| Ed.1 | Cinza | 6 | 16 | 6 | 18 | 6 | 41 | 1 | 18 | 19 | 92.2 |
| Ed.2 | Vermelha | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 22 | 1 | 20 | 2 | 42 |
| Ed.3 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ed.4 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ed.5 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ed.6 | Branca | 3 | 15 | 0 | 0 | 3 | 27 | 1 | 38 | 7 | 80 |
| Ed.7 | Branca | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 18 | 3 | 9 | 7 | 27 |
| Ed.8 | cinza | 3 | 20 | 3 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 48.9 |
| Quantidade | | 12 | | 9 | | 14 | | 6 | | 41 | |
| Área (m ²) | | | 51 | | 47 | | 108 | | 85 | | 290.1 |

O gráfico 16 representa que 111 (cento e onze) metros quadrados estão com algum tipo de comprometimento com patologias que podem ser: descolamentos, quebra de peças, fissuração, eflorescência, manchas e deterioração dos rejuntas.

PATOLOGIA NAS CERÂMICAS

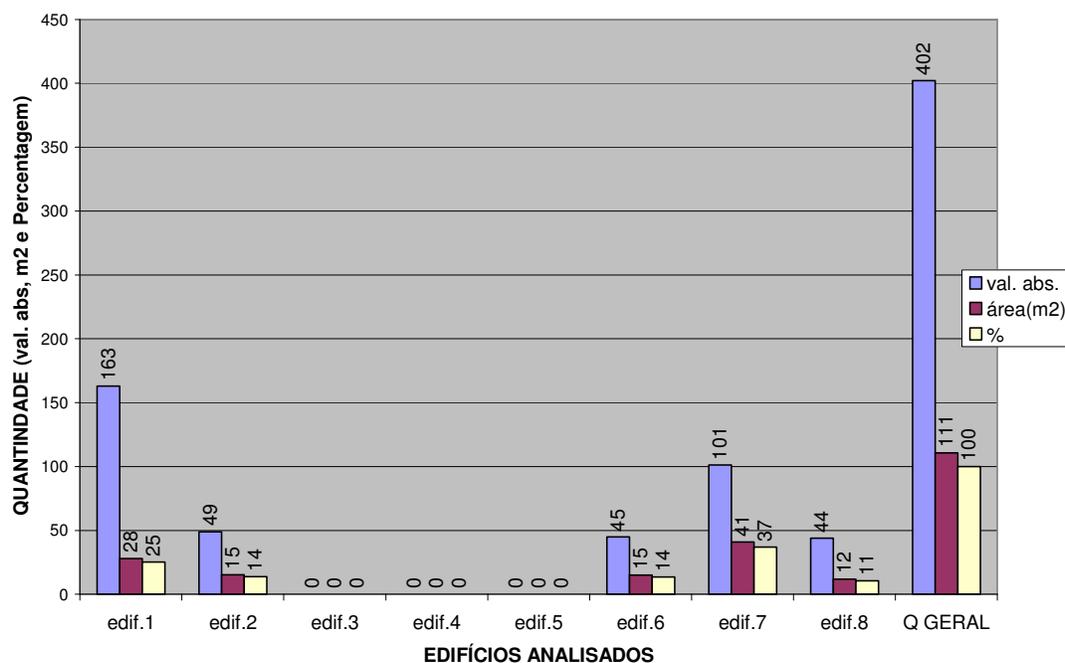


GRÁFICO 16 – Patologias nas cerâmicas dos pisos das sacadas e terraços.

5.2.3.1 Frequência da ocorrência das patologias nas cerâmicas de revestimento dos pisos das sacadas e terraços.

As falhas de rejuntamento foram os componentes do subsistema de revestimento cerâmico que mais apresentam problemas por destacamentos e estão localizados nos terraços de cobertura, com destaque para: destacamento de peças nos edifícios 2, 3, 6, e 8; destacamento do rejunte nos edifícios 2, 3, 6, e 8 e manchas nos pisos.

Foram observados alguns erros:

- Ausência de juntas de dilatação e juntas de trabalho em todos os pisos dos ambientes.
- No edifício 2 o piso cerâmico é composto por peças tipo lajota de piso com grandes irregularidades

As informações contidas nos projetos arquitetônicos e nas especificações descritivas coletadas referentes aos pisos cerâmicos eram:

- Apenas de ordem estética (cor e forma) e do tipo de PEI a ser utilizado.
- Não havia detalhando dos procedimentos construtivos e/ou especificações das juntas de dessolidarização e juntas de trabalho.
- Em alguns casos havia considerações de que as normas técnicas deveriam ser consultadas antes da execução dos serviços.
- Não havia menções de restrições ou favoráveis em função da absorção de água das peças.
- Não havia definição dos tipos de argamassas colantes.

5.2.3.2 Análises dos resultados das patologias com possibilidades de serem sanadas em nível de projeto arquitetônico.

- Prever o conjunto de detalhamento de acordo com o conjunto de Normas Brasileiras vigentes sobre o assunto.
- Prever isolamento térmico nas lajes com grandes movimentações térmicas.
- Escolher cores claras, assim a absorção do calor será menor com menor possibilidade de haver descolamentos pela ação da temperatura.
- Especificar o material em função da localização e as dificuldades de absorção de umidade.
- Especificar materiais com menor desvio padrão possível.
- Especificar peças cerâmicas e argamassas de assentamento certificados por Instituto credenciado no Inmetro.
- Deve haver especificações claras quanto à inclinação das bases e tamanhos das juntas de dessolidarização.

6 RECOMENDAÇÕES PARA A DURABILIDADE DAS FACHADAS A PARTIR DO PROJETO

Há de se compreender primeiramente a concepção conceitual existente nas formações acadêmicas dos arquitetos e engenheiros civis no Brasil, que possuem formações e visões diferentes nas formulações de projeto para se chegar aos mesmos resultados: a edificação.

O ponto de partida: a arquitetura está voltada fundamentalmente para o resultado final do produto, com isto é relevante a expressão da forma, da função, do estilo, da linguagem, da contextualização social e histórica do edifício, enfim, uma mensagem artística para a sociedade através da edificação, exemplo disto, são edificações que permearam na arquitetura moderna por meio da racionalização do estilo internacional, propagada por Lê Corbusier a partir da década de 1930, assim como, os prenúncios descritos pela arquitetura pós-moderna presenciadas em grande escala na produção arquitetônica atual.

O ponto de partida para a engenharia civil tem por base essencial os meios técnicos e construtivos de produção para se chegar ao produto, que é o edifício.

Em ambos os casos, para se chegar até as definições gráficas de projetos e em especial, neste caso, projetos e detalhamentos de fachadas, são fundamentais pré-requisitos conceituais de tipologias de edifícios, componentes, materiais e soluções gráficas que possibilitem aos revestimentos externos manter o desempenho esperado diante dos inúmeros agentes de degradação existentes neste ambiente. Logo, tais componentes e materiais selecionados e aplicados com uma seleção com critérios que visem à durabilidade, são fatores indutores para o prolongamento da vida útil das fachadas, uma vez que haja o emprego de métodos e técnicas construtivos adequados e suficientemente testados e aprovados previamente.

6.1 PLANEJAMENTO PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO

A elaboração do projeto como meio inicial do ato de planejar a futura edificação, é tarefa multidisciplinar, complexa com múltiplas variáveis a serem consideradas no processo de imaginação do autor, assim, a arquitetura e a engenharia, como ciências, possibilitam a sistematização e ordenamento destas informações para auxiliar e subsidiar o processo criativo, que pode ser expresso por meios gráficos – físico e digital - e meios físicos – maquetes.

O projeto como meio para a produção da edificação tem sido alvo de inúmeras pesquisas por Universidades brasileiras e estrangeiras que trabalham no setor da construção civil, seja desenvolvendo métodos, modelos, formas de sistematização das informações que nutrem as decisões dos agentes das diversas especialidades envolvidas, de quantidade de informações que devem existir nos projetos, ou ainda como estas informações subsidiam de forma sincronizada a etapa de execução, observando as particularidades de cada edificação.

A obtenção da durabilidade de fachadas por meio de projetos pressupõe uma análise crítica e holística de toda a edificação e incorporação de conceitos de “vida útil de projeto”, descritos na norma de desempenho de edifícios da ABNT na versão final de 2006. Para tomada de decisões que visem prolongar a vida útil de projeto se deve num primeiro momento reconhecer, compreender e considerar as grandes variáveis intervenientes no edifício, para isto é necessário contemplar:

- Como ocorrem as patologias nas fachadas;
- Os principais agentes de degradação, ambientais ou do próprio uso e/ou operação do edifício;
- As relações de interfaces dos materiais empregados, inclusive, em que posição do edifício é empregada;
- As relações dos materiais frente às características tipológicas e de forma do edifício;

- As técnicas e métodos construtivos a serem empregados para fazer frente aos materiais especificados;
- Informação entre projetos e produção - Formas de troca e de quantidade de informações de projetos entre os agentes das diversas especialidades envolvidas e com estas são disponibilizadas no canteiro de obras;
- Qualificação de mão de obra, equipamentos e condições de trabalho;

Num segundo momento, a qualidade na fase de projeto também é discutida por Silva e Souza (2003), que apontam como meio a gestão do processo de projeto, e mediante disto, é possível qualificar e responsabilizar todos os agentes envolvidos neste processo, que deve se iniciar pelo comprometimento da empresa em gerar produtos e serviços com adequação ao uso de todos os clientes do processo, assim como, se voltar à satisfação desses clientes em suas necessidades.

Para autores, tais como Franco (2002, 2004), Maciel e Melhado (1998, 1999), Romero e Simões (1995), Silva et al (2003), há a necessidade de planejar as fachadas de modo que os componentes de vedação, de revestimentos de fachadas sejam construídos e que as informações sejam corretas, e profundamente detalhadas para todos os materiais constituintes, e para isto, há a necessidade de aplicação dos princípios modernos da qualidade na elaboração deste projeto, que por sua vez requer um conjunto de procedimentos nesta etapa, já apontados por Picchi e Agopyan (1993). Esses procedimentos consistem em: qualificação de produtos e processos, coordenação de projetos, análise crítica de projetos, qualificação de projetistas, projetos de produção, planejamento de projetos, controle da qualidade de projetos, controle de revisões, controle de modificações durante a execução e projetos em computador (CAD). Diante deste cenário, é relevante e necessário o aprofundamento destes itens de modo a influenciar positivamente o projeto e este à qualidade final das fachadas.

a) Qualificação de produtos e processos

Para as características construtivas da tipologia dos edifícios analisados nesta pesquisa – estrutura de concreto armado e alvenaria tijolos furados de vedação – os processos construtivos estão todos resolvidos no meio acadêmico, no entanto, a transferência para o meio de produção de edifícios requer esforços principalmente na comunicação dos projetos, através da padronização de processos, coordenação modular, e de detalhes construtivos padronizados em nível e quantidade, de modo a evitar ambigüidades e incertezas na fase de execução, o que para o empreendedor é traduzida em maiores custos.

Atualmente o processo de desenvolvimento do projeto tem se intensificado por meio dos recursos da informática e da tecnologia da informação, os quais são ferramentas poderosas e se adequadamente exploradas auxiliam de forma decisiva a qualidade do projeto, uma vez que a quantidade e a velocidade de informações trocadas entre os diversos especialistas do projeto são substancialmente superiores aos procedimentos sem estes recursos.

A qualificação de produtos pode ser feita através da seleção e comprovação por critérios previamente estabelecidos pelo conjunto de normas existentes, e ou por análises aprovadas destes produtos por laboratórios credenciados ao INMETRO, tanto para aquisição, quanto para recepção e aceitação, e para tempo e modo de armazenamento.

A presença de consultorias nesta fase é de fundamental importância em face das dificuldades do projetista arquitetonico em dominar todos os conceitos e as particularidades de todos os subsistemas do edifício, e das inovações tecnológicas que são constantemente dispostas no mercado, assim, esta metodologia de trabalho pode reduzir falha e trabalhos futuros, e por consequência reduzir custos de produção.

i. Processos de projetos

A nova relação que os processos de projetos devem assumir é quanto ao uso da retroalimentação de pesquisas sobre patologias de fachadas, como

nesta pesquisa, que evidenciou a grande quantidade de patologias provenientes por agentes atmosféricos:

- Presença de umidade nas alvenarias – podem ser eliminadas se o conjunto de detalhes construtivos for elaborado de modo a afastar das fachadas o fluxo da água das chuvas.
- Fissuras e trincas nas vedações – podem ser eliminadas com detalhes construtivos de reforços estruturais nas interfaces com outros materiais e em torno dos vãos das esquadrias.

As condições de exposição do edifício ao meio ambiente devem ser dispostas como variáveis prioritárias quando se trata da durabilidade de fachadas, portanto, é em relação aos agentes agressivos e formas de manifestações patológicas que a seleção de produtos e soluções arquitetônicas deve ser especificada utilizando das relações de causa e efeitos, uma vez que os requisitos e critérios das exigências dos usuários já foram estabelecidos na norma ISO 6241 e constam na norma de desempenho de edifícios de até 5 pavimentos da ABNT de 2006.

Além das descrições e especificações construtivas destinadas ao meio técnico profissional envolvido com a execução da obra, há também a necessidade de gerar um conjunto de informações de definições de uso, operação e manutenção das fachadas a fim de manter os desempenhos previstos na fase de elaboração do projeto.

Conceber o desenvolvimento do produto com uma metodologia que envolva os projetos arquitetônicos e especificações das fachadas com diversos níveis de abordagens como: estudo preliminar, projetos legais, anteprojeto, pré-executivo, executivo e especificações técnicas.

Conceber os projetos arquitetônicos e especificações das fachadas com foco na durabilidade, sendo que isto significa dizer que a elevação dos custos quando da execução das fachadas no momento presente, pode ter como resultado a sensível redução de gastos durante a vida útil da edificação, o que se traduz em economia. Esta concepção arquitetônica construtiva pode ser feita a partir de recomendações de matérias, serviços e alternativas de

detalhes construtivos reconhecidamente eficientes e que façam parte de um banco de dados dos projetistas.

A padronização dos procedimentos de projeto é uma das condições para a melhoria da sua qualidade, isto pode ser obtido por meio da modulação do projeto e de materiais que atendam a estes requisitos, além de haver padronização e níveis de abrangência do que é um projeto completo. Um dos procedimentos para que isto ocorra é a aplicação por parte de órgãos públicos ou privados de manuais de projeto.

b) Coordenação de projetos

A presença de um líder - com amplos conhecimentos de elaboração de projeto e experiência de execução de obra - na etapa de produção do projeto, possibilita e facilita o intercâmbio das informações produzidas relativas ao projeto em desenvolvimento, assume importância elevada uma vez que este faz com que as diversas equipes envolvidas no projeto, os fornecedores e equipes de execução, troquem informações em tempo real daquilo que está sendo produzido, além de fornecer e retro alimentar informações para um banco de dados para futuros projetos. Nesta etapa é recomendável a análise crítica por parte dos engenheiros executores, isto possibilita mudanças no projeto, de modo a facilitar as operações de execução, uma vez que as informações de projeto são esclarecidas e especificadas atendendo aos anseios das equipes construtoras, além de aproximar as construtoras do meio de elaboração de projetos.

A perfeita compatibilização e/ou simultaneidade dos projetos e suprimentos previamente selecionados por requisitos focados na durabilidade permitem inovações tecnológicas seguras, quer seja a nível construtivo e/ou de *design* das fachadas.

Deve-se compatibilizar projetos em todas as fases, entre projetos, entre subsistemas e entre projetos e elementos de composição das fachadas, tudo isto dentro de um fluxo contínuo de informações com bancos de dados coletivos entre os projetistas e de rápida atualização e em especial na fase de detalhamento das soluções. Para que isto seja viável, as ferramentas da

tecnologia da informação interagindo em redes de comunicação são elementos essenciais para o sucesso deste método.

A análise crítica de projetos deve ser efetuada pelo coordenador apontando necessidade ou não de haver consultorias externas para cada caso.

c) Qualificação de projetistas

Um dos gargalos da má qualidade dos projetos é a falta de reciclagem e/ou a educação continuada dos profissionais atuantes no setor de projetos, e que atuam na área da construção civil. Observa-se regionalmente que os critérios definidos por instituições municipais, estaduais, relativos aos elementos que devem compor o projeto serão de ordem genérica e circunstanciada, não detalhando e aprofundando as exigências.

A oferta por Instituições de Ensino Superior na área de arquitetura e engenharia civil de forma regional ou local, de cursos com formação e conhecimento focado nas ciências dos materiais, nos agentes de degradação do edifício, formas de manifestações patológicas, e critérios de seleção de materiais e soluções de acordo com as tipologias construtivas, podem possibilitar aos projetistas, e em especial aos arquitetos, formar uma nova cultura de planejamento do projeto, assim as soluções de improviso constantemente observadas atualmente serão reduzidas. Além de incorporarem em suas elaborações de projeto os conceitos de durabilidade, vida útil, habitabilidade, custos de operação e manutenção, entre outros.

Outro fator relevante no âmbito da qualificação profissional passa pela ética no exercício profissional, uma vez que é grande o número de profissionais habilitados dando cobertura institucional a pessoas não habilitadas no desenvolvimento de projetos, “desenhos”, que de forma desqualificada resultam em produtos ínfimos. Isto se qualifica como um entrave a ser resolvido na qualificação profissional, pois esta prática também é alimentada por parte dos contratantes que enxergam o projeto como um conjunto de exigências meramente de comprimento legal, e que por conseqüência não valorizam a atividade de projeto.

A qualificação profissional interessa aos diversos clientes envolvidos no empreendimento:

- Ao empreendedor:
 - Na minoração de custos de produção e custos de recuperação e manutenções futuras cabíveis a empresa construtora dentro dos prazos legais.
 - Aumento de produtividade e redução de desperdícios.
- Ao construtor:
 - Pela simplificação ou facilitação no esclarecimento dos processos construtivos e que evitam trabalhos por decisões ocasionais e não planejadas.
- Ao usuário:
 - Uma vez que anseios dos usuários no campo de projeto passam por habitações que atendam às demandas de habitabilidade dos ambientes.

A vinculação dos projetistas no acompanhamento da etapa de execução dos empreendimentos é salutar na medida em que o há um acompanhamento daquilo que foi projetado e de como foi executado, avaliando os pontos positivos e negativos, o que retro alimentará projetos futuros. Logo, a atividade de projeto não cessa quando se entrega o projeto para obra, visto que há certa quantidade de imprevisibilidade de ocorrência de fatos novos no período de execução da obra, assim, com disponibilidade atual de computadores, *softwares* e redes de computadores é possível serem atualizados conforme as alterações que por ventura ocorram na etapa de execução, resultando no projeto *as built* ao edifício.

d) Projeto e manutenção

Conceber os projetos, detalhes arquitetônicos e especificações de fachadas com objetivo de facilitar as atividades de manutenção programadas na fase de projeto são condicionantes para o prolongamento da vida útil das próprias fachadas e por consequência do edifício, assim, os procedimentos programados de manutenção são essenciais para que haja a permanência da durabilidade acima dos níveis mínimos previstos em projeto.

A durabilidade em fachadas pode ser prevista na medida do lançamento do partido arquitetônico, pois a forma do edifício – circular, quadrada, retangular e outras combinações -, interfere no índice de compacidade do edifício, logo, isto significava dizer que, edifícios com as mesmas áreas construídas, mas com formas geométricas diferentes, possuem naturalmente quantidade de áreas de fachadas diferentes, portanto, as de maiores áreas podem elevar os custos de produção e manutenção, pelo fato de haver grande agressividade do meio ambiente externo.

Em nível de detalhe do projeto arquitetônico é possível especificar e demarcar a fixação de ganchos e insertes de aço inox no topo do edifício para a instalação de equipamentos – balancins e andaimes - para a operação de manutenção, tal preocupação desta prática, é prevista em lei sua obrigatoriedade está assegurada a partir da portaria nº157 de 12 de abril de 2006 do Ministério de Trabalho e Emprego.

Outra prática possível é a especificação de equipamentos metálicos móveis e adaptáveis nas platibandas para as descidas de balancins e cadeiras para pintura, assim facilita as operações oferecendo segurança aos operários.

Através dessas práticas, se feitas por meio de compartilhamento de experiências com empresas que atuam no setor de manutenção, é possível estabelecer uma série de outros cuidados de projeto que facilitarão as atividades de manutenção sem comprometer os aspectos estéticos almejados no edifício.

e) Projetos em computador (CAD)

A conceituação entre projeto e desenho é constantemente confundida no campo da construção civil, todavia, a função do desenho é de transmitir de forma correta aquilo que foi idealizado no projeto, assim o desenvolvimento gráfico atual de projeto é desenvolvido na grande maioria no sistema CAD – *Computer Aided Design* -, isto permite invariavelmente uma maior flexibilidade de alterações e rearranjos gráficos em relação aos métodos de produção gráfica utilizados até então, no entanto, há de ser melhor explorados pelas equipes envolvidas nos projetos simultâneos com treinamento deste

ferramental, pois o potencial de intercâmbio dos *softwares* é grande, e permite que os dados de projeto, custo e banco de dados existentes possam ser cruzados facilitando as decisões, e as revisões.

A ferramenta CAD deve ser especialmente melhor explorada na elaboração dos elementos gráficos em duas – 2D e em três dimensões - 3D, isto é fundamental visto o grau de limitações de compreensão dos operários em obra, além de fundamentar o levantamento de custo dos serviços.

O Desenvolvimento de projetos em três dimensões, 3D, recurso que a maioria dos programas desenvolvidos para desenhos possui, é um recurso poderosos para retroalimentar as decisões do projetista e de esclarecimento das proposições aos proprietários, assim, quanto se tratar de projetos de fachadas as definições de pequenos elementos poderão ser perfeitamente compreendidas, exemplo disto, é a proposição feita para a pingadeira de fachada para eliminar o fluxo de água das chuvas, apresentada na figura 33.

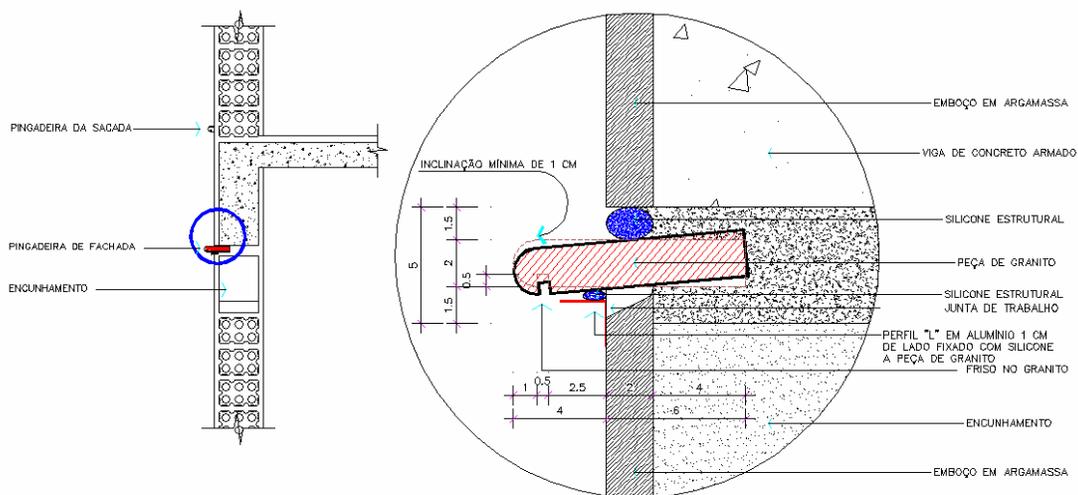


FIGURA 33 – Detalhe da pingadeira de fachada com pedra de granito branco.

f) Níveis de detalhes construtivos

Em face das observações da pesquisa podem-se perceber pontos cruciais dos edifícios que, se resolvidos adequadamente em nível de projeto, ocorrerão ganhos na durabilidade das fachadas, de modo significativo, isto em

termos práticos é possível listar: detalhes de pingadeiras tanto em janelas, topo de vigas das sacadas e platibandas e detalhes de gradis com excelente proteção quando compostos por materiais ferruginosos.

Os detalhes arquitetônicos nos edifícios com tipologia de arquitetura moderna devem ser previstos sob foco técnico que também pode ser ornamental, sempre procurando afastar os fluxos das águas das chuvas nas fachadas.

Os materiais de acabamentos devem ser previamente conhecidos e verificados os seus comportamentos, e de preferência, em uso, ou ainda, se novos, por certificações técnicas. Isto possibilitará o emprego de novos materiais de revestimento, pastilhas de vidro, aço inox e cobre etc.

Prever detalhes construtivos nas formas arquitetônicas para proteção do topo dos reservatórios superiores, topo de peitoris, platibandas, previsão de detalhes construtivos para permitir a harmonia construtiva com os demais subsistemas.

i. Detalhes construtivos nas estruturas e alvenarias de vedação

Assunto discutido na revisão bibliográfica e, observada a sua ausência na análise de projeto junto aos projetistas dos edifícios pesquisados, isto foi um indicativo do grande índice de patologias por fissuras e trincas identificado na pesquisa de campo, assim, podemos afirmar que os agentes de degradações ambientais, tais como calor e umidade, que provocam movimentações térmicas e movimentações higroscópicas, associadas às características físico-química dos materiais, devem ser especialmente compreendidos na interpretação das soluções arquitetônicas, estruturais e hidráulicas das fachadas.

Os locais críticos que merecem preocupações especiais dos projetistas são:

- Redução na flecha das estruturas de concreto, que por conseqüência evita tensões nas alvenarias;
- Inserção de telas e ou ferro cabelo na interface da estrutura com as alvenarias,

evitando as fissuras verticais e o mapeamento da estrutura na fachada;

- Ancoragem com tela entre estrutura, alvenaria e reboco,
- Evitar a transferência de esforços da estrutura para as alvenarias na posição de encunhamento.
- Evitar a transferência de esforços horizontais da laje de cobertura para a estrutura vertical e em especial para as alvenarias inferiores. Como também a proposição de reforços estruturais nos cantos das platibandas por serem zonas frágeis e de incidências de patologias em grandes proporções.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, não é difícil encontrar problemas patológicos em fachadas de edifícios, seja em Pato Branco, objeto de estudo desta pesquisa, ou em qualquer outra localidade com as mesmas características construtivas. Sendo que a grande maioria dos problemas patológicos tem origem relacionada com alguma falha na realização de uma ou mais atividades no processo construtivo de edifícios e os maiores problemas ocorrem devido a omissões de planejamento, de projetos e de especificações levando as atividades do processo executivo a serem concluídas sem a devida técnica construtiva adequada e/ou insuficiência de elementos e materiais para formar o componente construtivo. Sejam eles especificações de projetos, memoriais descritivos ou ainda detalhamentos nos projetos.

Percebeu-se através do estudo de caso que as causas mais comuns para o aparecimento de patologias são: o desconhecimento das características dos materiais empregados; a utilização de materiais inadequados, muitas vezes em função do custo, para levar a uma “suposta” economia; erros na execução; não observância das Normas Técnicas e ainda falhas de manutenção.

A ocorrência dos problemas patológicos em fachadas de edifícios ocasiona uma redução na vida útil da edificação, o que está diretamente relacionado ao desempenho dos materiais ou componentes.

Esses problemas podem ser resultados da pouca importância dada para a produção da fachada, a qual, em geral, não é tratada como um assunto fundamentalmente técnico.

As conclusões obtidas nos estudos de caso apresentados nesta dissertação revelam que, em geral, o desempenho dos materiais é decrescente, devido à ação dos agentes de deterioração. Porém, esta perda pode ser total ou parcialmente recuperada, ou mesmo evitada, através de pequenos detalhes que prevêm e evitam estas patologias. Entretanto, esta atividade deve ser realizada antes da execução da obra, ainda no projeto, ou

então antes do material ou componente da edificação atingir o nível mínimo de desempenho.

Percebeu-se que várias deficiências ocorreram por se tratarem de detalhes, e em muitos casos não foram tratados com a devida relevância. Trata-se do desconhecimento ou desinteresse tecnológico, no qual se insere boa parte da construção civil tradicional no Brasil, inclusive em Pato Branco.

Na maioria das patologias encontradas, observou-se uma certa negligência por parte dos envolvidos, que acontece exatamente pela falta de conhecimento específico acerca das características que cercam os materiais e componentes envolvidos, os procedimentos para a produção e as ações para a elaboração do projeto.

O importante é compreender a necessidade de se estudar as manifestações patológicas no sentido de evitar o seu aparecimento no presente, prevenindo-se para problemas futuros.

Deve-se também levar em consideração a realização da manutenção rotineira – prevista em projeto-, onde a limpeza de fachadas deve ser vista como forma de manutenção corretiva, visando impedir o prosseguimento da deterioração, e necessária para remover causas externas.

É necessária, pois, a existência de projetos que contenham informações como detalhes construtivos e executivos sempre considerando as condições de exposição do edifício, bem como as compatibilidades das interfaces dos materiais.

Acredita-se que é na fase de concepção do projeto que se encontra o caminho para a melhoria de qualidade das construções e a conseqüente diminuição dos problemas patológicos.

É necessário, pois, a existência de projetos que contenham informações como detalhes construtivos e executivos sempre considerando as condições de exposição do edifício.

É necessário, pois, a existência de projetos que contemplem ainda na fase de planejamento as variáveis de durabilidade dos materiais, para a partir disto fazer seleções tecnológicas e de subsistemas construtivos que contenham informações como detalhes construtivos e executivos sempre considerando as condições de exposição do edifício.

Cabe esclarecer que as recomendações propostas devem ser adotadas com o intuito de complementar, atualizar e melhorar as técnicas já consagradas ao longo da história da construção civil. Ressalta-se, porém, a necessidade de adaptar estas recomendações ao perfil do usuário, às características do empreendimento e aos recursos disponíveis.

Os objetivos foram plenamente atingidos e pode-se afirmar que há um vasto campo a ser ainda pesquisado e discutido sobre as patologias e espera-se que estudos como este, levem a comunidade da construção civil a pensar de modo diferente sobre o tema estudado.

Conclui-se afirmando que os casos mostrados neste estudo evidenciaram a necessidade de um programa de prevenção a ser seguido pelos setores envolvidos no processo: proprietário, projetista, executores, usuários, e outros que venham a fazer parte do processo, com o objetivo de minimizar e/ou evitar por completo as manifestações patológicas. Pois, a abordagem da manutenção dos edifícios confirmou a necessidade da conscientização por parte de projetistas e construtores de que o edifício não é apenas constituído pela fase de produção, mas, também, pela fase de uso.

E como sugestões para futuras pesquisas em edifícios construídos com sistema construtivo tradicional citam-se:

Desenvolvimento de metodologia para estimativas de custos por metro quadrado de manutenção e recuperação em face de erros de projetos para cada elemento que compõem a fachada – pintura, emboço, vedações e outros revestimentos.

Desenvolvimento de detalhamentos arquitetônicos de fachadas com vistas à durabilidade.

Desenvolvimento de escala de graduação das incidências patológicas para inspeções visuais.

Desenvolvimento de pesquisa para relacionar a falta de especificações de projeto com os custos que se fazem necessários durante a vida útil das fachadas para manutenção e recuperação das fachadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, J. G. F. **Quadro de classificação da produção de sistemas construtivos em três momentos da industrialização das construções.** Juiz de Fora, 1999. Paper (Mestrado). Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

ABIKO, A. K.; COVELO SILVA, M. A. **Metodologia de seleção tecnológica na produção de edificações com o emprego do conceito de custos ao longo da vida útil.** São Paulo, 1996.

ALBERNAZ, M. de P.; LIMA, C. M. **Dicionário ilustrado de arquitetura.** 2. ed. São Paulo: ProEditores, 2000.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS (ASTM). **Normas. Procedimento – 632.** (1992). Disponível em: <<http://www.cobracon.org.br/desempenho/parte3.pdf>>. Acesso em 06 de set. de 2005.

ANTONIOLI, P. E. **Estudo crítico sobre estudos conceituais para o suporte do planejamento de sistemas de gerenciamento de facilidades em edificações produtivas.** São Paulo, 2003. 256p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Manutenção de edifícios. Procedimento - NBR 5476:** Rio de Janeiro, 1994.

_____. **Elaboração de projetos de edificações: atividades técnicas.** Procedimento - NBR 13.531. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **Projeto de Estruturas de Concreto.** Procedimento - NBR 6118. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade** Procedimento - NBR 9000. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos.** Parte 1: Requisitos gerais. Procedimento - CE 02.136.01. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos. Parte 4: fachadas e paredes internas.** Procedimento - TB 143. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos. Parte 1. Procedimento – NBR 5674.** Rio de Janeiro, 2004.

_____. **Materiais e Sistemas Utilizados em Impermeabilização.** Rio de Janeiro. 2003.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ANTAC). **Plano estratégico para ciência, tecnologia e inovação na área de tecnologia do ambiente construído com ênfase na construção habitacional.** (2002). Disponível em: <<http://www.antac.org.br/>>. Acesso em 10 de nov. de 2005.

BAGATELLI, R. **Edifícios de alto desempenho: conceito e proposição de recomendações de projeto.** Vitória, 2002. 214p. Dissertação de (Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo.

BARROS, M. S. B. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** São Paulo, 1996. 422p. Tese (doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

BASSO, A.; MARTUCCI, R. **Uma visão integrada da análise e avaliação de conjuntos habitacionais: aspectos metodológicos da pós-ocupação e do desempenho tecnológico.** Coleção Habitare. FINEP, v. 1. São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/>>. Acesso em: 07 de nov. de 2005.

BAUER, L. A. F.; NORONHA, M. A. A.; BAUER, J. F. **Falhas em revestimento suas causas e suas prevenção.** Boletim L. A. Falcão Bauer n. 5. São Paulo, 1987.

BAUER, Roberto. **Descolamentos em revestimentos cerâmicos, análises e recomendações.** Goiânia, GO. 1995. p. 193-202. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 1º, Goiânia, 1995. Artigo técnico

BORGES, C. A. **Impacto das normas de desempenho nos processos de produção da construção civil.** SindusCon. São Paulo. 2004. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/Normas_tecnicas.htm>. Acesso em: 05 de jan. de 2006.

BRAGA. M. A. **Abordagem Sistêmica e a avaliação de sistemas construtivos. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído Qualidade no Processo Construtivo,** 27-30 abril. p. 727-735. Florianópolis, 1998.

BRASIL. **Código Civil** art. 1245.

CABAÇA S. C. **Umidade ascendente em paredes de edifícios.** Artigos. 2003. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/>>. Acesso em: 07 de fev. de 2006.

CEHOP - Companhia Estadual de habitação popular. **Alvenaria de vedação.** Sergipe PB. 2004.

CEOTTO, L. H.; BANDUK, R. C.; NAKAMURA, E. H.. **Revestimentos de Argamassas.** Porto Alegre. 2005.

CINCOTTO, M. A. **Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações**. Florianópolis. 1988. p. 157-170. In: Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil.

COLEN, I. F. **Manutenção pró-activa de edifícios recentes**. Disponível em: <www.florescolen.net4b.pt>. Acesso em: 05 abr. 2005.

CONSELHO INTERNACIONAL PARA A INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO NA EDIFICAÇÃO E NA CONSTRUÇÃO (CIB). W086 – **Patologia de Edifícios**.

CREMONINI, R. A. **Levantamento da incidência de manifestações patológicas em componentes da edificação**. Florianópolis. 1988. p. 134-143. In: Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 07 de fev. de 2006.

CRESCENCIO, Rosa Maria. **Avaliação de desempenho do revestimento decorativo monocamada**. Orientação de Mercia Maria S. Bottura de Barros. Brasil - SAO PAULO, SP. 2003. 189 f., il., color. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CRESCENCIO, Rosa Maria. **Revestimento decorativo monocamada: produção e manifestações patológicas**. Brasil - SAO PAULO, SP. 2005. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, BT/PCC/389 33 p.

CUNHA, A. G.; NEUMANN, W. **Manual de Impermeabilização e Isolamento Térmico**. Rio de Janeiro. 1979.

DE MORI, L. M.; PIACESKI, J. D. **Gestão e controle de argamassas nos canteiros de obras de Maringá** – PR. Disponível em: <www.dec.uem.br/eventos/enteca2000/artigos/E2000-1-03.PDF>. Acesso em: 02 de abr. de 2006.

DÓREA, Sandra C.; SILVA, Laércio F. **Estudo sobre índices da patologia das construções paralelo entre a situação mundial e a Brasileira**. In: **V Congresso Iberoamericano da patologia de las construciones** – CONPAT 99. Proceedings. 18 a 21 de outubro de 1999. Montevideo – Uruguai. p. 609-616.

DUARTE, R. B. **Avaliação de Sistemas Industrializados**. São Paulo. 1981. p. 735-749. Simpósio Latino Americano de Racionalização da Construção e sua aplicação às Habitações de Interesse Social. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 07 de set. de 2005.

FACHIM, O. **Fundamentos de Metodologia**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

FARINA, Neuza M. Trauzzola; GRANATO, José Eduardo. **A Patologia na Impermeabilização**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7., São Paulo, outubro de 1991, p. 270.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. São Paulo: Nova Fronteira, 1986. p. 880.

FERREIRA NETO, M. de F.; MITIDIARI, M. L.; ZIMBRES, L. S. **Desenvolvimento e avaliação de sistemas e componentes construtivos**. São Paulo, 2004. 10p. **Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído**. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 09 de dez. de 2005.

FILGUEROLA, V. **Edifícios envolvidos com metal**. Revista Técnica 90. São Paulo, 2004.

FLAUZYNO, W. D.; UEMOTO, K. L. **Durabilidade de materiais e componentes das edificações**. São Paulo. 1981. p. 203-220. Simpósio Latino-Americano de Racionalização da Construção e sua Aplicação às Habitações de Interesse Social. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 03 de nov. de 2005.

FRANCO, S. F. **O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção**. Seminário Internacional Gestão e Tecnologia na Produção de Edifícios. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

FRANCO, S. F. **O desempenho estrutural e a deformação das vedações verticais**. Seminário Internacional Gestão e Tecnologia na Produção de Edifícios. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

FRANCO, S. F. **Racionalização construtiva inovação tecnológica e pesquisas**. **Boletim Técnico**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo São Paulo, 1996 e 2000.

FRANCO, S. F.; AGOPYAN, V. **Implementação da racionalização construtiva na fase de projeto**. **Boletim Técnico (BT/PCC/94)** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.. São Paulo, 1993.

FUNDAÇÃO PARA A PESQUISA AMBIENTAL (FUPAM). Disponível em: <www.usp.br/fupam>. Acesso em: 10 de abr. de jan. de 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HEINECK, Luis Fernando M.; PETRICCI, Helena Cabeda. **Influência do projeto arquitetônico na manutenção e durabilidade dos edifícios**. Brasil – Florianópolis, SC. 1989. p. 78-103. Simpósio de desenvolvimento de materiais e componentes de construção civil, 2.

HELENE, P. **Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto NB1/2001**. São José dos Campos. 2001. p. 58-94. Workshop eletrônico sobre durabilidade das construções e Workshop sobre durabilidade das construções. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 12 de nov. de 2005.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (CIB). 1975.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (CIB). 1982.

IVANOSKI, C. G. **Um modelo de processo de projeto e produção de edifícios verticais, com uma visão “pavimentar” e de “interface horizontal”, visando integração entre layout de fachada e conforto.** Florianópolis, 2004. 220p. Tese (Doutorado). Disponível em: <www.ufsc.br/>. Acesso em: 11 de abr. de 2006.

JOHN, V. M. **Avaliação da durabilidade de materiais, componentes e edifícios: cálculo do custo global.** Florianópolis. 1988. p. 42-52. In: Simpósio de Desempenho de materiais e componentes de construção civil. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 03 de fev. de 2006.

JOHN, V. M.; SATO, N. M. N.; AGOPYAN, V.; SJÖSTRÖM, C. **Durabilidade e sustentabilidade: desafios para a construção civil brasileira.** São José dos Campos. 2002. Workshop sobre durabilidade das construções. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 18 de set. de 2005.

JUNGINGER, M; MEDEIROS, J. S. **Ação de eflorescência de carbonato de cálcio sobre o vidro de placas cerâmicas.** Foz do Iguaçu, PR. 2002. p. 1181-1190. In: IX Encontro de Tecnologia de Ambiente Construído. Artigo Técnico.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções: procedimentos para diagnóstico e recuperação.** Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1986. 28p. In: Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 13 de nov. de 2005.

LORDSLEEM JR., Alberto C.; FRANCO, Luiz S. **Avaliação de sistema de recuperação de fissuras para fachada.** Brasil - Florianópolis, SC. 1998. v.1 p. 581-588. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 7^o, Florianópolis, 1998. Artigo técnico.

LUCINI, H. C. **Gestão da complexidade: o projeto de recuperação de edificações** (2004). Disponível em: <<http://www.eesc.sc.usp.br/sap/projetar/files/A011.pdf>>. Acesso em 15 de fev. de 2006.

MACIEL, L.L. **O projeto na construção de edifícios; aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** São Paulo. 1997. 372p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MACIEL, Luciana L.; MELHADO, Silvio B. **A qualidade no processo construtivo através do projeto : aplicação aos revestimentos de argamassa de fachada de edifícios.** Brasil - Florianópolis, SC. 1998. v.2 p.

423-430. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 7º, Florianópolis, 1998. Artigo técnico.

MACIEL, L.L. MELHADO, S. B. **Tecnologia e gestão na produção de edifícios – solução para o terceiro milênio**. Congresso Latino – Americano. 03 a 06 novembro de 1998. 1998. São Paulo. Brasil.

MACIEL, L.L. MELHADO, S. B. **Diretrizes para o detalhamento do projeto do revestimento de argamassa de fachada. Brasil** – Vitória, ES. 1999 p. 769-780. In: Simpósio Brasileiro das Argamassas, Vitória, 1999. Artigo Técnico.

MARCONI, Marina de andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico**. 6. ed. São Paulo, 2001.

MASCARÓ JUAN, L. **O custo das decisões arquitetônicas**. São Paulo: Nobel 1985.

MINAYO, M. C. de S. (Org.). **Pesquisa social, teoria, método e criatividade**. Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

MITIDIERI FILHO, C. V. **Avaliação de desempenho de componentes e elementos construtivos inovadores destinados a habitações: proposições específicas à avaliação do desempenho estrutural**. São Paulo, 1998. 218p. Tese (Pós - graduação em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

MITIDIERI FILHO, C. V.; THOMAZ, E.; VITTORINO, F.; ROCHA, A. L. **Sistema de avaliação técnica de novos produtos e sistemas para a construção de habitações: uma proposta para o Brasil**. São Paulo, 2003. p. 97. Seminario Ibero-Americano da Rede Cytred. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 11 de nov. de 2005.

MORAES. C. R. K. **Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre**. Porto Alegre. 2002. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MORALES, G. **Metodologia e traços de argamassa para estucagem de fissuras em reboco**. Brasil – Florianópolis, SC. 1996. p. 594-600. Congresso Técnico – Científico de Engenharia Civil, Florianópolis, 1996, Artigo Técnico.

NAPPI, Sérgio CB **Umidade em Paredes**. In: “Congresso Técnico-Científico de Engenharia Civil”. Anais. Universidade Federal de Santa Catarina

NORMA INGLESA. BS-3811. Terminologia. 1984.

NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO (**NUTAU**). Disponível em: <www.usp.br/nutau>. Acesso em: 10 de jan. de 2006.

OLIVEIRA, A. M. de S. S. **Manifestações patológicas em edifícios residenciais: o caso das fachadas revestidas com pinturas**. São Paulo, 2004. I Conferência Latino-Americana de construção sustentável X Encontro Nacional de tecnologia do ambiente construído. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 09 de abr. de 2006.

PADARATZ, I. J. **Patologias na construção: a falta da qualidade**. Florianópolis, 1991. p. 1-11. In: III Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 07 de out. de 2005.

PEÑA, M. D.; Franco, L. S. **Método para elaboração de projeto para produção de vedações verticais em alvenaria**. Brasil - São Paulo, SP. 2004. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. BT/PCC/363 19 p.

PEREZ, A. R. **Umidade nas edificações**. 1986. 271p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1986.

PICCHI, F. A. **Impermeabilização de coberturas de concreto - materias, sistemas, normalização**. São Paulo, 1984. Dissertação (Pós - graduação em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

PICCHI, F.; AGOPYAN, V. **Sistemas da qualidade na construção de edifícios**. Boletim técnico (BT/PCC/104). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

PIEIDADE. A. C. **Defeitos na construção: das dificuldades de aprender com os erros**. Portugal – Lisboa. 2003. 2º Simpósio Internacional sobre Patologia, Durabilidade, e Reabilitação de Edifícios.

PRUDÊNCIO, W. J. **A Durabilidade da construção é fator de custo**. Rio de Janeiro, 1995. p. 655-660. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 21 de nov. de 2005.

QUALHARINI, E. L.; GAMBA, T. C. **Patogenia X patologia: uma análise de APO das manifestações envolvendo microorganismos na edificação**. In: Congresso Iberoamericano de patologia das construções e congresso de controle da qualidade. Porto Alegre, 1997. p. 421-426. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 05 de dez. de 2005.

RESENDE, M. M. , BARROS, M. M. S. B. de. **Patologia dos revestimentos de argamassa**. São Paulo, 2001. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

RESENDE, M. M.; BARROS, M. M. S. B. de; MEDEIROS, J. S. **A influência da manutenção na durabilidade dos revestimentos de fachada de edifícios**. São José dos Campos. 2002. 11p. Workshop sobre durabilidade das construções. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 05 de jan. de 2006.

RESENDE, M. M.; MEDEIROS, J. S. **Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edifícios: limpeza de revestimentos cerâmicos**. Boletim Técnico. Departamento de Engenharia de Construção Civil da USP. São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 10 de abr. de 2006.

RESENDE, M. M.; UEMOTO, K. L.; MEDEIROS, J. S. **Uma abordagem teórica-prática da limpeza dos revestimentos cerâmicos de fachada de edifícios**. São Paulo, 2004. Conferência Latino-Americana de construção sustentável. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 06 de mar. de 2006.

RIPPER, E. **Como evitar erros na construção**. São Paulo. Pini 2 ed. 1984.

ROCHA, Angélica M.; KILPP, Raquel; KOHLER, Raquel. **Identificação de patologias e suas conseqüências em edificações na cidade de Ijuí, RS**. Brasil - Passo Fundo, RS. 2002. 5p. XVII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia e III Feira de Protótipos, Passo Fundo, 2002. Artigo técnico.

ROMERO, M. A.; VIANNA, N. S. **Procedimentos metodológicos para aplicação de avaliação pós-ocupação em conjuntos habitacionais para a população de baixa renda: do desenho urbano à unidade habitacional**. Coleção Habitare. inserção Urbana e avaliação pós-Ocupação em Habitação de Interesse Social. São Paulo, 2003.

ROMÉRO, Marcelo de Andrade; SIMÕES, João Roberto Leme. **A importância do detalhamento de componentes construtivos de fachada nos edifícios**. Brasil - Goiânia, GO. 1995. p. 441-453. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 1º, Goiânia, 1995. Artigo técnico.

SABBATINI, F. H.. **As fissuras com origem na interação vedação - estrutura**. Brasil - São Paulo, SP. 1998. p.169-186. In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: vedações verticais, 1998, São Paulo.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – formação e aplicação de uma metodologia**. São Paulo, 1989. tese (Doutoramento) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SABBATINI, F. H.; CARDOSO, F. F.; FRANCO, S. L.; BARROS, M. M. S. S. patologia das construções – **Conceitos iniciais e metodologia**. Disponível em: <http://pcc2436.pcc.usp.br> Acesso em: 10 jun. 2006.

SANTANA, A. M. S. **Os reflexos da falta de qualidade na construção: estudo das patologias de revestimento internos nos prédios da UFSC**. São Paulo. 1993. p. 65-73. Encontro Nacional de Conforto no ambiente Construído. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 08 de mar. de 2006.

SANTOS FILHO, M. L. **Patologia das Construções**. UTFPR. 2004.

SANTOS, C. N. F dos. **A cidade como um jogo de cartas**. Projeto Editores. 1988.

SILVA M. A. C. **Alternativas tecnológicas a produção habitacional: A Racionalização como Fator de Competitividade**. 1991.

_____. **Metodologia de Gestão da qualidade no processo de elaboração de projetos de edificações**. 1996.

_____. **Metodologia de seleção tecnológica na produção de edificações com o emprego do conceito de custo ao longo da vida útil**. São Paulo. 1997. p. 96-193. Tese (doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

_____. **Racionalização da construção: a evolução tecnológica e gerencial no Brasil**. 1991.

SILVA, M. A. C. ; SOUZA R.. **Gestão do processo de projeto de edificações**. São Paulo. Ed. O nome da rosa, 2003.

SILVA, A. P. ; CARVALHO JÚNIOR, A. N. ; BRANCO, L. A. M. N.. **A concepção de projetos de revestimentos de fachada em empresas de construção civil**. Brasil - Belo Horizonte, MG. 2003. 7p. III WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 3., 2003, Belo Horizonte. Anais...

SIMÕES, J. R. L.; TEMOCHE E. , J.; XAVIER, I. S. L. . **Influência das patologias dos revestimentos cerâmicos no desempenho e qualidade dos edifícios**. São Paulo. 1998. 12 p. Artigo Técnico. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 19 de mar. de 2006.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO (**SINDUSCON. SP**). 2002. Disponível em: <www.sindusconsp.com.br>. Acesso em: 12 de out. de 2005.

SOUZA, R. **A contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes: aplicação às janelas de uso habitacional**. 1983. 218 f. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SOUZA, V. C. M. de; SILVEIRA, J. G.; COUTO, M. M.; ABREU, F. F. J. G. **As normas brasileiras e a durabilidade das estruturas: comparações com o B. I. nº 183 do CEB**. Rio de Janeiro. 1995. p. 729-734. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <www.sindusconsp.com.br>. Acesso em: 03 de nov. de 2005.

STONE, P. A. **Building design evaluation - cost-in-use**. London: E. & F. N. Spon, 1980. 235p.

TECHNÉ, (2003) **argamassa**. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 07 de out. de 2005.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios causas, prevenção e recuperação**. São Paulo 1985. 192p. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil). Escola Politécnica, da Universidade de São Paulo. Disponível em: <www.sindusconsp.com.br>. Acesso em: 03 de ago. de 2005.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo. PINI. 2001.

THOMAZ, E., **Trincas em edifícios: causa prevenções e recuperação**. São Paulo. Pini: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológicas, 1989.

TRIVINUS, Augusto N. S. **A Pesquisa Qualitativa em Educação**. São Paulo: Atlas, 1995.

TT/PCC/22 - **Prevenção de Trincas em Alvenarias Através de Emprego de Telas Soldadas como Armaduras de Ancoragem** – JONAS SILVESTRE MEDEIROS, LUIS SÉRGIO FRANCO. 78 p. 1999.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo de processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. Porto Alegre: CPGEC – UFRGS. (Dissertação de Mestrado).

UEMOTO, K. L.; AGOPYAN, V.; BRAZOLIN, S. **Degradação de pinturas e elementos de fachada por organismos biológicos**. Rio de Janeiro. 1995. p. 723-728. Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 21 de mar. de 2006.

VERÇOSA, Daniela Karina; ALMEIDA, Ivan Ramalho de; SOUZA, Regina Helena. **Fachadas prediais: considerações sobre o projeto, os materiais, a execução, a utilização, a manutenção e a deterioração**. Brasil - RIO DE JANEIRO, RJ. 2004. 6 p. CONGRESSO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO, 2., 2004, Porto.

VIANNA, Nelson Solano; ROMÉRO, Marcelo de Andrade. **Procedimentos metodológicos para a avaliação pós-ocupação em conjuntos habitacionais de baixa renda com ênfase no conforto ambiental**. Brasil - Porto Alegre, RS. 2002. Ambiente Construído, jul./set. 2002 v. 2, n. 3 p. 71-84.

WEIDLE É. P. S. **Sistemas construtivos na programação arquitetônica de edifícios de saúde**. Brasília, 1995. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 20 de fev. de 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE - 01

| QUADRO 1 - ROTEIRO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS NOS EDIFÍCIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---------------------------------|---|-------------------------|----------------------------|---|----------------------|-------------------------|----|--|----|----------|---|----------------|---|--------------|---|---------------|---|---------------------------|---|---------------|---|--------------------------|---|--------------------|---|--------------|--|--|---|--------------------------------|---|----------------------|---|----------------------------|---|---------------------|---|----------------------------|---|-----------------------|---|-----------------|---|------------|---|--------------------------|---|------------------------|---|------------------------|--|--|---|--------------|---|-------------------------|---|------------|---|------------|---|---------|---|-------------------------|---|---------------------------|---|---------|---|--------|--|---------------------|--|---------------------|--|----------------------|--|--------------------|--|----------------------|--|--------------------|--|--------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|-------------------|------------------|----------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|------------------|---------------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|
| Avaliação da patologia na interface | | | Intervenção manutenção | | | Não | | Sim | | t ¹⁶ = Tipo ¹⁷ : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nome do edifício: _____ | | | número _____ | | | número de andares _____ | | idade do edifício _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| cobertura ▶ | | Terraço | Inclinada ▶ | | t.fibrociment | t. barro | t. metálica | outro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº da fachada pelo total delas _____ | | | tipo de inspeção () int. () ext. Pesq. campo () sol, () nublado, () chuva | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1) Orientação solar da fachada | | E | NE | N | NO | O | SO | S | SE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2) Numero de patologia neste ponto ao longo desta fachada ^{18, 19} | | pontual | | generalizada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3) tipo de esquadrias no ponto | | G1 | G2 | G3 | G4 | Tipo de peitoril no ponto J ²¹ | | J1 | J2 | J3 | J4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pingadeira | | não | sim | Metálic | Granito | Ardósia | Mat.cerâmico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4) Revest. de | | Tinta acrílica | textura | grafiato | cerâmica | Pastilha cerâmica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5) Nº de sacada na fachada _____ | | Nº de floreira na fachada _____ | | Dren. ext ²² | | Dren. int ²³ | | s/ dren ²⁴ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6)Consta solução construtiva no projeto original ou <i>as built</i> ? | | Sim | | Não | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Foto fachada frontal | | | 2 Interfaces de análise | | | | 3 Planta do edifício | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <p style="text-align: center;">7)Caracterização do tipo de patologia a olho nu sobre a pintura</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A</td><td>Vesículas</td> <td>B</td><td>Bolhas</td> <td>C</td><td>Crateras</td> </tr> <tr> <td>D</td><td>Desagregamento</td> <td>E</td><td>Destacamento</td> <td>F</td><td>Eflorescência</td> </tr> <tr> <td>G</td><td>Manchas por poluição atm.</td> <td>H</td><td>Saponificação</td> <td>I</td><td>Diferenças de tonalidade</td> </tr> <tr> <td>J</td><td>Manchas por fungos</td> <td>L</td><td>Água visível</td> <td></td><td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">8)Caracterização do tipo de patologia a olho nu sobre a argamassa</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A</td><td>Fissuras div. Dir., até 0,5 mm</td> <td>B</td><td>Fissuras horizontais</td> <td>C</td><td>Trincas – 0,5 ≤ T < 1,5 mm</td> </tr> <tr> <td>D</td><td>Trincas horizontais</td> <td>E</td><td>Rachadura - 1,5 ≤ R < 5 mm</td> <td>F</td><td>Fenda - 5 ≤ F < 10 mm</td> </tr> <tr> <td>G</td><td>Zonas estufadas</td> <td>H</td><td>gretamento</td> <td>I</td><td>Destac. Em pulverulência</td> </tr> <tr> <td>J</td><td>Destac. c/ empolamento</td> <td>K</td><td>Destacamento em placas</td> <td></td><td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">9) tipo de patologia caracterizada a olho nu sobre cerâmica</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A</td><td>Destacamento</td> <td>B</td><td>Quebra de peça cerâmica</td> <td>C</td><td>Fissuração</td> </tr> <tr> <td>D</td><td>Lixiviação</td> <td>E</td><td>Manchas</td> <td>F</td><td>Deterioração das juntas</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">10) tipo de patologia caracterizada a olho nu sobre concreto armado</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A</td><td>Manchas - ferrugem no aço</td> <td>B</td><td>Fissura</td> <td>C</td><td>trinca</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">11) Configuração ou forma de manifestação quanto a umidade</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td><td>Umidade persistente</td> <td></td><td>Manchas localizadas</td> <td></td><td>Umidade generalizada</td> </tr> <tr> <td></td><td>Fungos localizados</td> <td></td><td>Fungos generalizados</td> <td></td><td>Umidade sem fungos</td> </tr> <tr> <td></td><td>Umidade com fungos</td> <td></td><td>Umidade sem eflorescência</td> <td></td><td>Umidade com eflorescência</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">12) Causa provável da patologia</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Agentes mecânicos</td> <td>Agentes químicos</td> <td>Provenientes do solo</td> </tr> <tr> <td>Agentes eletromagnéticos</td> <td>Agentes biológicos</td> <td>Provenientes ao uso</td> </tr> <tr> <td>Agentes térmicos</td> <td>Provenientes da atmosfera</td> <td>Provenientes do projeto</td> </tr> </table> | | | | A | Vesículas | B | Bolhas | C | Crateras | D | Desagregamento | E | Destacamento | F | Eflorescência | G | Manchas por poluição atm. | H | Saponificação | I | Diferenças de tonalidade | J | Manchas por fungos | L | Água visível | | | A | Fissuras div. Dir., até 0,5 mm | B | Fissuras horizontais | C | Trincas – 0,5 ≤ T < 1,5 mm | D | Trincas horizontais | E | Rachadura - 1,5 ≤ R < 5 mm | F | Fenda - 5 ≤ F < 10 mm | G | Zonas estufadas | H | gretamento | I | Destac. Em pulverulência | J | Destac. c/ empolamento | K | Destacamento em placas | | | A | Destacamento | B | Quebra de peça cerâmica | C | Fissuração | D | Lixiviação | E | Manchas | F | Deterioração das juntas | A | Manchas - ferrugem no aço | B | Fissura | C | trinca | | Umidade persistente | | Manchas localizadas | | Umidade generalizada | | Fungos localizados | | Fungos generalizados | | Umidade sem fungos | | Umidade com fungos | | Umidade sem eflorescência | | Umidade com eflorescência | Agentes mecânicos | Agentes químicos | Provenientes do solo | Agentes eletromagnéticos | Agentes biológicos | Provenientes ao uso | Agentes térmicos | Provenientes da atmosfera | Provenientes do projeto | | | | | |
| A | Vesículas | B | Bolhas | C | Crateras | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | Desagregamento | E | Destacamento | F | Eflorescência | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G | Manchas por poluição atm. | H | Saponificação | I | Diferenças de tonalidade | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| J | Manchas por fungos | L | Água visível | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | Fissuras div. Dir., até 0,5 mm | B | Fissuras horizontais | C | Trincas – 0,5 ≤ T < 1,5 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | Trincas horizontais | E | Rachadura - 1,5 ≤ R < 5 mm | F | Fenda - 5 ≤ F < 10 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G | Zonas estufadas | H | gretamento | I | Destac. Em pulverulência | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| J | Destac. c/ empolamento | K | Destacamento em placas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | Destacamento | B | Quebra de peça cerâmica | C | Fissuração | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | Lixiviação | E | Manchas | F | Deterioração das juntas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | Manchas - ferrugem no aço | B | Fissura | C | trinca | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Umidade persistente | | Manchas localizadas | | Umidade generalizada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fungos localizados | | Fungos generalizados | | Umidade sem fungos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Umidade com fungos | | Umidade sem eflorescência | | Umidade com eflorescência | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agentes mecânicos | Agentes químicos | Provenientes do solo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agentes eletromagnéticos | Agentes biológicos | Provenientes ao uso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agentes térmicos | Provenientes da atmosfera | Provenientes do projeto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

As chuvas predominantes da cidade de Pato Branco PR são no sentido SO- sudoeste para NE-nordeste, fonte: SIMEPAR PR 2005.

206208 _____

¹⁶ t= tempo em meses que foi realizada a manutenção

¹⁷ Informação obtida junto ao síndico.

¹⁸ Para cada tipo – fissura, corrosão, etc. – de patologia constatada numa fachada será elaborado um levantamento com este roteiro.

¹⁹ A caracterização de patologia é compreendida pelo pesquisador conforme a perda de desempenho do produto ou componente em relação aos requisitos e critérios estabelecidos.

²⁰ G1-esquadria alinhada pelo lado interno da parede com pingadeira; G2-esquadria alinhada pelo lado interno da parede sem pingadeira; G3-esquadria alinhada pelo centro da parede com pingadeira; G4--esquadria alinhada pelo centro da parede sem pingadeira. D1-interface entre tijolos e argamassa; D2 - alvenaria e reboco; D3 – reboco e pintura; D4 – outros.

²¹ Elemento estrutural do peitoril: J1-alvenaria, J2 –alumínio, J3 –madeira, J4 – metálica,

²² escoamento de águas pluviais através de cano saliente na fachada - tipo pingadeira

²³ escoamento de águas pluviais através de tubo de queda pluvial embutido nas alvenarias – não está aparente

²⁴ Não há escoamento de águas pluviais na sacada por meio de pingadeiras ou dutos pluviais: as águas são lançadas na fachada.

APÊNDICE - 02

ROTEIRO DE ENTREVISTA COM REPRESENTANTE DO EDIFÍCIO OU SÍNDICO

Nome do entrevistado: _____ Data: ___/___/___

Nome do edifício: _____ número _____ data da pesquisa _____

I – USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.

- 1) É feito algum tipo de monitoramento das condições pós-ocupação do edifício? Há dados disponíveis sobre avaliação de desempenho?
- 2) Como é feita a manutenção deste edifício? Há algum tipo de procedimento documentado? Como são as rotinas?
- 3) Estão disponíveis dados sobre os principais problemas (reclamações de usuários) ocorridos ao longo da vida útil do edifício?
- 4) Se sim na questão anterior, quando foram constatados os sintomas pela primeira vez e de que forma?
- 5) Haveria possibilidade de se recordar de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do problema?
- 6) Os problemas foram objetos de intervenção anterior? Se sim, quais as intervenções realizadas e quais os resultados obtidos?
- 7) Foram tomados os cuidados necessários quanto à manutenção e limpeza ou aconteceram fatos não previstos?
- 8) Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou de agravamento dos mesmos?
- 9) As alterações ocorridas com as condições climáticas, mudam as características dos problemas?
- 10) Estes dados que auxiliam, ou de alguma forma são considerados na manutenção do edifício? Como?
- 11) Se há patologias, o tempo de aparecimento:

APÊNDICE - 03

ROTEIRO DE ENTREVISTA COM AUTOR DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Nome do entrevistado: _____ Data: ___/___/___
Nome do edifício: _____ data conclusão da obra: _____

I – CONCEITOS E CONCEPÇÃO PARA DURABILIDADE.

- 1) Na sua visão o projeto arquitetônico foi elaborado visando à durabilidade dos componentes de fachada? Se sim, como?
- 2) Quais os procedimentos de decisão de projeto foram tomados visando à durabilidade.
- 3) Em que momento estas informações entraram no processo de elaboração do projeto.
- 4) Que tipo de critérios foi adotado para definir o tipo de tecnologia a ser incorporada ao empreendimento?
- 5) Para quais elementos houve detalhamento para o processo construtivo?
- 6) Quais os critérios abaixo relacionados mereceram maior destaque na avaliação das decisões arquitetônicas.

| Facilidades de operação | Facilidades de manutenção | Facilidades de reposição |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Construtibilidade | Compatibilidade física | Compatibilidade química |
| Desempenho homogêneo dos componentes | | |

- 7) Existiu processo de compatibilização de projetos? Como?
- 8) Que tipo de falhas foram constatadas nesta etapa?

II – EXECUÇÃO DA OBRA.

- 9) Você participou desta etapa? Como?
- 10) Quais outros profissionais estiveram envolvidos na execução?
- 11) No decorrer da construção foram feitas modificações no projeto, nos procedimentos de execução ou na especificação de materiais? Como foram registrados?