

**CONTRIBUIÇÃO PARA A IDENTIFICAÇÃO DOS  
PRINCIPAIS FATORES E MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO  
EM EDIFICAÇÕES DO PATRIMÔNIO CULTURAL DE  
PORTO ALEGRE**

**Inês Martina Lersch**

Porto Alegre  
janeiro 2003

**INÊS MARTINA LERSCH**

**CONTRIBUIÇÃO PARA A IDENTIFICAÇÃO DOS  
PRINCIPAIS FATORES E MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO  
EM EDIFICAÇÕES DO PATRIMÔNIO CULTURAL  
DE PORTO ALEGRE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em  
Engenharia na modalidade Acadêmico

Porto Alegre

janeiro 2003

LERSCH, Inês Martina

Contribuição para a identificação dos principais fatores de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre / Inês Martina Lersch; orientadores: Hélio Adão Greven e Carin Maria Schmitt. – Porto Alegre: PPGEC/UFRGS, 2003.

180 p.

Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

1. Patologia – Construção Civil – Dissertação. 2. Edificação – Patrimônio Cultural – Patologia - Dissertação. I. Greven, Hélio Adão, orient. II. Schmitt, Carin Maria, orient. I. Título.

CDU 69.059.22(043)

**INÊS MARTINA LERSCH**

**CONTRIBUIÇÃO PARA A IDENTIFICAÇÃO DOS  
PRINCIPAIS FATORES E MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO  
EM EDIFICAÇÕES DO PATRIMÔNIO CULTURAL  
DE PORTO ALEGRE**

Esta dissertação de mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelos professores orientadores e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 27 de janeiro de 2003

Prof. Hélio Adão Greven  
Dr. pela Universidade de Hannover  
  
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt  
Dr.<sup>a</sup>. pela Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul  
Orientadora

Prof. Francisco P. S. L. Gastal  
Coordenador do PPGE/UFRGS

**BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Briane Elisabeth Panitz Bicca**  
Dr.<sup>a</sup>. pela Universidade Ciências Sociais,  
Grenoble, França

**Profa. Christine Claire Gaylarde (UFRGS)**  
Dr.<sup>a</sup>. pela Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul

**Profa. Denise Coitinho Dal Molin (UFRGS)**  
Dr.<sup>a</sup>. pela Universidade de São Paulo

**Prof. José Albano Volkmer (UFRGS)**  
Msc. pela Pontifícia Universidade  
Católica/RS

## AGRADECIMENTOS

O meu agradecimento é dado ao Prof. Hélio Adão Greven, pela dedicada orientação a este trabalho, pelo incentivo à pesquisa nesta área do conhecimento e pelas oportunidades de aprendizado ao longo deste tempo. À Profa. Carin Maria Schmitt, pela orientação e competência, principalmente, no que diz respeito à organização do trabalho. Ao Prof. Luís Carlos Bonin, pelo tempo dedicado às discussões e pelas preciosas sugestões dadas à pesquisa, do início ao fim. Aos professores Denise Dal Molin, Ângela Borges Masuero, Miguel Aloísio Sattler e Beatriz Fedrizzi, pelo conhecimento transmitido e oportunidades proporcionadas.

À CAPES, pelo apoio financeiro necessário para a realização deste trabalho, através da bolsa de mestrado.

Às equipes do IPHAN/RS, IPHAE e EPHAC, por disponibilizarem seus arquivos para coleta de dados do estudo de caso múltiplo. À Equipe do IPHAN/PE, por me receber e permitir a pesquisa junto aos arquivos durante o estudo piloto, e, em especial, ao engenheiro Frederico Faria Neves Almeida, pelo tempo que lhe roubei, querendo saber mais como se faz Conservação e Restauração no Brasil.

Ao professor Dr. Jörg Seele, pelo exemplo de seu trabalho.

Ao arquiteto e amigo Daniel Moraes, em especial, que com o seu talento, enriqueceu o trabalho com a produção de ilustrações e figuras.

Aos amigos do NORIE, pelo companheirismo e amizade. Em especial, Alexandra, Marcelo, Jocelise e Maurício, por me fazerem sentir parte de alguma coisa: o trabalho fica muito mais fácil com vocês por perto.

Aos meus pais Hiltor Osmar e Marta Ruth, por tudo. Às minhas irmãs Ana Sabine e Lea Betina e também ao Luciano, Vinícius e Bernardo, pela força, carinho, auxílio e inspiração. À Dona Alzira, Seu Jairo e Fabiana, por terem me acolhido tão carinhosamente.

E, por fim, àquele que sem dúvida, esteve ao meu lado, com o seu exemplo de dedicação, competência e persistência profissional, além de todo o seu apoio, solidariedade, tranquilidade e companhia indispensáveis. A você, Jairo, a minha gratidão e o meu amor.

## RESUMO

LERSCH, I. M. Contribuição para a identificação dos principais fatores de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

A presença de um universo de fatores adversos tem levado as edificações do patrimônio cultural a graus avançados de degradação e, muitas vezes, à perda total. O estudo de danos em edificações considera que, sendo conhecidas as causas da degradação, mais eficientes podem vir a ser os diagnósticos e mais adequadas as soluções de saneamento. Este trabalho apresenta, através de uma visão generalista e sistemática, uma contribuição para a identificação dos principais fatores de degradação e dos danos causados pelos mesmos. Agentes climáticos, agentes biológicos e a ação do homem são apontados pela pesquisa bibliográfica como os principais agentes de degradação. A descrição sistemática proposta foi realizada através de uma revisão das características verificadas com maior frequência e que devem ser percebidas pelo técnico ao avaliar as condições do prédio. Entendendo a atuação destes fatores, o técnico entra na edificação com um olhar muito mais apurado e crítico sobre as possíveis causas que estão levando a obra à ruína, além de avaliar os danos que devem ser tratados com prioridade. Com a finalidade de verificar as formas de atuação destes, foi realizado um estudo de caso múltiplo, a partir do levantamento de dados sobre uma amostra de edificações da cidade de Porto Alegre. Observou-se que, embora as condições climáticas sejam favoráveis à presença de alguns agentes, como a umidade, por exemplo, aspectos referentes à ação do homem, como a falta de conservação preventiva e as intervenções indevidas aparecem como causas relevantes de danos. As circunstâncias, frequentemente, não permitem que sejam realizados os devidos trabalhos de conservação. Mesmo alguns, feitos sem a devida orientação, acabam por gerar danos ainda maiores. Verificou-se também que a avaliação do estado de degradação das edificações do patrimônio cultural requer um trabalho multidisciplinar, em função da gama de conhecimentos necessários para o entendimento da ação de todos os agentes e mecanismos.

Palavras-chaves: conservação, restauração, patrimônio histórico.

## ABSTRACT

LERSCH, I. M. Contribution to the identification of the main factors degradation of cultural heritage buildings in the city Porto Alegre. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

A wide variety of factors are involved in the advanced degradation of cultural heritage buildings, which often leads to the complete loss of performance of a structure or one of its elements. It is important to study the damage and its causes to improve the efficiency of diagnosis and the adoption of appropriate solutions. This dissertation seeks to make an important contribution to the identification of the main factors involved in degradation and the damage caused thereby. Climatic, biological and human action are indicated from the bibliographic research as the main degradation agents. The most frequent characteristics noted by the technician when evaluating the conditions of the building are reviewed. Understanding the performance of these factors, the technician arrives at the construction with a much more selective view and critical approach to the possible causes of destruction, besides evaluating the damage that should be treated with priority. A multiple case study was carried out with the purpose of verifying the types of performance, starting with the acquisition of data from several constructions in the city of Porto Alegre. It was observed that, although the climatic conditions are favorable for the presence of some agents, such as humidity, important causes of damage are associated with the action of man; for example, lack of preventive conservation and improper interventions. Often, circumstances do not allow the necessary conservation works to be carried out. Similarly, conservation procedures carried out without proper instruction and supervision may result in even greater damage. It is emphasized that the evaluation of the state of degradation of cultural heritage buildings requires a multidisciplinary effort, owing to the range of knowledge necessary for the understanding of the many types of agents and mechanisms involved.

Key-words: damage on historic buildings, architectural conservation.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>p. 15</b>
<b>2 METODOLOGIA DE PESQUISA.....</b>	<b>p. 21</b>
2.1 OBJETIVOS DA PESQUISA .....	p. 21
2.1.1 Objetivo principal.....	p. 21
2.1.2 Objetivos secundários.....	p. 21
2.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	p. 22
2.3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	p. 22
<b>3 CONCEITOS BÁSICOS.....</b>	<b>p. 26</b>
3.1 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL.....	p. 26
3.2 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE FATORES DE DEGRADAÇÃO.....	p. 32
3.3 OS CONCEITOS DE DURABILIDADE E VIDA ÚTIL APLICADOS À CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL .....	p. 33
<b>4 VISÕES SISTÊMICAS SOBRE OS PRINCIPAIS FATORES DE DEGRADAÇÃO.....</b>	<b>p. 37</b>
4.1 VISÕES SISTÊMICAS SOBRE OS FATORES DE DEGRADAÇÃO, SEGUNDO AS NORMAS TÉCNICAS.....	p. 37
4.2 VISÕES SISTÊMICAS SOBRE OS FATORES DE DEGRADAÇÃO, NA ÁREA DE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO.....	p. 40
4.3 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS VISÕES SISTÊMICAS.....	p. 45
<b>5 PRINCIPAIS FATORES DE DEGRADAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES DO PATRIMÔNIO CULTURAL.....</b>	<b>p. 47</b>



5.1 CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO.....	p. 47
5.1.1 Implantação.....	p. 47
5.1.1.1 Orientação.....	p. 47
5.1.1.2 Condições geotopográficas.....	p. 49
5.1.2 Materiais.....	p. 51
5.1.3 Componentes das edificações.....	p. 54
5.2 PRINCIPAIS AGENTES E MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO.....	p. 59
5.2.1 Agentes ambientais ou climáticos.....	p. 59
5.2.1.1 Radiação solar.....	p. 60
5.2.1.2 Temperatura.....	p. 63
5.2.1.3 Água.....	p. 65
5.2.1.3.1 Mecanismos de deslocamento de umidade nos materiais.....	p. 65
5.2.1.3.2 Causas da presença de umidade nas edificações.....	p. 66
5.2.1.3.2 Efeitos da presença de umidade nas edificações.....	p. 69
5.2.1.4 Vento.....	p. 71
5.2.1.5 Constituintes do ar.....	p. 71
5.2.2 Agentes biológicos.....	p. 73
5.2.2.1 Microorganismos.....	p. 74
5.2.2.2 Vegetação.....	p. 77
5.2.2.3 Insetos.....	p. 78
5.2.2.4 Animais de pequeno porte.....	p. 80
5.2.3 Fenômenos incidentais da natureza.....	p. 80
5.2.3.1 Terremotos.....	p. 81
5.2.3.2 Inundações.....	p. 81
5.2.3.3 Ventos Fortes.....	p. 82
5.2.4 Uso e ação do homem.....	p. 82
5.2.4.1 Aspectos do uso abusivo ou exagerado.....	p. 82
5.2.4.2 Falta de conservação preventiva.....	p. 83
5.2.4.3 Intervenções indevidas.....	p. 83
5.2.4.4 Desenvolvimento urbano.....	p. 84
5.2.4.5 Vandalismo.....	p. 85

<b>6 ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO: EDIFICAÇÕES DO PATRIMÔNIO CULTURAL DE PORTO ALEGRE.....</b>	<b>p. 87</b>
6.1 CARACTERÍSTICAS DAS EDIFICAÇÕES DO PATRIMÔNIO CULTURAL EM PORTO ALEGRE.....	p. 87
6.2 CARACTERÍSTICAS DE CLIMA E AMBIENTE EM PORTO ALEGRE.....	p. 93
6.2.1 Clima e ambiente naturais.....	p. 93
6.2.2 Clima e ambiente antropogênicos.....	p. 97
6.3 LEVANTAMENTO DE DADOS.....	p.101
6.3.1 Considerações gerais.....	p.101
6.3.2 Definição do instrumento para levantamento de dados.....	p.102
6.3.3 Banco de dados.....	p.104
6.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	p.108
6.4.1 Análise sobre as características das edificações.....	p.109
6.4.1.1 <i>Implantação.....</i>	<i>p.110</i>
6.4.1.2 <i>Materiais e elementos das edificações.....</i>	<i>p.110</i>
6.4.2 Análise a respeito dos agentes climáticos e ambientais.....	p.115
6.4.3 Análise a respeito dos efeitos da biodeterioração.....	p.118
6.4.4 Análise a respeito dos fenômenos da natureza.....	p.122
6.4.5 Análise a respeito da ação do homem sobre as edificações.....	p.123
6.4.5.1 <i>Considerações a respeito da falta de conservação preventiva.....</i>	<i>p.126</i>
6.4.5.2 <i>Considerações a respeito das intervenções indevidas.....</i>	<i>p.127</i>
6.4.5.3 <i>Considerações a respeito dos reflexos do desenvolvimento urbano.....</i>	<i>p.130</i>
6.4.5.4 <i>Considerações a respeito do vandalismo.....</i>	<i>p.132</i>
6.4.5.5 <i>Considerações a respeito do abandono.....</i>	<i>p.133</i>
<b>7 CONTRIBUIÇÕES PARA O ESTUDO DE DANOS EM EDIFICAÇÕES DO PATRIMÔNIO CULTURAL.....</b>	<b>p.134</b>
7.1 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO GRAU DE DETERIORAÇÃO DOS ELEMENTOS DAS EDIFICAÇÕES.....	p.134

7.2 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES AO LONGO DO TEMPO.....	p.139
7.3 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS APLICADO À ÁREA DE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO	p.141
7.4 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO TRABALHO MULTIDISCIPLINAR.....	p.144
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....</b>	<b>p.146</b>
8.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	p.148
REFERÊNCIAS.....	p.150
APÊNDICE A – Instrumento do levantamento de dados: estudo piloto.....	p.157
APÊNDICE B – Instrumento do levantamento de dados: estudo de caso múltiplo.....	p.159
APÊNDICE C – Quadro de características das edificações.....	p.162
APÊNDICE D – Quadro de fatores de degradação.....	p.164
APÊNDICE E – Lista das edificações do estudo de caso múltiplo.....	p.170
APÊNDICE F – Ocorrências verificadas em função das características das edificações.....	p.173

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: fluxograma de desenvolvimento da pesquisa.....	p. 22
Figura 2: fases do desempenho de uma estrutura durante a sua vida útil.....	p. 35
Figura 3: fases do desempenho de uma edificação histórica.....	p. 35
Figura 4: fatores de degradação segundo a norma ASTM E632.....	p. 38
Figura 5: agentes que atuam sobre o edifício e suas partes, segundo a ISO 6241.....	p. 39
Figura 6: causas de deterioração.....	p. 41
Figura 7: causas internas de degradação.....	p. 42
Figura 8: causas intrínsecas de deterioração.....	p. 43
Figura 9: causas extrínsecas de deterioração.....	p. 44
Figura 10: qualificação das orientações da radiação solar e dos ventos para Porto Alegre.....	p. 48
Figura 11: Sítio Histórico do Carmo, Olinda.....	p. 50
Figura 12: características dos principais materiais utilizados nas edificações históricas	p. 52
Figura 13: características dos principais elementos construtivos das edificações históricas	p. 55
Figura 14: principais danos em revestimentos de paredes, em argamassa ou azulejos	p. 58
Figura 15: somatório do calor diário recebido pelas superfícies verticais em Porto Alegre.....	p. 61
Figura 16: calor recebido pelas superfícies horizontais ao longo do dia em Porto Alegre.....	p. 61
Figura 17: temperatura do ar e de superfícies de fachada correspondente a um dia de verão, para as quatro direções em Porto Alegre.....	p. 62
Figura 18: temperatura do ar e de superfícies de fachada correspondente a um dia de inverno, para as quatro direções em Porto Alegre.....	p. 63
Figura 19: coeficientes de expansão térmica de materiais a 20°C.....	p. 64
Figura 20: horizonte de capilaridade em parede externa.....	p. 67
Figura 21: forro de uma cúpula com manchas de umidade por infiltração.....	p. 68
Figura 22: umidade acidental.....	p. 69
Figura 23: manchas escorridas na fachada.....	p. 72
Figura 24: colônia de fungos desenvolvendo-se junto ao rodapé.....	p. 74
Figura 25: efeitos da presença de microorganismos e da poluição sobre as fachadas.....	p. 76
Figura 26: conseqüências da ação dos microorganismos sobre as superfícies da edificação.....	p. 77
Figura 27: desenvolvimento de vegetação de porte médio sobre a fachada de uma edificação.....	p. 78

Figura 28: aspecto da madeira atacada por cupins.....	p. 79
Figura 29: avaliação das estruturas incendiadas.....	p. 86
Figura 30: Antiga Provedoria Real da Fazenda.....	p. 88
Figura 31: Solar Lopo Gonçalves.....	p. 89
Figura 32: Solar dos Câmara.....	p. 90
Figura 33: Palácio Provisório.....	p. 91
Figura 34: Biblioteca Pública do Estado.....	p. 92
Figura 35: Palacete Argentina.....	p. 92
Figura 36: localização do Centro Histórico de Porto Alegre.....	p. 94
Figura 37: dia típico de verão em Porto Alegre.....	p. 94
Figura 38: dia típico de inverno em Porto Alegre.....	p. 95
Figura 39: precipitação acumulada mensal em Porto Alegre.....	p. 95
Figura 40: quadro de frequência de direções e velocidades médias do vento em Porto Alegre.....	p. 96
Figura 41: mapa do clima urbano da área central de Porto Alegre.....	p. 98
Figura 42: mapa de concentração de poluentes em Porto Alegre.....	p. 99
Figura 43: principais poluentes do ar em Porto Alegre, suas fontes e efeitos no ambiente.....	p.100
Figura 44: áreas de aterro (a) e alagamentos (b) em Porto Alegre.....	p.101
Figura 45: classificação das edificações em função do período de construção.....	p.105
Figura 46: localização das edificações do estudo de caso múltiplo.....	p.106
Figura 47: classificação das edificações em função das atividades originais.....	p.107
Figura 48: condições de conservação dos prédios.....	p.108
Figura 49: resumo das ocorrências de danos verificadas em função de projeto e execução.....	p.112
Figura 50: pontos de infiltração de água pela platibanda.....	p.114
Figura 51: registro da origem da umidade nas edificações do patrimônio cultural em Porto Alegre.....	p.116
Figura 52: principais manifestações patológicas em função da presença de umidade nas edificações do patrimônio cultural em Porto Alegre.....	p.117
Figura 53: incidência de agentes biológicos nas edificações do patrimônio cultural em Porto Alegre.....	p.119
Figura 54: resumo das principais ocorrências verificadas em função da biodeterioração sobre as edificações.....	p.120
Figura 55: enchente de 1942 atingindo a área central de Porto Alegre.....	p.122
Figura 56: principais causas de danos em edificações do patrimônio cultural em função da ação do homem em Porto Alegre.....	p.123

Figura 57: principais ocorrências verificadas em função da ação do homem sobre as edificações.....	p.124
Figura 58: avaliação de edificações a partir das condições dos componentes construtivos.....	p.136
Figura 59: períodos relativos às intervenções realizadas.....	p.139
Figura 60: gráfico de intervenções ao longo do tempo em uma edificação construída no séc. XIX.....	p.140
Figura 61: organograma de um trabalho multidisciplinar.....	p.144

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: relação total das ocorrências verificadas.....	p.109
Tabela 2: registros de manifestações patológicas em função da presença de umidade....	p.118

## LISTA DE SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASTM: American Society for Testing and Materials

CEB: Comité Euro-Internacional du Béton

CIB: Conseil International du Bâtiment pour la recherche l'étude et la documentation

CIENTEC: Fundação de Ciência e Tecnologia

CSTC: Centre Scientifique et Technique de la Construction

DMLU: Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre

EPHAC: Equipe do Patrimônio Histórico e Cultural do Município de Porto Alegre

ICOMOS: Conselho Internacional de Monumentos e Sítios

IPHAE: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Estadual

IPHAN: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas

ISO: International Standard Organisation

PDDUA: Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental

RILEM: Réunion Internationale des Laboratoires D'essais et de Recherches sur les Matériaux  
te les Constructions

SMAM: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Alegre

SMC: Secretaria Municipal da Cultura de Porto Alegre

SMOV: Secretaria Municipal de Obras e Viação

SPHAN: Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura



## 1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais, a comunidade científica tem se preocupado em desenvolver meios que possam contribuir para a conservação e restauração do acervo do patrimônio mundial, dando importância, principalmente, ao estudo das edificações a partir de abordagens técnicas. Lembra a UNESCO que, embora a humanidade pareça estar investindo cada vez mais no *futuro do passado*, há ainda um grande hiato entre a retórica e a prática quando se trata de avaliar o quanto tem sido efetivamente preservado, e em que estado (CUÉLLAR, 1997 apud MEIRA, 2001). Institutos de tecnologia no mundo inteiro estão, em função disso, dedicando-se ao estudo de problemas de natureza estrutural, material e, até mesmo, ambiental, bem como na pesquisa de métodos de prevenção, reparo e reforço de estruturas. Através de estudos de casos, aplicando-se técnicas experimentais, monitoramento, simulações matemáticas ou modelos computadorizados, procuram compreender a evolução da deterioração dos materiais, causas das degradações das edificações e possibilidades para a sua proteção.

O desenvolvimento de pesquisas é impulsionado pela importância que a preservação do patrimônio cultural ganhou nos últimos anos. Segundo Meira (2001), afirma-se que o patrimônio tem se transformado em mercadoria. Chega-se mesmo a denunciar a existência de uma indústria do patrimônio, que está a serviço da comercialização da história e de formas culturais. Esse aspecto recebe denominações diferentes, mas que não perdem o foco: síndrome do patrimônio, indústria do patrimônio, cultura da memória ou síndrome da memória. Com a crescente quantidade de edificações a serem preservadas, maior também é a necessidade da formação de equipes técnicas competentes para a sua conservação e recuperação.

Alguns princípios justificam a importância da pesquisa como contribuição para a preservação deste patrimônio, a saber:

- a) de sustentabilidade, pelo reaproveitamento de materiais, estruturas e edificações;
- b) econômicos, pela não-demolição;

- c) técnicos, pelo conhecimento de processos construtivos e materiais de outros períodos, além do estudo sobre manifestações patológicas e a correção das mesmas;
- d) de valor arquitetônico, tanto formal quanto funcional;
- e) de memória e identidade urbanas, ou seja, a cidade como um organismo rico e consciente do valor do seu passado.

É clara a existência de duas tendências abordando o tema de conservação e restauração: a política e a técnica. O pensamento político procura, através de seu discurso, definir instrumentos jurídicos que venham proteger e valorizar o acervo cultural. Enquanto isso, a abordagem técnica procura, através do estudo de técnicas e materiais antigos e da influência do ambiente sobre estes, trazer respostas para a conservação física destas edificações.

Deve-se salientar, no entanto, que as preocupações técnicas pela preservação de uma edificação não devem ser só relacionadas aos levantamentos arquitetônicos. D'ossat (1972) afirma que o estudo do monumento pode basear-se sobre a efetuação dos levantamentos e de outras eventuais representações, mas admite que o mesmo não se esgota em tais documentações, mesmo que estas consistam em exaustivas e por vezes reveladoras expressões gráficas. Ou seja, aquele que pretende se dedicar à ciência do restauro deve saber que o conhecimento necessário vai muito além dos trabalhos preliminares de levantamentos métricos e da sua graficação, os quais muitas vezes atraem os iniciantes pela sua riqueza de detalhes e pelo seu valor histórico.

A abordagem técnica sobre a edificação deve considerar como relevantes todos aqueles aspectos que podem contribuir para a restituição de um desempenho satisfatório da edificação e que podem servir de informação para as devidas tomadas de decisão de um projeto de intervenção. Desta forma, se faz importante o conhecimento de ferramentas e técnicas que podem ser aplicadas em todas as fases do trabalho de restauração, incluindo os estudos prévios, o monitoramento, a realização do projeto e a execução da restauração. Jiménez (1999) afirma que, quando se trata de conservar, que “utilizemos a técnica para minimizar a intervenção e não – como ocorre com frequência - para justificar restaurações mais destrutivas e menos conservadoras”. Mas, além disso, se faz importante também o conhecimento dos fatores que levam as edificações à degradação e à ruína, bem como o entendimento dos

mecanismos que fazem parte deste processo e dos danos causados, a fim de se promover meios de prevenção e subsidiar as tomadas de decisão das intervenções. A atuação sobre o efeito de um mecanismo de degradação não elimina o problema. Sem o conhecimento das causas da ruína, não há condições para serem determinados critérios de intervenção. Conseqüentemente, sem os devidos critérios, corre-se o risco de provocar lesões ainda mais profundas ou até perdas irreparáveis, além de terem sido investidos recursos e tempo em vão.

Segundo o Manual de Apresentação de Projetos do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (2001a), para um estudo global sobre a edificação, são exigidos levantamentos planialtimétrico e métrico arquitetônico, além de documentação fotográfica, pesquisas histórica, bibliográfica e iconográfica<sup>1</sup>, que auxiliam na identificação de alterações ou desfigurações do partido arquitetônico. Também são exigidas prospecções arquitetônicas e arqueológicas, bem como um diagnóstico da situação de deterioração do edifício. Schumacher (1998) sugere que as características das intervenções de conservação e restauração devam ser definidas com base na extensão das lesões. Para tanto, é importante que se faça o cadastro cuidadoso das lesões, sendo estas mapeadas e prospectadas para a definição das características técnicas da intervenção. O mapeamento permanece como documento do estado do prédio na época de intervenção.

Os levantamentos de manifestações patológicas e a identificação das causas dos danos, através da compreensão dos mecanismos de degradação, contribuem para a elaboração de um diagnóstico correto. O diagnóstico incluído no projeto de intervenção exigido pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (2001b) deve contemplar a avaliação da estrutura (comportamento estrutural do edifício, capacidade de carga dos elementos componentes, identificação dos problemas de estabilidade), dos componentes (grau de deterioração de alvenarias, revestimentos, pisos, forros, coberturas, esquadrias, ferragens, pintura e detalhes arquitetônicos) e dos elementos integrados (grau de deterioração de altares, afrescos, murais, entre outros).

Segundo Eldridge (1982), um diagnóstico completo depende da reunião de todos os dados presumivelmente importantes, do conhecimento do comportamento de cada material e dos métodos construtivos, além da capacidade de extrair, a partir destas provas, as conclusões certas. Isso consiste em compreender o comportamento dos materiais submetidos a variadas

---

<sup>1</sup> Iconografia: arte de representar por imagens; diz respeito ao conjunto de imagens relativas a um assunto, no caso, a uma edificação e seu entorno urbano.

condições, sem esquecer o contato com todos os agentes presentes. Os sintomas podem ser similares, mas podem provir de causas distintas que atuam simultaneamente, sendo que, às vezes, um determinado defeito é consequência de mais de uma causa. Portanto, a compreensão de todos os fatores envolvidos é importante para que, através de um diagnóstico correto, seja possível reparar convenientemente os problemas.

A importância do entendimento dos fatores de degradação que atingem as diversas partes da edificação é evidente. O que se percebe é que, embora a política de intervenção cite a necessidade de estudos técnicos, não existe um entendimento claro sobre estes estudos ou pelo menos sobre parte deles. Pouco se encontra na bibliografia e poucos são os técnicos habilitados para suprir essa necessidade de compreensão sobre aspectos como os fenômenos de deterioração. Segundo Feilden (1982), somente uma pequena fração dos objetos e estruturas criados no passado sobrevive aos estragos do tempo; aquilo que fica sobrando é o nosso patrimônio. O bem cultural deteriora e é, basicamente, destruído através de ataques de agentes naturais e humanos agindo sobre os vários pontos fracos inerentes aos materiais componentes do objeto ou estrutura.

A partir de constatações como essa, este trabalho foi realizado com a intenção de contribuir com o entendimento a respeito dos fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultural, procurando fazê-lo com um caráter didático, através da organização de uma fatia deste conhecimento. Diferente de muitos trabalhos desenvolvidos na área de **Construção**, esta pesquisa não pretende resolver um problema específico, mas identificar qual a demanda de problemas que necessitam ser resolvidos, visualizando exclusivamente edifícios históricos.

Considera-se importante a organização deste conhecimento, principalmente, para poder servir de subsídio para pesquisas na área, para fins didáticos e para aplicação na prática da conservação e restauração. No âmbito da pesquisa científica, a verificação dos tipos mais frequentes de danos de um dado universo de edificações permite a organização e a priorização de trabalhos a serem realizados. Como finalidade didática, um trabalho desta natureza pode contribuir na formação e capacitação de técnicos que atuam na área de conservação e restauração de prédios históricos, aproximando-os, por exemplo, de disciplinas discutidas apenas no meio acadêmico, como Desempenho das Edificações e Patologia das Edificações.

No que diz respeito à prática, a importância deste conhecimento para o técnico se reflete no momento de avaliar as condições de um prédio histórico. Entendendo a atuação destes fatores, o técnico entra na edificação com um olhar muito mais apurado e crítico sobre as possíveis causas que estão levando a obra à ruína, além de avaliar os danos que devem ser tratados com prioridade.

Este trabalho não apresenta métodos de ensaio, preventivos, corretivos ou procedimentos de recuperação. Limita-se a apresentar os principais fatores e mecanismos de deterioração e os danos causados pelos mesmos, de uma forma sistematizada, com o intuito único e necessário de organizar as informações de conhecimento nesta área. Para justificar e verificar a atuação dos diferentes fatores de degradação, adotou-se o estudo de caso múltiplo, a partir do levantamento de dados sobre um grupo de edificações consideradas como acervo do patrimônio cultural na cidade de Porto Alegre.

O levantamento de dados sobre a incidência dos fatores e danos conseqüentes foi inspirado nos modelos de estudo de danos sobre estruturas de concreto armado e argamassas de revestimento, os quais têm subsidiado informações para a pesquisa sobre a Patologia das Edificações. A importância destes estudos está, em primeiro lugar, no conhecimento da evolução do problema – quanto antes detectado, menor o custo para reparos dos elementos danificados; em segundo lugar, na necessidade de divulgação das manifestações patológicas mais incidentes (ROSTAM, 1991 apud ANDRADE, 1997). Em análises de estruturas de concreto armado, tal estudo pode fornecer subsídios para prevenção através do controle de qualidade mais apurado de pontos específicos, subsidiar a revisão de normas, condicionar novos métodos construtivos e subsidiar as correções de forma a otimizar os custos de reparação (DAL MOLIN, 1988). Para o caso das edificações históricas, um estudo com este caráter pode proporcionar um conhecimento maior sobre o manuseio adequado da obra visando a integridade de materiais e componentes tidos como elementos de preservação, ou ainda condicionar a inserção de novas estruturas previstas em projetos de reciclagem. Em momento algum, o trabalho pretende discutir ou julgar o que deve ou não ser preservado. Respeitando os princípios de preservação considerados pelos órgãos responsáveis, o compromisso técnico é saber avaliar os danos, suas causas, gravidade e possibilidades de restituir a integridade dos elementos considerados de valor.

Pela sua complexidade, o tema sobre fatores e mecanismos de degradação merece sempre a contribuição de mais de uma área do conhecimento. Em função disso, procura-se verificar a

importância da complementaridade das informações para o caso de uma intervenção e a necessidade de uma abordagem multidisciplinar para a resolução dos muitos problemas que uma edificação pode apresentar.

Para compreensão global do trabalho, apresenta-se a seguir a estrutura do mesmo, com a descrição dos capítulos e seus respectivos conteúdos.

O primeiro capítulo, **Introdução**, apresenta a contextualização do trabalho, sua justificativa e a indicação do seu conteúdo.

O Capítulo 2, **Metodologia de Pesquisa**, apresenta como a pesquisa foi realizada. Para tanto, apresenta os objetivos, as limitações, além de descrever o processo de desenvolvimento da pesquisa e a sua estrutura.

O Capítulo 3, **Conceitos Básicos**, apresenta os principais conceitos e esclarece critérios que serão utilizados ao longo do trabalho.

O Capítulo 4, **Visões Sistêmicas sobre os Principais Fatores de Degradação**, apresenta abordagens a respeito do estudo dos fatores de degradação em edificações.

O Capítulo 5, **Principais Fatores de Degradação das Edificações do Patrimônio Cultural**, procura organizar de forma sistemática o universo de fatores que podem interagir nos processos de degradação, apresentando os aspectos mais característicos de cada um desses fatores.

O Capítulo 6 contempla o **Estudo de Caso Múltiplo** sobre edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre, através do qual são verificadas as ações dos principais fatores de degradação e as principais ocorrências de danos.

No Capítulo 7, **Contribuições para o estudo de danos em edificações do patrimônio cultural**, são feitas algumas considerações relacionadas aos resultados obtidos, com o objetivo de contribuir para a avaliação do estado de degradação das edificações.

E, no capítulo 8, **Considerações finais e conclusões**, trata-se da análise crítica dos resultados obtidos, bem como das sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

## **2 METODOLOGIA DE PESQUISA**

O capítulo dedicado à metodologia esclarece o que o trabalho pretende apresentar e como foi realizado. Para a melhor compreensão, também é demonstrado de forma sucinta como se deu a evolução da pesquisa e de seus questionamentos até a formatação definitiva.

### **2.1 OBJETIVOS DA PESQUISA**

Os objetivos da pesquisa são divididos em principal e secundários.

#### **2.1.1 Objetivo principal**

A pesquisa tem como objetivo principal a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação que atuam sobre as edificações do patrimônio cultural.

#### **2.1.2 Objetivos secundários**

Alguns objetivos secundários são alcançados com o desenvolvimento deste trabalho, ou seja:

- a) caracterização dos principais fatores e mecanismos de degradação e dos danos ocorridos nas edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre;
- b) discussão de uma abordagem de avaliação do estado de degradação das edificações do patrimônio cultural através da aplicação de conceitos atualmente utilizados para as edificações convencionais;
- c) indicação da importância do trabalho multidisciplinar como suporte para a avaliação do estado de degradação das edificações do patrimônio cultural.

## 2.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Podem ser apontadas como limitações da pesquisa:

- a) fontes documentais nem sempre fornecem informações completas. Os documentos utilizados no estudo de caso múltiplo desta pesquisa não apresentam uma padronização e foram elaborados por técnicos com vários níveis de experiência e, muitas vezes, com visões diferentes a respeito do tema sobre degradação de edificações;
- b) as características descritas dos fatores de degradação não esgotam o assunto, devendo ser consideradas como básicas para o entendimento deste trabalho.

## 2.3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O fluxograma, apresentado na figura 1, demonstra as etapas que foram necessárias para o desenvolvimento da pesquisa.

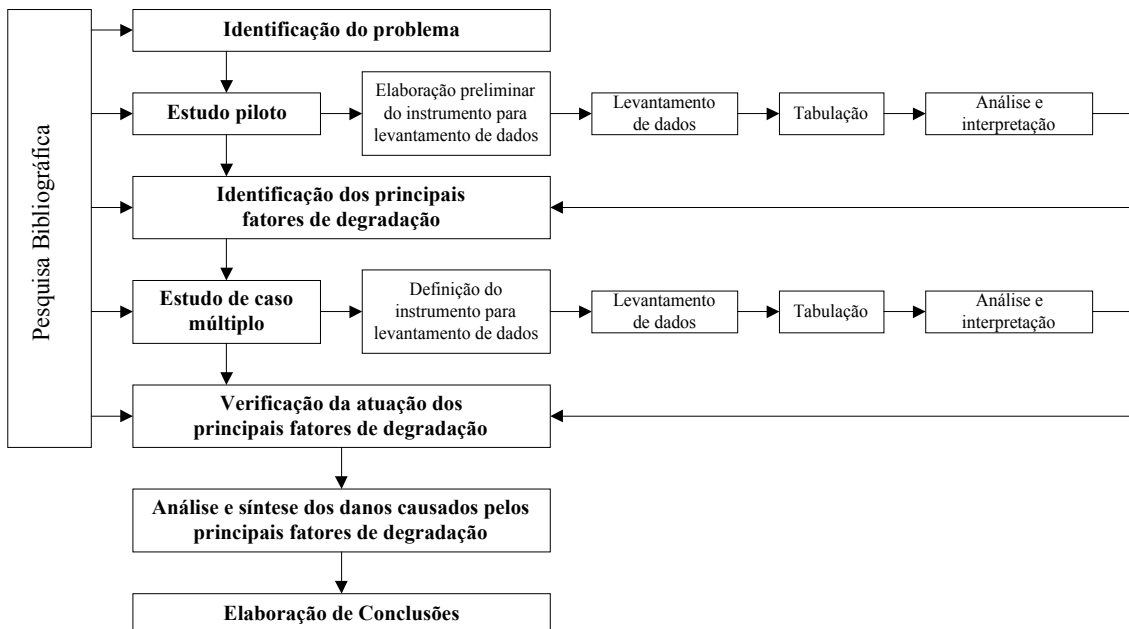


Figura 1: fluxograma de desenvolvimento da pesquisa



Cada uma das etapas é apresentada a seguir, de forma resumida.

Na fase de **identificação do problema** foram realizadas entrevistas com profissionais que atuam na área de conservação e restauração de monumentos. Entre estes, foram encontradas pessoas com formações em diferentes áreas do conhecimento, como, por exemplo, química, engenharia civil, arqueologia, história, além da arquitetura. Este procedimento apresentou como resultado a definição dos principais questionamentos para a pesquisa, a saber:

- a) quais são os tipos mais freqüentes de danos?;
- b) quais são os principais fatores de degradação que atuam sobre estas edificações?

Além disso, através da discussão sobre o tema, percebeu-se que o entendimento mais aprofundado sobre estas questões e a organização deste conhecimento poderia contribuir, principalmente, para o estudo de técnicas e materiais, a fim de se obter um melhor desempenho das intervenções restaurativas.

A **pesquisa bibliográfica** ocorreu de forma paralela às demais etapas do trabalho, contribuindo principalmente com a verificação dos dados coletados nos levantamentos, realizada a partir do confronto com a informação teórica. A pesquisa bibliográfica procurou:

- a) esclarecer os conceitos básicos a serem utilizados ao longo do trabalho;
- b) apresentar a forma como se sistematiza a atuação dos fatores de degradação, a partir das normas e da literatura;
- c) identificar e apresentar as características básicas dos principais fatores de degradação.

Na etapa inicial de pesquisa, realizou-se um **estudo piloto** através da oportunidade de acesso aos arquivos da 5<sup>a</sup> Superintendência Regional do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, com sede em Recife, Pernambuco. Para tanto, configurou-se um instrumento de levantamento de dados com caráter experimental, o qual pode ser verificado no apêndice A. Os documentos pesquisados consistiam de Projetos de Conservação e Restauração, Relatórios de Execução, Informações e Laudos Técnicos. Foram coletadas informações sobre cerca de

60 edificações, as quais representam o patrimônio arquitetônico de cinco cidades do litoral pernambucano, com dados registrados entre 1973 e 2001. Alguns dados complementares foram adquiridos a partir de descrição oral na entrevista feita com o engenheiro responsável pelo acompanhamento das obras. Este estudo apresentou, como resultado principal a identificação preliminar dos fatores de degradação a serem pesquisados. Os dados coletados no estudo piloto não serão descritos neste trabalho e poderão fazer parte de um trabalho futuro.

A etapa de **identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação** foi realizada a partir da pesquisa bibliográfica e dos dados coletados no estudo piloto. Na fase de descrição sobre os fatores e mecanismos de degradação, procurou-se o auxílio de especialistas em algumas áreas. Percebeu-se, novamente, a real necessidade que o técnico da construção tem de interagir com as demais áreas do conhecimento. Procurou-se tornar a lista de fatores o mais completa possível, a partir da bibliografia consultada, apresentando de forma breve as principais características de cada um deles. O critério utilizado para explicação do fator foi sempre o de dar as informações básicas e necessárias que privilegiassem a visão geral e sistêmica do processo de degradação da edificação. Adotou-se como princípio que, havendo a necessidade de aprofundamento do assunto, o pesquisador pode vir a consultar diretamente as referências bibliográficas específicas.

O **estudo de caso múltiplo** foi realizado tendo como amostragem um universo de edificações de caráter patrimonial de Porto Alegre. Na apresentação do estudo de caso, procurou-se caracterizar o objeto de trabalho, através de uma descrição sobre as edificações do patrimônio cultural da cidade. Além disso, procurou-se caracterizar as condições ambientais do sítio em que se encontram as edificações deste estudo. O levantamento de dados para o estudo de caso foi realizado junto aos órgãos de preservação do patrimônio cultural responsáveis pelo acervo existente na cidade, a saber, 12<sup>a</sup> Superintendência Regional do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (12<sup>a</sup>SR-IPHAN/RS), Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Estadual (IPHAE) e Equipe do Patrimônio Histórico e Cultural do Município de Porto Alegre (EPHAC). Os arquivos disponíveis foram considerados adequados para a pesquisa por constarem de informações de caráter público, além de estarem organizados de forma sistemática pelo nome das obras e pelo tipo de documentação arquivada. Os dados coletados no levantamento representam as informações contidas nos documentos, segundo a profundidade de conhecimento e entendimento sobre agentes de degradação e danos, descritas pelo técnico avaliador. O principal resultado desta etapa de pesquisa foi a verificação da

atuação dos principais fatores de degradação sobre as edificações, segundo as condições de exposição encontradas na cidade de Porto Alegre.

A etapa seguinte consistiu na **verificação da atuação dos fatores de degradação** apontados pelas abordagens estudadas na pesquisa bibliográfica, a partir dos dados coletados no estudo de caso múltiplo. Esta etapa serviu também para o encaminhamento da **análise e síntese dos danos** mais freqüentemente encontrados nas edificações. A partir da organização das informações mais relevantes, realizou-se a **elaboração de considerações e conclusões**.

### 3 CONCEITOS BÁSICOS

Este capítulo tem como objetivo esclarecer os principais conceitos utilizados ao longo do trabalho. Procurou-se apresentar tanto conceitos utilizados na área de conservação e restauração do patrimônio cultural, quanto os de uso freqüente na linguagem dos estudos sobre danos em edificações convencionais.

#### 3.1 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL

Os conceitos utilizados na área de conservação e restauração dizem respeito aos aspectos estéticos, históricos, políticos e técnicos de um acervo patrimonial. Os que interessam à pesquisa são, principalmente, os de caráter técnico. Em documentos, como as Cartas Patrimoniais (CURY, 2000), são encontrados os principais critérios adotados para o gerenciamento do patrimônio mundial. Dentre as principais deliberações, pode-se citar a Carta de Veneza, datada de 1964, afirmando no 2º Artigo que “a conservação e a restauração dos monumentos constituem uma disciplina que reclama a colaboração de todas as ciências e técnicas que possam contribuir para o estudo e a salvaguarda do patrimônio monumental”. Percebe-se aqui uma abertura para as ações de natureza multidisciplinar. O mesmo documento manifesta que “a restauração é uma operação que deve ter caráter excepcional. Tem por objetivo conservar e revelar os valores estéticos e históricos do monumento e fundamenta-se no respeito ao material original e aos documentos autênticos. Termina onde começa a hipótese”. E acrescenta que “quando as técnicas tradicionais se revelarem inadequadas, a consolidação do monumento pode ser assegurada com o emprego de todas as técnicas modernas de conservação e construção cuja eficácia tenha sido demonstrada por dados científicos e comprovada pela experiência”. Ou seja, também a oportunidade para o desenvolvimento de estudos e pesquisas que venham a contribuir para a área é concedida e incentivada.

A Carta de Veneza (CURY, 2000) faz ainda referência à importância da manutenção do acervo cultural. O Artigo 4º admite que a conservação dos monumentos exige, antes de tudo,

**manutenção permanente.** No entanto, segundo o Manual de Conservação Preventiva (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL, 2001b), as práticas de conservação preventiva e de manutenção do bem edificado não fazem parte da tradição brasileira. Recorrer à restauração depois que o edifício chega a um nível avançado de degradação tem sido a regra. Alguns conceitos da área de conservação e restauração do patrimônio ainda não se incorporaram à cultura nacional, os quais consideram que é de importância fundamental **conhecer muito para intervir pouco e prevenir para não intervir.** Curtis (1981) também concorda que a conservação, como atitude permanente de manutenção e vigilância, sempre é mais vantajosa do que as intervenções corretivas. O desenvolvimento de trabalhos que venham a contribuir com a mudança necessária de visão e entendimento da conservação e restauração do patrimônio edificado pode ser o ponto de partida para um processo de reeducação de técnicos, proprietários e usuários.

Além dos documentos que regem as práticas de conservação e restauração, alguns discursos direcionam as atuações na área. Na trajetória internacional da preservação do patrimônio podem ser destacados os pensamentos de Giulio Argan e Cesare Brandi, que muito expressam a respeito dos aspectos técnicos da restauração. Argan (1992) distingue a restauração conservativa – que prioriza a consolidação e a prevenção - da restauração artística, baseada na avaliação crítica da obra a ser restaurada, propiciando uma percepção clara da obra original. Brandi (1993), cuja teoria tem influenciado as gerações mais recentes de preservacionistas, aceita a incorporação de novas intervenções arquitetônicas de qualidade nas obras originais. O autor parte do princípio que “restauração é qualquer intervenção destinada a devolver eficiência a um produto da atividade humana”. A partir disso, ensina que “o restauro constitui-se no momento metodológico do reconhecimento da obra de arte na sua consistência física e na sua dupla polaridade estética e histórica, em vista da sua transmissão ao futuro”. E acrescenta destacando que “restaura-se só a matéria da obra de arte [...]; o restauro deve observar o restabelecimento da unidade potencial da obra de arte, sem cometer um falso artístico ou falso histórico, e sem apagar os traços da passagem da obra no tempo”.

Alguns dos principais conceitos são apresentados a seguir, a partir de alguns autores. Percebe-se que, muitas vezes, estes termos não são utilizados adequadamente na linguagem popular. Também entre os autores podem ser encontradas formas diferentes de se interpretar o mesmo conceito. Entre os principais termos estão **patrimônio, patrimônio cultural brasileiro, patrimônio histórico, preservação e tombamento,** além de alguns termos complementares, como aqueles relativos aos tipos de bens patrimoniais, a saber **bens materiais, imateriais,**

**imóveis, móveis e integrados.** Entre os termos que caracterizam as principais formas de intervenção, procurou-se esclarecer o que se entende por **manutenção, conservação, restauração, reciclagem, revitalização e consolidação.**

Para **patrimônio**, na sua raiz latina, *patrimonium*, encontra-se uma dupla associação com paterno e pátria. Pressupõe herança, legado, posse. (MOORE, 1996, apud MEIRA, 2001). Bem de herança, que é transmitido, segundo as leis, dos pais aos filhos (CHOAY, 2001). Conforme a Constituição Federal, art. 216, (BRASIL, 1988) constituem **patrimônio cultural brasileiro** os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade, nos quais se incluem:

- a) as formas de expressão;
- b) os modos de criar, fazer e viver;
- c) as criações científicas, artísticas e tecnológicas;
- d) as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais,
- e) os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

O conceito de **patrimônio histórico** diz respeito ao conjunto de bens com valor para a história da construção e das artes, constituído por peças e objetos explicativos de uma civilização em um dado momento (CONSELHO INTERNACIONAL DE MONUMENTOS E SÍTIOS, 1989). Segundo Feilden (1982), um **edifício histórico** é aquele que nos faz conhecer sobre as pessoas e a cultura que o construiu e carrega consigo valores de cunho arquitetônico, estético, histórico, documental, arqueológico, econômico, social e até mesmo político, espiritual ou simbólico. O autor complementa ainda dizendo que o objetivo primeiro da conservação e restauração de edificações históricas deveria ser procurar mantê-las como testemunho de um determinado método construtivo, como obra de engenharia e arquitetura, e então através disso, manter um símbolo da identidade e continuidade cultural de uma determinada sociedade.

O acervo de **bens materiais** constitui a categoria formada por aqueles concretamente percebidos pelos sentidos humanos, como edificações, documentos e objetos. A categoria de **bens imateriais** engloba aqueles abstratos – os saberes e os fazeres: os conhecimentos, modos de fazer, rituais, festas, manifestações literárias, musicais, plásticas, cênicas e lúdicas, entre outros.

Conforme Costa (1982), os bens que compunham o patrimônio cultural sempre foram divididos em duas grandes categorias: bens imóveis e bens móveis. Os **bens imóveis** vinham a ser o acervo arquitetônico, urbanístico e natural protegido, que por sua natureza irremovível, se prendiam ao contexto em que se inseriam. Deste grupo sempre fizeram parte os monumentos construídos como igrejas, mosteiros, edificações residenciais, conjuntos urbanos ou rurais, entre outros. Em contraponto, os **bens móveis** eram aqueles que, a despeito de seu peso, podiam ser transferidos de um a outro local. Esta categoria era composta pelo acervo, por exemplo, de quadros, pinturas, esculturas, móveis, livros, entre outros. A partir de 1980, por questões de especificidade e responsabilidade técnica, acrescentou-se nesta classificação a categoria de **bens integrados**, reunindo todos aqueles bens que se acham vinculados à superfície construída, interna ou externamente, que desta só podem ser destacados, com sucesso, mediante esforço planejado e cuidadoso, mesmo deixando em seu lugar a marca da violência sofrida. Trata-se especificamente da pintura de forros e de paredes e eventualmente de suas molduras esculpidas, dos revestimentos azulejares ou esculpidos, retábulos, púlpitos e pára-ventos, portas elaboradas, entre outros. Os conjuntos escultóricos fixos como fonte, chafarizes, cruzeiros, pelourinhos ou marcos fazem também parte desta categoria.

Como **preservação**, segundo Castro (1991), pode-se entender “toda e qualquer ação do Estado que vise conservar a memória de fatos ou valores culturais de uma Nação”. O conceito genérico de **preservação**, conforme Meira (2001), engloba as diversas ações voltadas a favor do patrimônio, a saber:

- a) **de conservação**: manutenção, restauração, consolidação, entre outras;
- b) **de identificação**: inventários, levantamentos, documentação e registro nas mais diversas formas;
- c) **de proteção**: valorização, educação patrimonial, comunicação e difusão nas suas diversas formas.

Cabe ser também entendida a diferenciação entre preservação e tombamento. Segundo Castro (1991), “é importante distingui-los, já que os efeitos jurídicos relativos a cada um são diferentes. Existem várias formas jurídicas que protegem o bem cultural; o tombamento é apenas uma dessas formas legais”. Outra forma de preservação, por exemplo, é pela determinação de áreas de interesse cultural e ambiental através de instrumentos legais de planejamento urbano. O ato de **tombamento**, conforme previsto no Decreto-Lei Federal no. 25, datado de 30 de novembro de 1937, é o mais conhecido instrumento de preservação. É entendido como “o registro em livro próprio de órgão de proteção ao patrimônio cultural pertencente a qualquer dos três níveis de poder, federal, estadual ou municipal. A maior importância do ato reside no poder de polícia que, sobre o bem tombado, a repartição competente passa a exercer” (CURTIS, 1981). O nome tem origem na Torre do Tombo, em Lisboa, onde eram registrados e transladados para livros de registros oficiais todos os assentamentos públicos do Reino e de Ultramar. Como instrumento de preservação, o tombamento de uma edificação não prevê verbas para a sua restauração, mas impede, por exemplo, que a arquitetura do prédio seja descaracterizada.

Alguns autores consultados apresentam os conceitos referentes aos tipos de intervenção que podem ser realizadas sobre o bem patrimonial histórico, podendo ocorrer em níveis diferentes, como a manutenção, a conservação e a restauração. Segundo Seele (2000), a **manutenção** é o gênero mais simples e cuidadoso de preservação de monumentos; precisa-se levar em consideração pequenos cuidados com a edificação, como por exemplo, manter a limpeza das calhas.

Também conforme Seele (2000), a **conservação** é um princípio supremo para preservação de monumentos e edificações históricas, através da qual realiza-se o mínimo de intervenções, como, por exemplo, fixação de pedras ou limpeza de pinturas. Segundo o Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (1989), a **conservação** é a ação de resguardar do dano, da decadência e da deterioração, amparando, defendendo e salvaguardando.

Segundo Seele (2000), a **restauração** é realizada em intervalos maiores, tratando-se de conserto, substituição ou complemento de partes isoladas ou específicas do monumento, como, por exemplo, instalações hidráulicas, elétricas e sanitárias ou ainda reforço nas estruturas. Conforme o Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (1989), **restauração** é “a ação de reparar, reconstruir ou recuperar construções, obras de arte, monumentos em qualquer suporte material: papel, vidro, tijolo, pedra, argamassa, taipa, alvenaria, mármore,



madeira, metais, com valor histórico, cultural ou ambiental”. Curtis (1981) entende como **restauração** “o conjunto de intervenções de ordem técnica e científica que pressupõe multidisciplinaridade e visa a continuidade do monumento, tanto quanto possível reintegrado na sua imagem original”.

Outras formas de intervenção são freqüentemente utilizadas nos dias atuais, como a reciclagem e a revitalização, além da consolidação. Para Jantzen (1996), a **reciclagem** ocorre quando se quer mudar o uso original do edifício, devendo haver uma adaptação às condições atuais sem prejudicar a volumetria, a tipologia e a linguagem formal original do prédio. Conforme Cabrita et al. (1992), **revitalização** é um termo aplicado para operações desenvolvidas em áreas urbanas degradadas ou conjuntos arquitetônicos de valor histórico, procurando a melhoria das estruturas sociais, econômicas e culturais do local. Segundo Jantzen (1996), a **consolidação** ocorre quando o edifício se encontra em fase de ruína, e, através do reforço de fundações e elementos estruturais, procura-se evitar um possível colapso.

Tomando como referência não somente os textos da área de restauro, mas também algumas normas da área de construção, verifica-se que o Conseil International du Bâtiment pour la Recherche L'étude et la Documentation (1982) faz uma distinção, para estudos de durabilidade, entre os conceitos de manutenção e restauração. As atividades de **manutenção** são as que visam repor parcialmente o desempenho, de maneira a adiar o momento em que o limiar do desempenho mínimo é atingido. Quando, eventualmente, o desempenho se torna inaceitavelmente baixo, o processo de **restauração** é necessário, freqüentemente incluindo substituição de certas partes.

A NBR 14037 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), que trata da manutenção das edificações, ressalta o quanto este é um tema cuja importância tem crescido no setor da construção civil. Segundo a citada norma, as edificações são construídas para atender seus usuários durante muitos anos, e ao longo deste tempo de serviço devem apresentar condições adequadas ao uso a que se destinam, resistindo aos agentes ambientais e de uso, os quais alteram suas propriedades técnicas iniciais. A omissão para com a manutenção retira as edificações de serviço muito antes de alcançada a sua vida útil. O

desempenho da edificação diz respeito também ao uso saudável, higiênico e seguro, aspectos que se refletem na qualidade de vida das pessoas.<sup>2</sup>

“É inviável, sob o ponto de vista econômico, e 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 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Além disso, os custos inerentes à restauração são altos, podendo equivaler ou até superar os valores da construção, ao longo da vida útil da edificação. Ainda segundo a citada norma:

economicamente relevante no custo global das edificações, a manutenção não pode ser feita de modo improvisado e casual. Ela deve ser entendida como um serviço técnico cuja responsabilidade exige capacitação apurada. Para se atingir maior eficiência na administração de uma edificação ou de um conjunto de edificações, é necessária uma abordagem fundamentada em procedimentos organizados em um sistema de manutenção, segundo uma lógica de controle de custos e maximização da satisfação dos usuários com as condições oferecidas pelas edificações.

O que se pode observar, é que os conceitos utilizados na construção vêm ao encontro daquilo que os textos referentes ao restauro descrevem, porém de uma forma mais objetiva, preocupados não somente com a edificação por si só, mas também com os seus usuários e com a viabilidade econômica das intervenções. O entendimento destes conceitos definidos por ambas as áreas, faz com que se tenha uma linguagem em comum, quando se trata de um debate entre técnicos do restauro e técnicos da construção civil atual.

### 3.2 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE FATORES DE DEGRADAÇÃO

Os materiais de construção, ao interagirem com o meio ambiente, sofrem transformações. Sempre que essas transformações forem irreversíveis e implicarem na perda de qualidade ou valor, constitui-se um processo de **degradação**. Conforme John (1987), o conjunto das características físicas e químicas do material, o seu comportamento diante do ambiente onde

---

<sup>2</sup> Entende-se como necessidade dos usuários: exigências de segurança, saúde, conforto, adequação ao uso e economia, cujo atendimento é condição para realização das atividades prevista em projeto.

será utilizado, ou ainda os esforços que terá que suportar, são todos **fatores de degradação** que determinam o grau de deterioração e, conseqüentemente, a sua durabilidade.

Segundo a norma ASTM E632 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1998), entende-se como **mecanismo de degradação** “uma seqüência de mudanças físicas e/ou químicas que levam a perdas em uma ou mais propriedades de um componente ou material de construção, quando exposto a um ou mais fatores de degradação”. Os mecanismos de degradação consistem, portanto, no desencadeamento de fenômenos que se sucedem, agindo sobre os materiais. Estes mecanismos podem ser identificados como reações químicas específicas, caso o conhecimento da estrutura e do comportamento do material torne esta análise possível, ou ainda como fenômenos físicos, como os efeitos de dilatação e contração, além da perda de elasticidade (CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT POUR LA RECHERCHE L'ÉTUDE ET LA DOCUMENTATION & RÉUNION INTERNATIONALE DES LABORATOIRES D'ESSAIS ET DE RECHERCHES SUR LES MATÉRIAUX ET LES CONSTRUCTIONS, 1983 apud JOHN, 1987). Além destes, observa-se também as alterações ocorridas em função dos agentes biológicos sobre os diferentes materiais, através de fenômenos bioquímicos.

### 3.3 OS CONCEITOS DE DURABILIDADE E VIDA ÚTIL APLICADOS À CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL

Ao longo da pesquisa, foi questionada a aplicação, para o patrimônio cultural, de termos como durabilidade e vida útil, tão comumente utilizados para estruturas convencionais. Para uma resposta a esse questionamento, partiu-se do princípio de que, a aproximação de áreas distintas, como o patrimônio arquitetônico e o estudo de manifestações patológicas, através deste trabalho, fosse exigir a adequação de conceitos e o entendimento destes para ambos os campos de atuação. Ressalta-se aqui, a importância de uma linguagem em comum, visto que o objetivo é o mesmo, de sanar os danos ocorridos ao longo do tempo nas edificações, façam estas parte do patrimônio ou não.

Segundo Oliveira (1995), através da História da Arquitetura sabe-se que os escritos de Da Vinci já apresentavam observações e interpretações curiosas sobre o diagnóstico do comportamento estático de edifícios, das causas das lesões dos muros e abóbadas, servindo

como testemunho de que já existia uma ciência da conservação. Leon Batista Alberti<sup>3</sup> dedicou parte do seu trabalho à análise das construções, seus defeitos e a maneira de repará-los, direcionando a tônica dominante das suas observações para a importância da **durabilidade** das estruturas e dos materiais, quando submetidas ao intemperismo. Este discurso apresenta um ponto de vista consciente sobre a arte de projetar e construir, ao mesmo tempo em que parece muito adequado para os dias de hoje.

O conceito de durabilidade proposto pelo Comitê Euro-Internacional do Beton (1993) faz algumas considerações para a obtenção de estruturas duráveis. Segundo este conceito, “as estruturas devem ser projetadas, construídas e operadas de tal forma que, sob condições ambientais esperadas, elas mantenham sua segurança, funcionalidade e a aparência aceitável durante um período de tempo, implícito ou explícito, sem requerer altos custos para manutenção e reparo”. Embora este documento diga respeito às estruturas de concreto armado, considera-se esta definição pertinente à discussão voltada para edificações históricas, uma vez que leva em consideração aspectos relativos ao meio ambiente, segurança, funcionalidade e aparência.

Da mesma forma, procurou-se adotar um critério para o entendimento do conceito de vida útil aplicado ao estudo do patrimônio. Segundo a norma ASTM E632 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1998), **vida útil** é “o período de tempo após a instalação de um material, componente ou sistema, em que as propriedades do mesmo ficam acima de valores mínimos aceitáveis”. Admite-se que um material atingiu o fim da sua vida útil quando suas propriedades, sob dadas condições de uso, deterioraram a tal ponto que a continuação do uso deste material é considerada insegura ou antieconômica. Além disso, deve-se considerar que a vida útil de uma edificação depende tanto do comportamento dos elementos estruturais quanto do comportamento dos demais componentes, o que deve ser considerado durante o projeto, construção e utilização da edificação. O desempenho de uma estrutura durante a sua vida útil pode ser compreendido pelo binômio desempenho/tempo, conforme indicado na figura 2.

---

<sup>3</sup>Arquiteto italiano responsável pela construção de importantes obras do séc. XV tendo desenvolvido também uma intensa atividade teórica, que se concretizou na redação de vários artigos e tratados, entre os quais, considerado como um dos mais significativos, encontra-se o *De re aedificatoria*, de 1452, onde o autor, ao longo de dez livros, descreve sobre aspectos da arte de edificar;

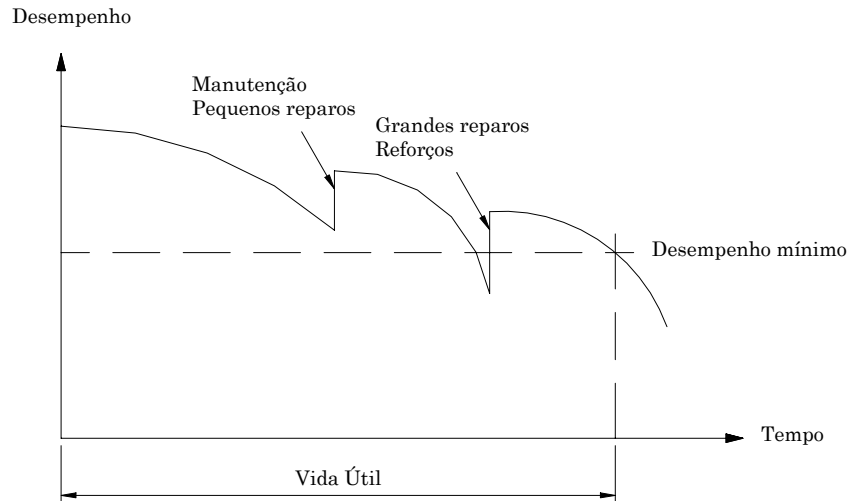


Figura 2: fases do desempenho de uma estrutura durante a sua vida útil (adaptado de COMITE EURO-INTERNACIONAL DU BETON, 1993; JOHN, 1987)

Quando a estrutura começa a perder a sua funcionalidade e segurança devido a algum tipo de deterioração, ocorre a necessidade da realização de reparos ou reforços, dependendo da gravidade da degradação. A partir de reparos sucessivos, procura-se manter as condições de uso, segurança e estabilidade da edificação. Adaptando este esquema para um universo de edificações históricas, os períodos compreendidos entre estes sucessivos reparos pode se apresentar de uma forma diferente, conforme indicado na figura 3.

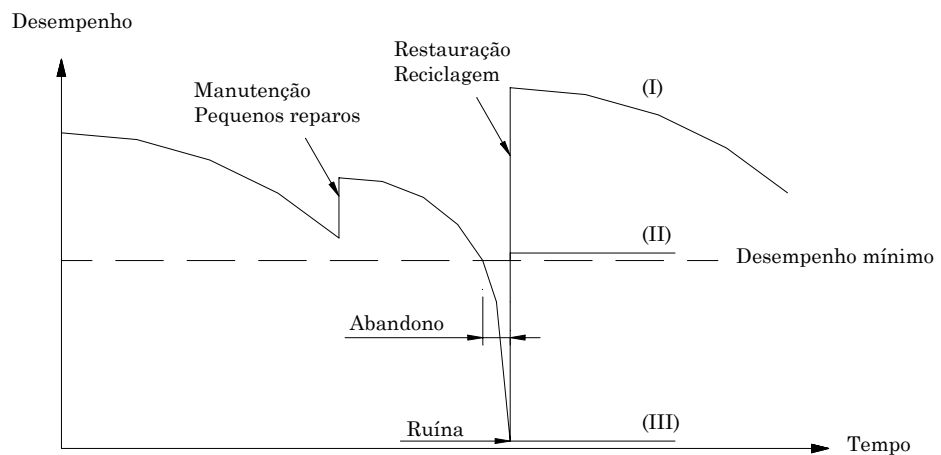


Figura 3: fases do desempenho de uma edificação histórica

Tem-se que, após o período de manutenção e execução de pequenos reparos, pode sobrevir um período de abandono com a perda de um desempenho mínimo, levando a edificação à ruína. Este período de abandono ocorre em função de vários aspectos, como por exemplo, o

desinteresse pelo imóvel por parte de herdeiros, a falta de recursos para manutenção ou ainda a perda do valor imobiliário. A partir de um estado de ruína, considerando-se esta a pior situação, as ações de restauração ou reciclagem podem devolver à edificação condições de uso e desempenho. Porém, conforme a figura 3, esta função depende do projeto de intervenção, onde em:

- a) (I), a proposta designa um desempenho ainda melhor do que o inicial à edificação - devido, por exemplo, a critérios de conforto térmico- equipando-o da melhor forma possível para responder às funções destinadas;
- b) (II), a proposta devolve à edificação condições de desempenho mínimo, à espera de recursos e interesse para maiores investimentos, estabilizando a curva com uma manutenção básica;
- c) (III), não existe proposta que reflita o interesse pela recuperação da edificação, estabilizando a curva no estado de ruína, podendo acarretar a demolição e perda do patrimônio.

Entre os fatores que influenciam na durabilidade, John (1987), citando o Conseil International du Bâtiment pour la Recherche L'étude et la Documentation & Réunion Internationale Des Laboratoires D'essais et de Recherches sur les Matériaux et les Constructions (1983), comenta sobre quatro aspectos, a partir dos quais é possível traçar um perfil de durabilidade da edificação. Estes aspectos são os materiais - segundo a rapidez de degradação esperada no ambiente previsto para a utilização – a qualidade do projeto, as condições de uso e a frequência de manutenção. De acordo com o tipo de atenção dada a cada um destes aspectos, pode-se prever soluções com maior ou menor durabilidade.

Conforme visto, o esclarecimento dos conceitos básicos foi realizado a partir da linguagem utilizada em áreas diferentes de atuação. Considera-se importante de que estes termos sejam entendidos pelos profissionais e técnicos, a fim de que se desenvolva um diálogo em comum entre aqueles que procuram contribuir para a discussão e a pesquisa sobre edificações do patrimônio cultural. Com este intuito, o capítulo a seguir apresentado, propõe a verificação das visões a respeito do tema sobre fatores de degradação, também a partir de naturezas diferentes, a saber: segundo as normas técnicas, geralmente aplicadas aos edifícios convencionais, e segundo alguns autores da área de conservação e restauração.

## **4 VISÕES SISTÊMICAS SOBRE OS PRINCIPAIS FATORES DE DEGRADAÇÃO**

Na busca da identificação dos principais fatores de degradação, a pesquisa se deparou com pontos de vista diferentes sobre o tema. Assim sendo, o trabalho propõe considerações a respeito dos fatores de degradação a partir de normas e critérios geralmente utilizados para prédios convencionais, bem como da abordagem de autores da área de conservação e restauração.

### **4.1 VISÕES SISTÊMICAS SOBRE OS FATORES DE DEGRADAÇÃO, SEGUNDO AS NORMAS TÉCNICAS**

A norma ASTM E632 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1998) define “fator de degradação como qualquer fator externo que afete de maneira desfavorável o desempenho de um edifício ou de suas partes, incluindo nisto as intempéries, agentes biológicos, esforços, incompatibilidade e fatores de uso”. A classificação dos fatores de degradação, segundo a norma citada, em formato adaptado, é apresentado na figura 4. A própria norma alerta que esta lista não é exaustiva e outros possíveis fatores importantes deveriam ser verificados em cada caso específico.

Segundo Cincotto (1995) e John (1987), algumas considerações podem ser feitas com relação à classificação de fatores de degradação. Em primeiro lugar, deve se levar em conta que as condições de exposição podem variar para um mesmo componente, não só devido às condições de clima, mas também a outros fatores, como aos de uso, por exemplo. Em segundo, que a importância dos fatores também varia de acordo com o material, suas características e propriedades, bem como a função que desempenha. E em terceiro, que os diversos tipos de manifestações patológicas que ocorrem nas edificações dificilmente apresentam uma única causa, sendo geralmente resultantes do sinergismo existente entre os diversos fatores que promovem a sua degradação. Um exemplo da ação conjunta de fatores distintos é a combinação da água da chuva, dirigida pela pressão do vento, que penetra em fissuras, fendas e materiais porosos, após atingido o ponto de saturação das superfícies.

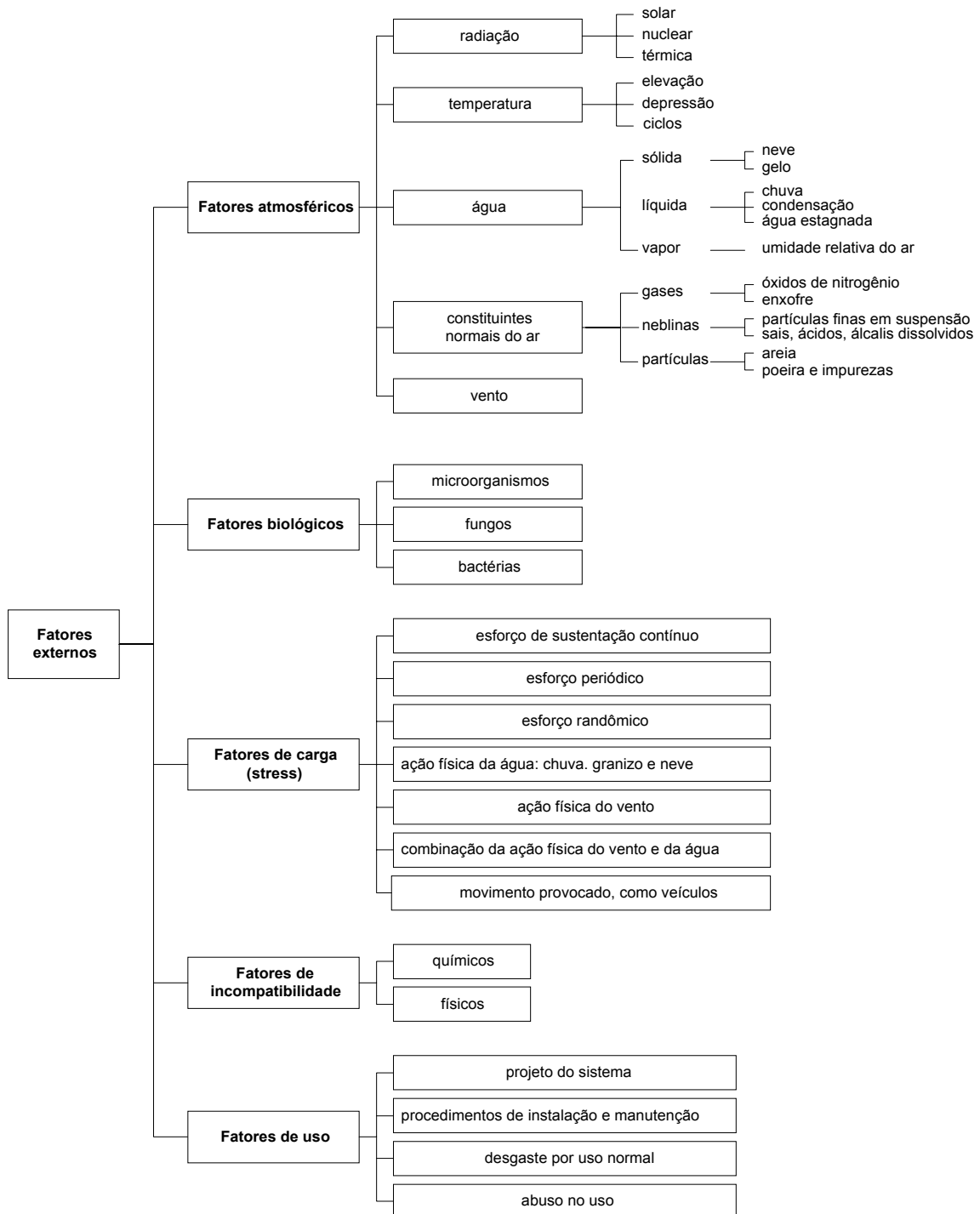


Figura 4: fatores de degradação segundo a norma ASTM E632 (1998)

Também a norma ISO 6241 (CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT POUR LA RECHERCHE L'ÉTUDE ET LA DOCUMENTATION & RÉUNION INTERNATIONALE DES LABORATOIRES D'ESSAIS ET DE RECHERCHES SUR LES MATÉRIAUX ET LES CONSTRUCTIONS, 1983) apresenta os agentes que atuam sobre o edifício e suas partes, conforme a figura 5.



Origem	Externa		Interna	
Natureza	Atmosfera	Solo	Ocupação	Projeto
<b>1. Agentes mecânicos</b>				
1.1 Gravidade	cargas de neve, gelo, água de chuva	pressão do solo, pressão da água	sobrecargas de utilização	cargas permanentes
1.2 Esforços e deformações impostas ou restringidas	pressão de congelamento de água, dilatação térmica e hidrosférica	recalques, escorregamentos	esforços de movimentação	retrações, fluência, forças e deformações impostas
1.3 Energia Cinética	vento, granizo, impactos externos	-	impactos internos, abrasão	golpe de aríete
1.4 Vibrações e ruídos	ruídos externos, rajadas de vento, trovões, aeronaves, explosões	terremoto, tráfego, vibrações de máquinas externas	ruídos internos, vibrações de máquinas internas	ruídos dos edifícios, vibrações dos edifícios
<b>2. Agentes eletromagnéticos</b>				
2.1 Radiação	radiação solar, radioatividade	-	lâmpada e equipamentos radioativos	painéis radiantes
2.2 Eletricidade	Iluminação	fuga de corrente	-	distribuição de corrente, eletricidade estática
2.3 Magnetismo	-	-	campos magnéticos	campos magnéticos
<b>3. Agentes térmicos</b>				
	ar quente, congelamento, choques térmicos	congelamento, calor do solo	calor emitido por cigarros e outros objetos combustíveis	calor, fogo por sobreaquecimento, instalações elétricas defeituosas
<b>4. Agentes químicos</b>				
4.1 Água e solventes	ar úmido, condensação, chuvas	água superficial, água subterrânea	respingos de água, condensação, detergentes, álcool	distribuição de água, águas servidas, infiltração
4.2 Oxidantes	oxigênio, ozônio, óxidos de nitrogênio	-	água de lavanderia, (hipoclorito de sódio), água oxigenada	Potenciais eletroquímicos positivos
4.3 Redutores	-	sulfetos	agentes combustíveis, amônia	agentes combustíveis potenciais eletroquímicos negativos
4.4 Ácidos	ácido carbônico, excremento de pássaros, ácido sulfúrico	ácido úrico, ácido carbônico	vinagre, ácido cítrico	ácido sulfúrico, ácido carbônico
4.5 Bases	-	cales (carbonatos)	soda cáustica, hidróxido de potássio e amônio	hidróxido de sódio, cimento, cales
4.6 Sais	névoa salina	nitratos, fosfatos, cloretos, sulfatos	Cloreto de sódio (sal)	cloreto de cálcio, sulfatos, gesso
4.7 Neutros	poeira, fuligem	calcáreos/sílica	gorduras, óleos, tintas, poeira	gorduras, óleos, tintas, poeira
<b>5. Agentes biológicos</b>				
5.1 Microorganismos, vegetais	bactérias	bactérias, mofos, fungos, raízes	bactérias, plantas domésticas	-
5.2 Animais	insetos, pássaro	roedores	animais domésticos, homem	-

Figura 5: agentes que atuam sobre o edifício e suas partes segundo a ISO 6241 (CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT POUR LA RECHERCHE L'ÉTUDE ET LA DOCUMENTATION & RÉUNION INTERNATIONALE DES LABORATOIRES D'ESSAIS ET DE RECHERCHES SUR LES MATÉRIAUX ET LES CONSTRUCTIONS, 1983)

Estas classificações sugeridas pelas normas procuram esclarecer a questão a partir de uma visão técnica, servindo como modelo padrão para a pesquisa científica voltada para edificações convencionais. A abordagem sobre edificações históricas requer também a verificação de uma visão a partir de autores da área de conservação e restauração do patrimônio construído, análise esta que é desenvolvida no item a seguir.

## 4.2 VISÕES SISTÊMICAS SOBRE OS FATORES DE DEGRADAÇÃO NA ÁREA DE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO

Com a finalidade de contribuir com o entendimento deste universo de fatores que afetam as edificações, foram escolhidos dois autores da área de conservação e restauração, a saber, Feilden (1982) e D'ossat (1972), para verificação de como estes interpretam a questão, a partir da sua experiência de trabalho.

Feilden (1982), por exemplo, apresenta os princípios de conservação e a sua aplicação para os edifícios históricos, organizando a informação básica necessária para a solução de problemas de conservação arquitetônica. Para tanto, o autor examina as causas de degradação de uma forma sistemática do ponto de vista da sua natureza, como causas climáticas, biológicas e botânicas, fenômenos da natureza e ação do homem. Segundo a sua experiência, o autor aponta as causas humanas como aquelas que produzem, provavelmente, os maiores danos. O estudo de Feilden (1982) pode ser resumido, de uma forma geral, através da figura 6.

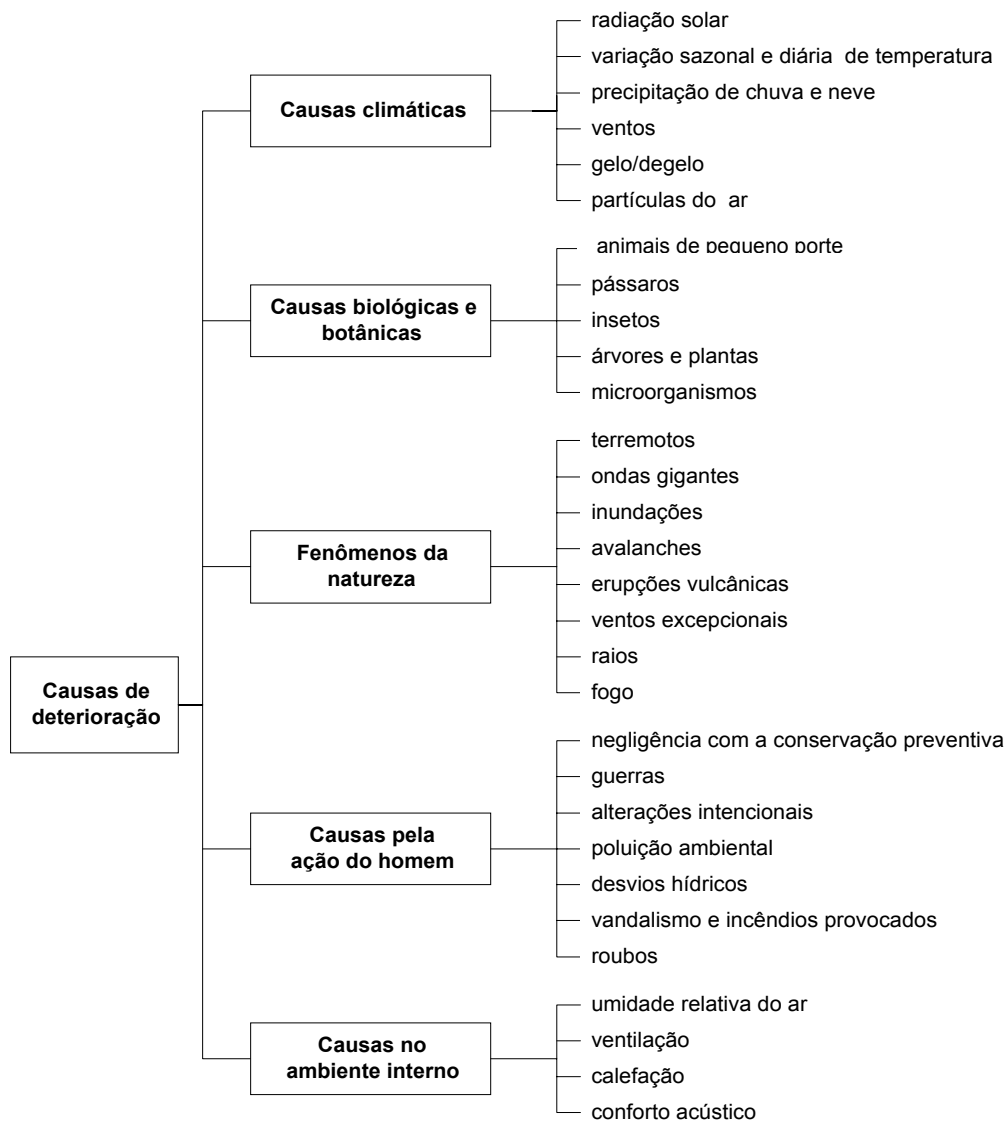


Figura 6: causas de deterioração (baseado em FEILDEN, 1982)

O mesmo autor acrescenta ainda uma preocupação sobre as condições do ambiente interno das edificações. Esta diz respeito à importância do controle da umidade relativa do ar e das condições de ventilação, além da calefação, aspecto relevante nos países da Europa. O conforto acústico diz respeito ao controle das vibrações externas provocadas e que podem trazer, pelas aberturas de janelas, por exemplo, prejuízos aos artefatos mais sensíveis. Analisa, portanto, não somente os elementos da edificação, mas também os bens integrados e demais artefatos, bem como o comportamento dos materiais que os compõem e sobre os quais os principais agentes atuam. Esta abordagem pode ser compreendida através da figura 7.

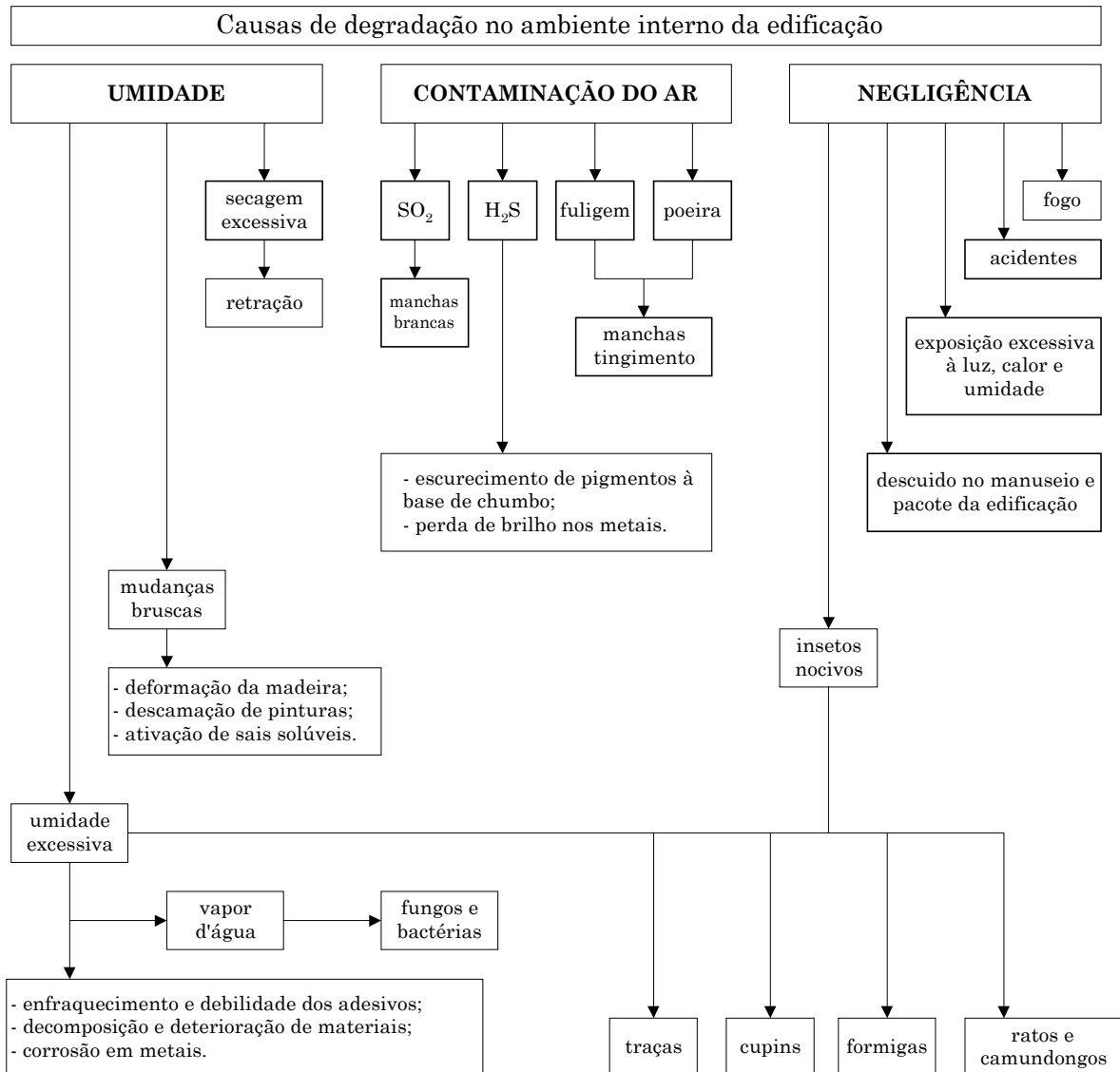


Figura 7: causas internas de degradação (adaptado de  
PLENDERLEITH e WERNER, 1971 apud FEILDEN, 1982)

Compreendendo o problema dos fatores de degradação de uma outra forma, D'ossat (1972) propõe, com o objetivo de fornecer um método de pesquisa o mais genérico e compreensivo possível, uma divisão básica em dois grupos distintos de causas:

- a) intrínsecas, ligadas estreitamente à origem e à natureza do edifício, como a localização do edifício e à sua estrutura;

- b) extrínsecas, referindo-se àquelas que intervêm do exterior, como agentes naturais, distinguindo-as a partir da sua forma de atuação, como sendo prolongada ou ocasional, além da ação do homem.

A partir deste princípio, tem-se uma linha que divide e demarca as causas ligadas à idealização e construção da edificação daquelas que a atingem ao longo de sua vida e seu uso. A proposta apresentada por D'ossat (1972) pode ser compreendida através das figuras 8 e 9.

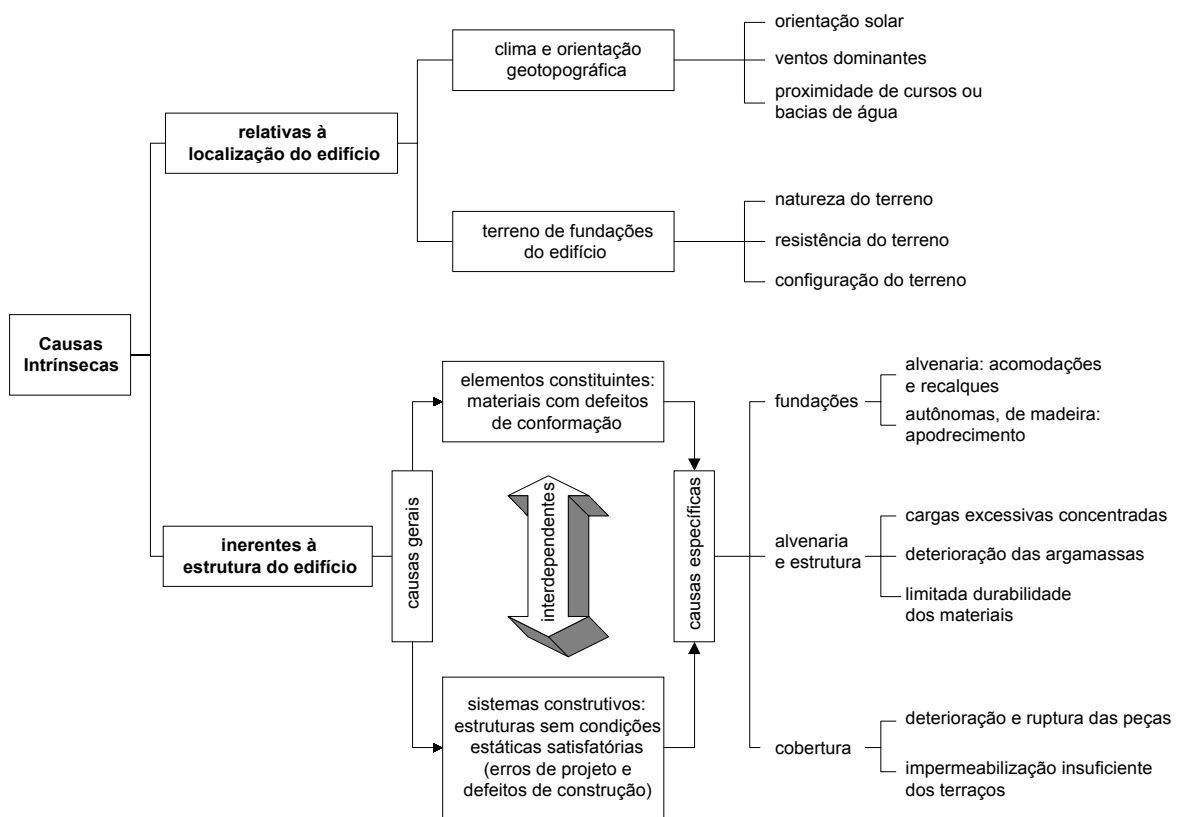


Figura 8: causas intrínsecas de deterioração (baseado em D'OSSAT, 1972)

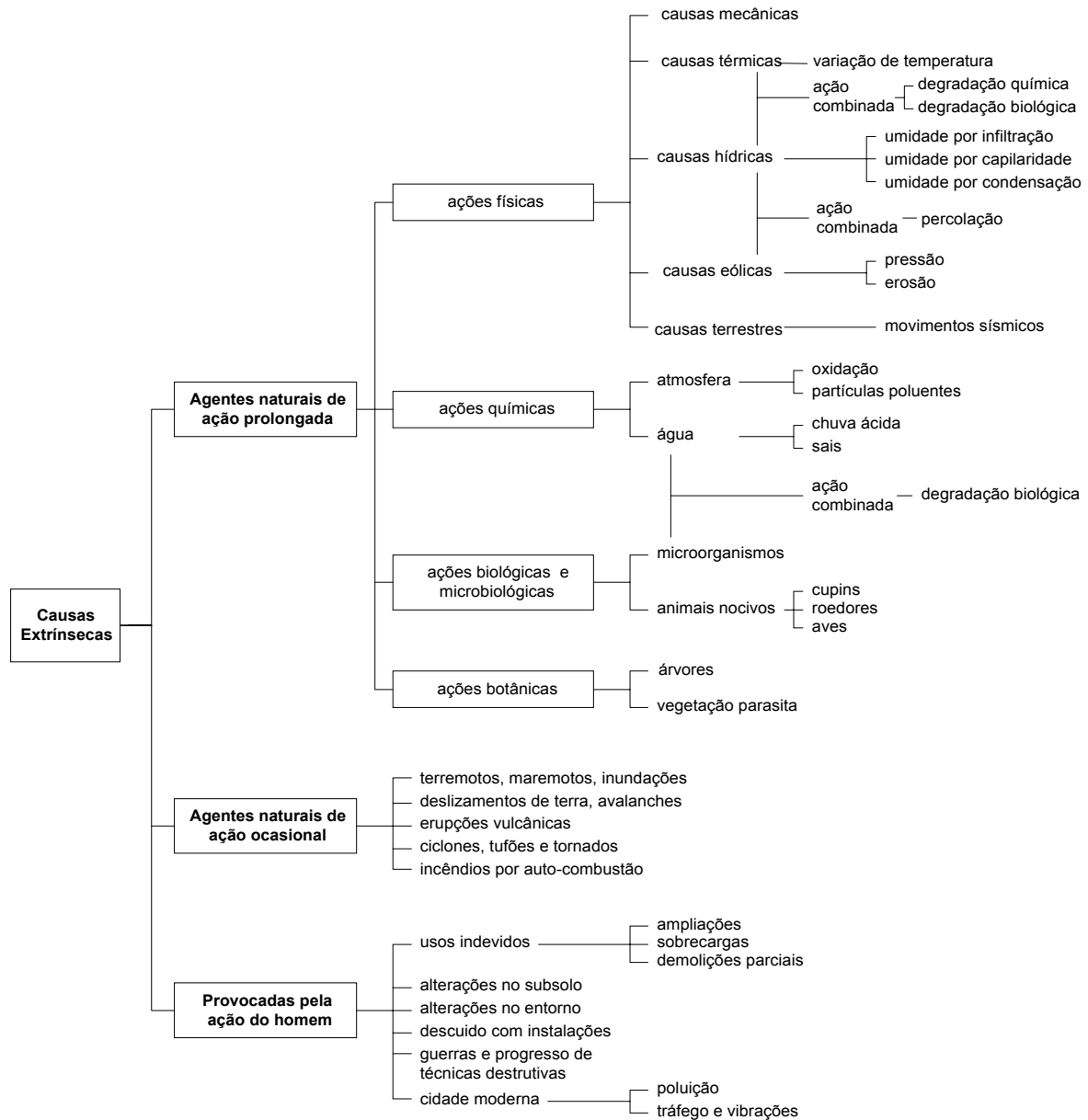


Figura 9: causas extrínsecas de deterioração (baseado em D'OSSAT, 1972)

Esta visão sistêmica serve para compreensão do universo geral de ações de degradação, às quais está submetida a edificação histórica. Embora as figuras 8 e 9 pareçam, num primeiro momento, esclarecedoras e capazes de abranger o universo completo dos agentes de degradação, a classificação proposta pode levar mais à confusão do que ao esclarecimento. Isso dito, pelo fato do autor misturar categorias diferentes ao longo do seu desenvolvimento. Cabem aqui, portanto, algumas considerações a esse respeito.

### 4.3 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS VISÕES SISTÊMICAS

Segundo D'ossat (1972), as causas intrínsecas são entendidas como características da edificação. Fatores como a localização do edifício - subdividida em clima, orientação e condições do terreno de fundações - e os aspectos inerentes aos materiais e sistemas construtivos são, na verdade, fatores de projeto. O clima, por si só, não pode ser entendido como causa intrínseca, uma vez que, a mesma edificação com características iguais de materiais e componentes pode se degradar rapidamente em climas quentes e úmidos, enquanto que, em climas quentes e secos, pode se manter por séculos. O que o autor quer dizer, a partir deste esquema, é que o projeto deve prever soluções adequadas para o tipo de clima, pois se o desempenho da edificação não responder a esta exigência, não se pode duvidar que os danos conseqüentes tenham uma causa inerente às características da edificação.

Por sua vez, as causas extrínsecas devem ser entendidas como as condições de exposição sob as quais a edificação se encontra. A subdivisão detalhada que o autor faz dos agentes naturais de ação prolongada, pode ser simplificada como sendo os fatores atmosféricos e biológicos, citados pela ASTM E632 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1998). Assim como a relação dos diferentes tipos de ação – físicas, químicas, biológicas - , nada mais são do que os mecanismos de degradação, através da atuação dos diferentes agentes como o ar, a água, os ventos, ou ainda os microorganismos, a vegetação e os animais.

A partir deste raciocínio, se torna mais clara a distinção de categorias como agentes e mecanismos de degradação. Como exemplo, pode-se citar o caso da água. A presença da água nas edificações exerce várias ações e produz múltiplos efeitos, sendo a água um agente. As mudanças físicas e químicas que levam a perdas em uma ou mais propriedades de um componente ou material de construção, quando exposto ao agente água é que devem ser compreendidos como sendo os mecanismos de degradação, como a corrosão ou apodrecimento. Em uma categoria ainda distinta se encontram os mecanismos de penetração da água, que podem ser por infiltração, capilaridade ou condensação, formas pelas quais o agente chega a atingir os componentes e materiais. Enfim, a diferenciação do que se entende por agentes e mecanismos é importante de ser esclarecida, já que oferece uma margem para confusão de conceitos. Um outro exemplo pode ser dado a partir da ação do homem sobre a edificação: o agente é o homem; as suas ações são os meios que desencadeiam os processos de degradação.

A partir do esclarecimento do método de D'ossat (1972), percebe-se que existem duas variáveis básicas para a compreensão da atuação dos fatores de degradação:

- a) a condição de projeto, na qual se incluem todas as características da edificação;
- b) a presença de um ou mais agentes externos, naturais de ação prolongada ou ocasional, além da ação do homem.

Pode ser considerada ainda uma terceira variável, sendo esta composta pelas condições ambientais ou climáticas, que intensificam ou retardam a atuação dos demais agentes.

Os estudos de D'ossat (1972) e Feilden (1982) são, na verdade, abordagens pessoais, baseadas na experiência de trabalho, sobre os fatores de degradação, as quais procuram criar métodos sistemáticos de compreensão, enquanto que, as normas são listas que procuram esclarecer a questão a partir de textos estritamente técnicos, servindo como modelo padrão para a pesquisa científica. Através da análise dos diferentes pensamentos, conclui-se que as mesmas são perfeitamente associáveis, sendo que se procura apresentar no próximo capítulo uma organização sistemática a partir da coerência entre as normas e os métodos estudados.

Percebe-se que a experiência dos trabalhos de conservação e restauração aponta fatores diferentes daqueles analisados pelas normas para edificações convencionais, por terem se tornado, ao longo do tempo, relevantes para a preservação dos edifícios históricos. Alguns desses fatores são os fenômenos da natureza, que vêm destruindo riquezas do patrimônio mundial, entre os quais terremotos e inundações são os mais frequentes. Da mesma forma, a ação do homem é interpretada como um aspecto muito mais nocivo do que apenas os fatores de uso apontados pelas normas.

Verifica-se também que não há uma unidade no uso de termos e expressões. O termo **fator** é utilizado como sinônimo de **agente** ou **causa**. Para fins de esclarecimento de conceitos, utilizar-se-á o termo **fator de degradação**, na organização do próximo capítulo, referindo-se também a cada uma das variáveis que contribui para o desencadeamento da degradação, a saber, as características da edificação e os agentes. Como **agente de degradação**, procurar-se-á entender como aquele que age, que exerce alguma ação e produz algum efeito sobre as características da edificação.



## **5 PRINCIPAIS FATORES DE DEGRADAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES DO PATRIMÔNIO CULTURAL**

A descrição sistemática a seguir proposta serve para o entendimento do universo de fatores que influenciam e promovem a degradação das edificações do patrimônio cultural.

### **5.1 CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO**

As características de uma edificação que podem determinar um grau maior ou menor de degradação estão relacionadas à implantação da edificação no terreno, aos materiais e às técnicas construtivas empregadas. Todos estes são, na verdade, aspectos definidos pelas decisões de projeto. Allsopp (2000) lembra que o projeto e os materiais determinados por este devem ser adequados à função do prédio e ao clima ao qual está exposto. No mesmo sentido, D'ossat (1972) afirma que o projeto deve prever soluções adequadas para o tipo de clima, pois se o desempenho da edificação não responde às exigências, não se pode duvidar que os danos consequentes tenham uma causa inerente à edificação.

#### **5.1.1 Implantação**

A implantação, como sendo uma decisão de projeto, determina a disposição do edifício sobre o terreno a partir das condições mais favoráveis do contexto físico, como a orientação e a topografia. Alguns problemas podem surgir em função da disposição não privilegiada da edificação com relação a estes fatores.

##### **5.1.1.1 Orientação**

A orientação do edifício pode apresentar uma influência direta sobre a conservação do imóvel, sobretudo no que diz respeito à insolação, à direção dos ventos predominantes e da chuva. Segundo Ching (1999), a orientação solar, como sendo a posição de um edifício em

relação à trajetória do sol, é considerada nas decisões de projeto, quer para se maximizar a quantidade de calor obtida da radiação solar durante os meses mais frios, quer para se minimizar a quantidade de calor obtida nos meses mais quentes. Ou seja, a orientação do edifício influi na quantidade de calor que o mesmo recebe. A radiação térmica está associada à latitude do local de implantação do edifício. Além disso, a carga térmica recebida não é a mesma sobre os distintos planos de fachada. Da mesma forma, a incidência dos ventos não se apresenta favorável para todas as direções. A distribuição das orientações da radiação solar e dos ventos em Porto Alegre, por exemplo, pode ser compreendida através da figura 10.

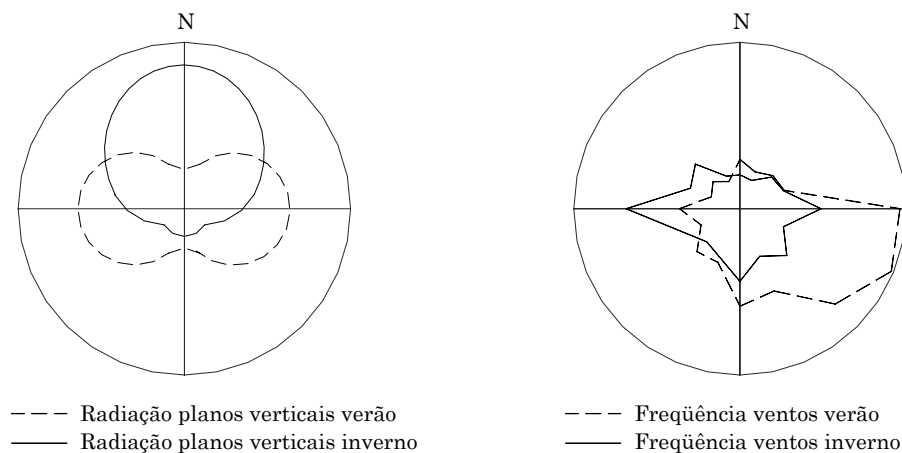


Figura 10: qualificação das orientações da radiação solar e dos ventos para Porto Alegre (MASCARÓ, 1986)

A orientação dos ventos predominantes tem grande importância quando analisada para questões de conforto térmico das edificações. Quando se trata de danos, os efeitos dos ventos são verificados em combinação com a chuva. A água das chuvas sobre os planos verticais pode ser absorvida pelos materiais, encontrar uma forma de penetração por juntas, ser conduzida pelas forças de capilaridade ou ainda ser forçada pela pressão do vento. Este último caso é chamado de chuva dirigida. Lacy (1965) propõe o cálculo do índice de chuva dirigida (ICD) considerando a velocidade dos ventos e a quantidade de chuva simultâneos. Os resultados dos estudos realizados pelo autor em fachadas de edifícios conduziram ao conceito de um índice de chuva dirigida para determinado local como sendo o produto da quantidade de chuva anual e a velocidade média anual dos ventos.

A norma BSI 5262, para acabamentos de fachadas (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1976), apresenta dados sobre índices de chuva dirigida calculados para oito direções em cerca de vinte estações em todo o país. Além de sugerir o uso do ICD como referência, a norma salienta a necessidade da avaliação *in loco* das condições de exposição sob as quais se encontra submetido o prédio, a fim de que sejam tomadas as devidas decisões de projeto. Essa avaliação é necessária, pois frequência de direção ou intensidade do vento não indicam por si só o efeito da chuva dirigida. Considerando o exemplo de Porto Alegre, as chuvas mais intensas são acompanhadas de ventos que vêm da direção sudoeste, em função da existência do Lago Guaíba.

#### 5.1.1.2 Condições geotopográficas

A conformação do solo sobre o qual está o edifício tem uma importância primordial, sobretudo do ponto de vista geo-hidrológico, pela constituição, posição e inclinação dos estratos rochosos ou pelo regime das camadas hídricas subterrâneas (D'OSSAT, 1972). Características como a resistência e a configuração do terreno devem ser consideradas. À resistência do terreno deve ser atribuída a capacidade de absorver as cargas transmitidas pelas fundações, constituindo a condição preliminar para a estabilidade do edifício. Por sua vez, a configuração aparente do terreno é determinada pela declividade, pelas características de superfície e pelas modalidades de fluxos naturais das águas superficiais.

Segundo Gusmão et al. (1986), o relevo de um sítio urbano é resultante de uma solução de equilíbrio entre vários fatores característicos do local. É comum identificar-se, pelo menos, três fatores componentes deste equilíbrio:

- a) os passivos, como os geomorfológicos e geotécnicos;
- b) os ativos naturais, como precipitação, erosão e alteração do solo;
- c) os ativos antrópicos, os quais ocorrem em razão da atividade humana como, por exemplo, cortes e aterros.

Os danos causados em edificações dificilmente podem ser atribuídos a um destes isoladamente. A caracterização dos fatores geomorfológicos e geotécnicos pode identificar,

por exemplo, a presença de cavernas nas rochas calcáreas preenchidas com sedimentos, os quais podem provocar abatimentos no terreno e conseqüentes danos nas edificações. Por outro lado, a influência dos fatores ativos naturais através das chuvas pode ocorrer pela elevação do nível do lençol freático, com a conseqüente redução da resistência do solo. Já a modificação do relevo por cortes e aterros acaba alterando o sistema de drenagem do terreno.

A importância de um estudo sobre o comportamento do solo em núcleos históricos pode ser vista no trabalho realizado pelos autores supracitados, sobre os mecanismos de movimentação dos morros de Olinda, em Pernambuco. O Sítio Histórico de Olinda vinha sofrendo com a agressão de fenômenos mecânicos causados por movimentação do solo das colinas sobre as quais está situado. Esta movimentação afetava importantes igrejas e conventos que compõem a riqueza patrimonial da cidade, apresentando fissuras e inclinação de partes das estruturas. A investigação foi desenvolvida a partir do estudo do relevo, monitoramento das encostas, prospecções, ensaios em laboratórios e pesquisa histórica. A Igreja do Carmo, cuja torre apresentava sinais de desaprumo, como sendo um dos casos estudados pelos técnicos, é apresentado na figura 11.

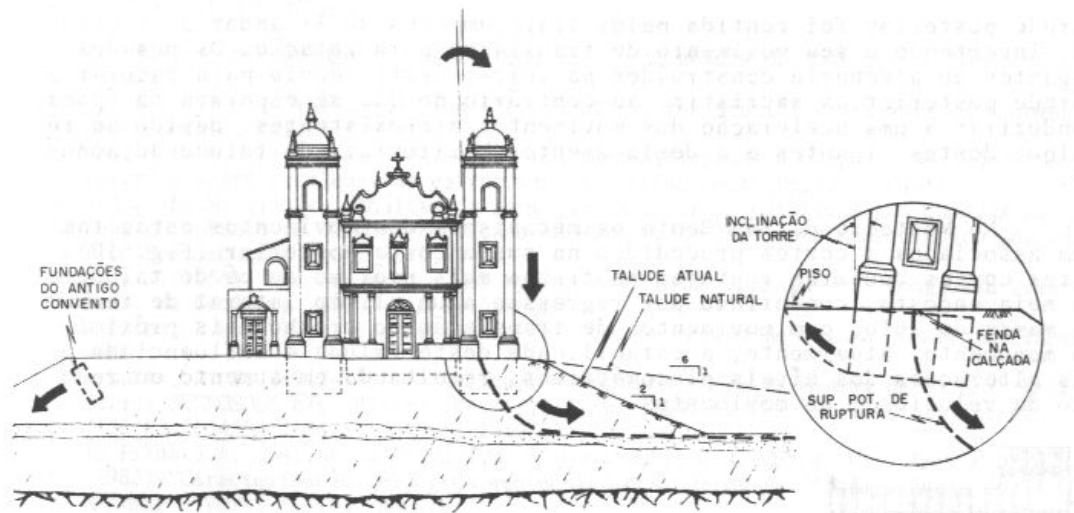


Figura 11: Sítio Histórico do Carmo, Olinda (GUSMÃO et al., 1986)

Como pode ser observado, o complexo das situações inerentes à natureza do terreno condiciona não somente a durabilidade e a estabilidade das fundações, mas também os seus reflexos podem se estender ao restante da estrutura, vindo a comprometer a conservação de todo o monumento.

### 5.1.2 Materiais

Os materiais utilizados na construção dos prédios históricos variam em função da sua disponibilidade e do domínio da sua utilização na época. No início, preparados de forma artesanal, materiais como a madeira e a pedra serviram para a construção das primeiras moradias e igrejas. Com o desenvolvimento das olarias, os materiais cerâmicos passaram a constituir elementos característicos das construções, principalmente substituindo as pedras nas alvenarias.

Os danos verificados nos materiais de construção podem ser atribuídos a defeitos de origem ou à atuação de agentes de degradação. Os defeitos de origem dos materiais se referem às falhas naturais, além da escolha e do uso dos mesmos na obra. As falhas naturais comprometem, por exemplo, as pedras, com fissuras provindas do seu processo de conformação, ou ainda a madeira, pela presença de falhas e nós. Por outro lado, segundo D'ossat (1972), os danos devido à escolha e ao uso dos materiais na obra dizem respeito ao dimensionamento, ao corte, à preparação e ao uso destinado. Com relação às pedras, estas podem apresentar danos na sua estrutura resistente causados pelo processo de extração, transporte ou manuseio na obra. Os tijolos podem apresentar defeitos em função da qualidade das argilas ou dos processos de queima. O desempenho das argamassas pode ser comprometido a partir da sua preparação. E ainda, com relação às madeiras, é importante o conhecimento do tipo de madeira, da capacidade de resistência e das solicitações a que vai ser submetida, bem como da condição de secagem, que também pode comprometer o seu uso.

A atuação de agentes que desencadeiam determinados mecanismos sobre os materiais é principalmente devido às suas propriedades. No entanto, esta atuação está intimamente ligada à função que os componentes desempenham na edificação, em cuja composição foram empregados estes materiais, e à exposição submetida a estes agentes. Os principais materiais empregados nas edificações históricas, a saber, a madeira, as pedras naturais, os materiais cerâmicos e alguns metais, são apresentados a seguir, em resumo (figura 12), a partir das suas propriedades, da sua aplicação, dos principais agentes e dos mecanismos de degradação. Informações mais aprofundadas a respeito de cada material podem ser encontradas na literatura disponível (PETRUCCI, 1982; MEHTA; MONTEIRO, 1994; CASCUDO, 1997; URIARTT, 1999).

Material	Propriedades	Emprego nas edificações históricas	Danos, agentes e mecanismos de degradação
<b>madeira</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- resistência mecânica tanto a esforços de compressão como aos esforços de tração na flexão;</li> <li>- facilidade de dar forma, modelar;</li> <li>- variedade de padrões decorativos.</li> <li>- Desvantagens:</li> <li>- heterogeneidade e anisotropia, próprias do tecido lenhoso;</li> <li>- limitação de dimensões nas peças de madeira natural..</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- primeiro material de construção a ser utilizado como elemento estrutural (colunas, vigas e vergas);</li> <li>- além disso, uso em pisos e forros, portas e janelas, escadas e acabamentos decorativos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- surgimento de tensões internas, redução na resistência mecânica e variação dimensional provocadas pelas alterações de umidade;</li> <li>- alteração da durabilidade em ambientes que favoreçam a proliferação de fungos e insetos;</li> <li>- envelhecimento do material provocada pela incidência dos raios ultravioletas (exposição ao sol).</li> </ul>
<b>pedras naturais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- resistência mecânica: capacidade de suportar a ação das cargas aplicadas, variando em função do tipo de rocha, da direção da estratificação e do formato do elemento; boa resistência à compressão e má à tração, enquanto que algumas resistem mais à abrasão do que outras; além dos efeitos estáticos, as pedras podem suportar efeitos dinâmicos (choques);</li> <li>- durabilidade: diretamente relacionado à compactidade, porosidade, permeabilidade, higroscopicidade e condutibilidade térmica;</li> <li>- trabalhabilidade: capacidade em ser afeiçoada, em função da sua fratura, como sendo a facilidade ou dificuldade de extração, corte, polimento e aderência a aglomerantes, além da homogeneidade e dureza;</li> <li>- estética: em função da sua textura, estrutura e coloração.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nas fundações, alvenarias portantes, elementos estruturais, além do uso como revestimento; os elementos em pedra apresentam, por vezes, um trabalho detalhado e cuidadoso, o que ficou mais conhecido como a arte da cantaria<sup>4</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- alterações por efeitos físicos, sendo o principal a variação de temperatura;</li> <li>- alterações por efeitos químicos, como a ação de CO<sub>2</sub> da atmosfera, agentes agressivos externos ou internos;</li> <li>- a umidade tem influência na resistência, que varia na razão inversa da umidade.</li> </ul>

Figura 12: características dos principais materiais utilizados nas edificações históricas<sup>5</sup> (PETRUCCI, 1982; MEHTA; MONTEIRO, 1994; CASCUDO, 1997; URIARTT, 1999).

<sup>4</sup> A pedra de cantaria, corresponde, segundo Ching (1999), àquela que permite ser cortada em todas as direções e trabalhada de modo a atingir um formato e uma dimensão específicos para seu uso na construção. Geralmente de granulação fina, como o calcário ou o arenito, pode ser extraída e trabalhada facilmente. A arte da cantaria consiste, portanto, em lavar a pedra dando a ela a forma que se deseja, sendo utilizada tanto em alvenarias como em elementos decorativos e revestimentos.

<sup>5</sup> Neste trabalho, considerou-se a argamassa como material composto, fazendo-se considerações a respeito do seu uso como revestimento de paredes, no item sobre elementos da construção.

Material	Propriedades	Emprego nas edificações históricas	Danos, agentes e mecanismos de degradação
<b>materiais cerâmicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- absorção ou porosidade: capacidade de absorção de água muito baixa em tijolos indica dificuldades para aderência das argamassas de recobrimento; maior porosidade significa menor resistência e maior variação dimensional;</li> <li>- resistência mecânica: seu emprego em tijolos requer resistência à compressão suficiente para o fim proposto, como as alvenarias, por exemplo, enquanto que o seu emprego em telhas requer resistência à flexão adequada, mesmo na condição saturada de água, a resistência aumenta em função da maior homogeneidade e melhor queima;</li> <li>- resistência ao desgaste: depende da quantidade de ligações vítreas entre as partículas de argila formadas no processo de produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tijolos, telhas, azulejos e lajotas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- deterioração pela presença de sais solúveis, como os sulfatos incorporados no material cerâmico;</li> <li>- ação gelo/degelo;</li> <li>- desgaste pelo uso.</li> </ul>
<b>Metais<sup>6</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- constantes físicas, como a densidade;</li> <li>- condutibilidade térmica e elétrica;</li> <li>- propriedades magnéticas;</li> <li>- resistência mecânica: tração, compressão, torção, dureza, dobramento;</li> <li>- resistência ao choque e fadiga;</li> <li>- resistência ao desgaste e corrosão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- escadarias, terraços, esquadrias e elementos decorativos;</li> <li>- entrepisos de estrutura mista, em tijolo armado em forma de abobadilhas, com vigotas metálicas;</li> <li>- em elementos de fachada em pedra, argamassa armada ou concreto armado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- corrosão química: conhecida como oxidação, se dá por uma reação gás metal, com formação de uma película de óxido; é um processo lento e não provoca deterioração substancial das superfícies metálicas, exceto quando se tratar de gases extremamente agressivos;</li> <li>- corrosão ambiental: surge a partir da evolução da corrosão química, em função da exposição e ataque dos agentes agressivos presentes na atmosfera ao longo do tempo, levando à perda de massa; em elementos metálicos de escadarias externas, terraços ou esquadrias;</li> <li>- corrosão eletroquímica: é a que efetivamente traz problemas às obras civis; trata-se de um ataque que ocorre em meio aquoso, como resultado da formação de uma pilha ou célula de corrosão com eletrólito e diferença de potencial entre trechos da superfície do aço; este efeito acarreta perda de massa e a situação mais freqüente é encontrada nas estruturas de concreto armado.</li> </ul>

Figura 12: características dos principais materiais utilizados nas edificações históricas (continuação)

<sup>6</sup> A ferrugem, uma deposição avermelhada e quebradiça que se forma na superfície do material ferroso oxidado, quando exposto à umidade e ao ar, consiste essencialmente em óxido férrico hidratado formado tanto pelo processo de corrosão química como pelo de eletroquímica (CASCUDO, 1997).





### 5.1.3 Componentes das edificações

Entre os principais componentes das edificações estão fundações, estruturas, alvenarias portantes ou de vedação, cobertura, além dos revestimentos de pisos, forros e paredes. Os danos não dependem somente dos materiais empregados na construção, mas também à função que exercem. Sob a atuação de determinados agentes, ao longo do tempo, alguns componentes acabam por perder a sua função. Neste item, procura-se apresentar, em resumo (figuras 13 e 14), alguns dos principais danos que podem ser encontrados nas edificações históricas em função dos seus componentes. Demais informações podem ser encontradas na literatura disponível (LEAL, 1977; VASCONCELOS, 1979; CINCOTTO, 1988; SILVA et al., 1992; BAUER, 1999).

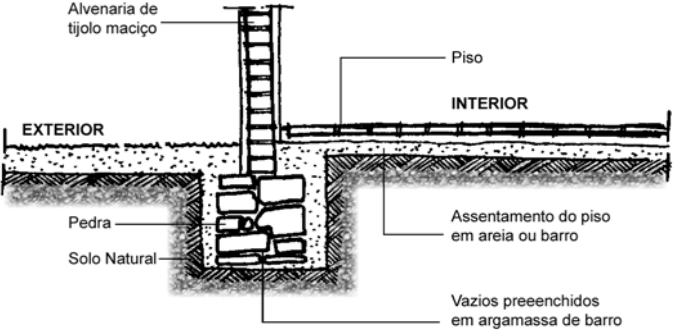
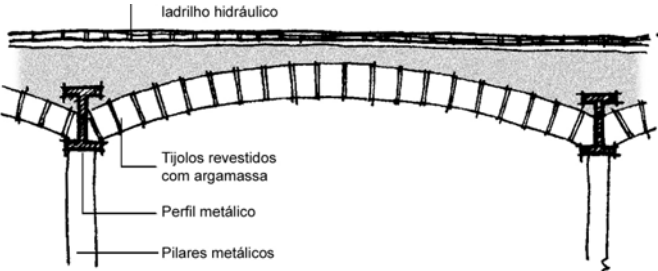
Elemento	Características	Exemplo	Danos
<b>fundações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- em alvenaria de pedra irregular com argamassa de barro;</li> <li>- em alvenaria de tijolos maciços com argamassa de cal;</li> <li>- estacas de madeira.</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">- fundação em alvenaria de pedra</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- superfície de apoio com resistência insuficiente (recalque) inicial;</li> <li>- recalque por sobrecargas posteriores;</li> <li>- cedimento do terreno em camadas profundas, em funções de tubulações, carreamento do solo ou mudança das condições de resistência do solo.</li> </ul>
<b>estruturas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- baldrames, pilares (esteios) ou arcos em madeira;</li> <li>- pilares e arcos de alvenaria;</li> <li>- pilares e vigas metálicos;</li> <li>- pilares, lajes e vigas em concreto armado.</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">- entripso sustentado por pilares e vigotas metálicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- componentes que sofrem com tensões causadas por esforços de flexão, tração e cisalhamento;</li> <li>- elementos em madeira degradados pelas trocas de umidade, ataque de fungos e cupins;</li> <li>- estruturas metálicas apresentam danos pela corrosão química (oxidação) ou ambiental dos elementos;</li> <li>- estruturas em arco, comuns em edificações históricas, podem se deformar pelo cedimento dos apoios ou pela acomodação das alvenarias, provocando empuxos.</li> </ul>

Figura 13: características dos principais elementos construtivos das edificações históricas (LEAL, 1977; VASCONCELOS, 1979; SILVA et al., 1992; BAUER, 1999)



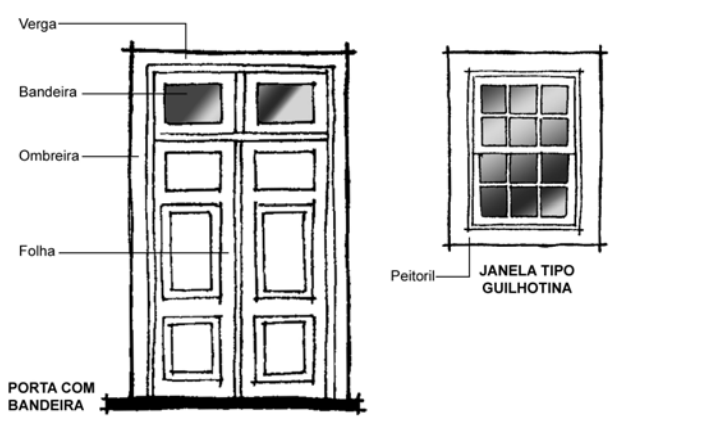
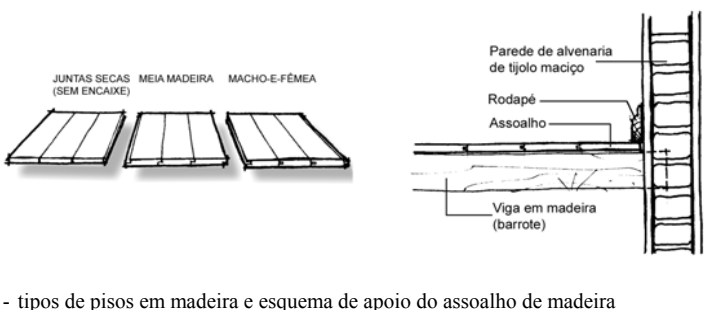
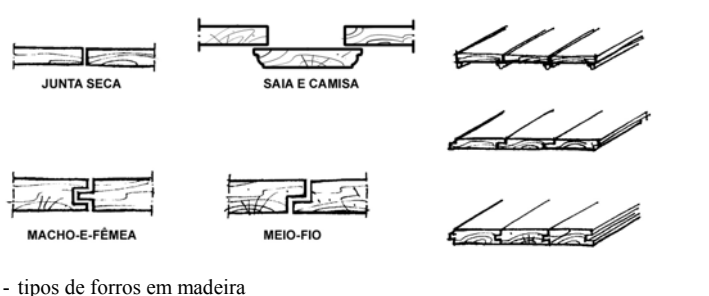
Elemento	Características	Exemplo	Danos
<b>esquadrias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- portas: folhas em madeira;</li> <li>- ombreiras e vergas em pedra, madeira ou alvenaria; soleiras em pedra;</li> <li>- janelas: folhas em madeira; ombreiras e verga em pedra, madeira ou alvenaria; peitoril em alvenaria ou pedra;</li> <li>- vidro;</li> <li>- ferragens;</li> <li>- gradis ou balcões metálicos.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- desgaste pelo uso, falta de manutenção, além dos agentes inerentes à madeira;</li> <li>- o desempenho das folhas é comprometido pelas ferragens oxidadas ou por defeitos na fixação. Os gradis sofrem pela oxidação dos metais e os vidros, devido a folgas no encaixe da moldura ou degradação das massas, quando não estiverem quebrados; a madeira das esquadrias pode apresentar danos pela presença de umidade, como apodrecimento por fungos e ataque de cupins, além dos efeitos de ressecamento que as trocas de umidade e calor provocam.</li> </ul>
<b>pisos (internos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- assoalhos de madeira;</li> <li>- ladrilho hidráulico;</li> <li>- parquet e tacos em madeira;</li> <li>- mármore;</li> <li>- granitina.</li> </ul>	 <p data-bbox="723 991 1429 1011">- tipos de pisos em madeira e esquema de apoio do assoalho de madeira</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abrasão;</li> <li>- umidade, fungos e cupins.</li> </ul>
<b>Forros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- madeira;</li> <li>- estuque;</li> <li>- gesso.</li> </ul>	 <p data-bbox="723 1294 1429 1316">- tipos de forros em madeira</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- umidade, fungos e cupins.</li> </ul>

Figura 13: características dos principais elementos construtivos das edificações históricas (continuação)

<b>Revestimentos de argamassa</b>	
<b>Manifestação</b>	<b>Aspectos observados</b>
<b>Descolamento por empolamento</b>	- o reboco geralmente se destaca do emboço, formando bolhas cujo diâmetro aumenta progressivamente. A cal livre, ou seja, a cal não hidratada existente no revestimento de argamassa por ocasião da sua execução, irá se extinguir depois de aplicada, aumentando de volume e conseqüentemente causando expansão. No caso das argamassas mistas, o fenômeno da expansão aumenta consideravelmente, sendo devido a causas mecânicas, principalmente porque as argamassas contendo cimento Portland são muito rígidas e neste caso a expansão causa desagregação da argamassa, enquanto que em argamassas menos rígidas parte da expansão é passível de acomodação.
<b>Descolamento em placas</b>	- as placas do revestimento de argamassa que se descolam englobam geralmente o reboco e o emboço e a ruptura ocorre na ligação entre essas camadas e a base de alvenaria. Quando a superfície é submetida à percussão, o som produzido é cavo. A causa dessa anomalia geralmente está relacionada à falta de aderência das camadas de revestimento à base, ocorrendo eventualmente entre o emboço e o reboco.
	- grandes variações de temperatura podem gerar tensões de cisalhamento na interface argamassa-base capazes de provocar o descoldamento do revestimento.
	- tempo insuficiente de carbonatação da cal existente na argamassa também pode ser a causa do problema. Após a aplicação da argamassa ocorre a secagem e o endurecimento. A água de mistura se evapora e a seguir, pela ação do anidrido carbônico do ar, a água de hidratação é liberada regenerando carbonato de cálcio, através da seguinte reação: $\text{Ca (OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <span>argamassa endurecida</span> <span>(carbonato de cálcio)</span> </div> - assim, por ser o endurecimento resultante da carbonatação da cal, a resistência da argamassa é função de condições adequadas à penetração do CO <sub>2</sub> do ar através de toda a espessura da camada.
<b>Fissuras</b>	- a incidência de fissuras pode ocorrer em função da movimentação ou fissuração da base (estrutura de concreto ou alvenaria), em função de fatores relativos à execução do revestimento de argamassa, solicitações higrotérmicas ou por retração hidráulica da argamassa.
<b>Manchas</b>	- os revestimentos freqüentemente estão sujeitos à ação da umidade e de microorganismos, que provocam o surgimento de algas e mofo, com conseqüente aparecimento de manchas verdes ou pretas, além das manchas marrons, que ocorrem geralmente devido à ferrugem.
<b>Vesículas</b>	- são causadas por fatores como a existência de pedras de cal não completamente extintas, matérias orgânicas contidas nos agregados, torrões de argila dispersos na argamassa ou outras impurezas como mica, pirita, torrões ferruginosos.
<b>Eflorescências</b>	- decorrentes de depósitos salinos na superfície das alvenarias, provenientes da migração de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes da alvenaria. As eflorescências alteram a aparência das superfícies e causam desagregação em função dos compostos expansivos. Como a água é o veículo principal deste mecanismo, a correção implica na eliminação da umidade. Os tipos mais comuns de eflorescências se manifestam como manchas de cor castanha ou de ferrugem, manchas brancas, com aspecto de nuvens, pulverulentas ou ainda manchas de cor branca, escorrida.
<b>Criptoflorescências</b>	- crescimento de sais ou cristais no interior dos materiais, cuja expansão ocasiona desagregação ou deslocamento dos materiais de construção. A mais comum nas alvenarias é a criptoflorescência causada pela etringita, conhecida como sal de Candlot, ou trissulfoaluminato de cálcio, que é um sal que se forma quando a umidade encontra condições propícias no interior da massa de cimento endurecido. Essas condições são sulfatos e aluminatos ainda não combinados. Também pode se formar quando há agregados reativos vítreos, como a calcedônia, opala, etc...
<b>Revestimentos cerâmicos (azulejos)</b>	
-	
<b>Manifestação</b>	<b>Aspectos observados</b>
<b>Descolamentos</b>	- ocorrem devido à infiltração de água entre a argamassa de assentamento e no corpo cerâmico das peças, por falhas nas juntas de assentamento, gerando esforços nas mesmas por dilatação e contração por absorção de água, além da possibilidade de forma pressão de vapor d'água e eflorescências; - ocorrem devido à movimentação térmica.
<b>Gretamento</b>	- anomalia que consiste na formação de fissuras muito finas (capilares) sobre a superfície vidrada. A peça cerâmica, quando exposta a determinadas condições higrotérmicas, tem favorecida a formação de tensões entre o vidrado e o corpo cerâmico da peça. O fenômeno pode ocorrer devido à falta de compatibilidade entre os coeficientes de expansão do vidrado e do corpo cerâmico.
<b>Quebra</b>	- ocorre por má aplicação.

Figura 14: principais danos em revestimentos de paredes, em argamassa ou azulejos (adaptado de CINCOTTO, 1988; BAUER, 1999)

## 5.2 PRINCIPAIS AGENTES E MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO

Apresentadas as características inerentes à edificação, propõe-se a partir deste item a averiguação do universo de agentes externos que podem atuar sobre a obra ao longo do tempo. Destaca Eldridge (1982), que um diagnóstico apurado demonstra que o projeto descuidado, a incorreta seleção de materiais ou as falhas próprias do terreno podem ser a origem de um problema, mas que também agentes externos, como por exemplo, o clima, são fatores que proporcionam as condições adequadas para que este problema venha a se desencadear e se desenvolver ainda mais.

### 5.2.1 Agentes ambientais ou climáticos

O edifício, que se encontra inserido em um determinado contexto, está sujeito às condições do ambiente, mais ou menos variáveis, recebendo influências de naturezas diversas ao longo do tempo. A norma ASTM E632 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1998) define fatores ambientais como “todos os grupos de fatores associados com o ambiente natural, incluindo radiação, temperatura, chuva e outras formas de água, gelo e degelo, constituintes normais do ar e seus poluentes e vento”.

O Manual de Conservação Preventiva (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO ARTÍSTICO NACIONAL, 2001b) faz considerações sobre o meio em que está inserida a edificação, a partir dos principais tipos de clima. Considerando os climas e a tendência de deterioração dos materiais construtivos, percebe-se que os **climas quentes e úmidos** são os mais prejudiciais à sua conservação. Isto ocorre devido à:

- a) presença de água no material, com sua ação específica como elemento acelerador do processo de deterioração;
- b) altas taxas de umidade relativa do ar, combinadas a valores elevados de temperaturas que estimulam o crescimento de microorganismos e a atividade de insetos.

Nos **climas quentes e secos**, com grande amplitude térmica diária, um dos principais fatores de degradação é a temperatura do ar. Esta afeta a plasticidade e a capacidade física de contração e expansão dos materiais, ocasionando descontinuidade, principalmente nas superfícies e revestimentos. Nos climas do deserto, segundo Riederer (1999), as diferenças de temperatura que surgem na superfície dos edifícios desfazem em lascas as pedras naturais. Dessa forma se perderam, por exemplo, muitas das inscrições em superfícies do Antigo Egito.

Nos **climas frios**, os problemas mais graves que podem ocorrer são a condensação do vapor d'água sobre os materiais e o congelamento da água presente nas alvenarias e nas tubulações.

A informação climática, por sua vez, pode ser considerada em três níveis, a saber, macroclima, mesoclima e microclima. Segundo Mascaró (1996), os dados do **macroclima** são obtidos nas estações meteorológicas e descrevem o clima geral de uma região, dando detalhes de insolação, nebulosidade, precipitações, temperatura, umidade e ventos. Já os dados de **mesoclima** informam as modificações do macroclima provocadas pela topografia local, como vales, montanhas, grandes massas de água e vegetação, ou seja, revela um contexto geomorfológico preciso, que delimita um comportamento climático segundo uma organização espacial. **Microclima** equivale a um desvio climático de características singulares e reconhecíveis em um recinto atmosférico de limites físicos identificáveis. O termo pode ser usado como referência a fenômenos atmosféricos próprios de um vale profundo, abrigado dos elementos climáticos como a radiação solar ou os ventos, mas também de uma rua ou praça (MASCARÓ, 1996). A seguir, serão feitas algumas considerações a respeito da influência de cada um dos agentes determinados pelo ambiente e pelo clima.

#### 5.2.1.1 Radiação solar

Segundo Feilden (1982), a luz do sol, especialmente o componente ultravioleta (UV), é um agente destrutivo, particularmente para materiais orgânicos, como a madeira, têxteis e pigmentos, causando desbotamento e provocando um aspecto quebradiço. John (1987) coloca que as radiações UV provocam a foto-oxidação, que consiste na quebra de moléculas orgânicas longas de materiais como plásticos, pinturas, materiais betuminosos e as madeiras.

Porém, o que mais atinge as edificações é a quantidade de energia transportada pela radiação solar que se transforma parcialmente em calor quando atinge os materiais constituintes de

uma edificação. Os ciclos de exposição ao sol apresentam variações sazonais e diárias. Além disso, ocorrem dos diferentes efeitos em função do plano em que o material foi empregado, em relação ao sol. A quantidade de calor total absorvida por um material exposto à radiação solar em Porto Alegre, por exemplo, pode ser compreendida através das figuras 15 e 16.

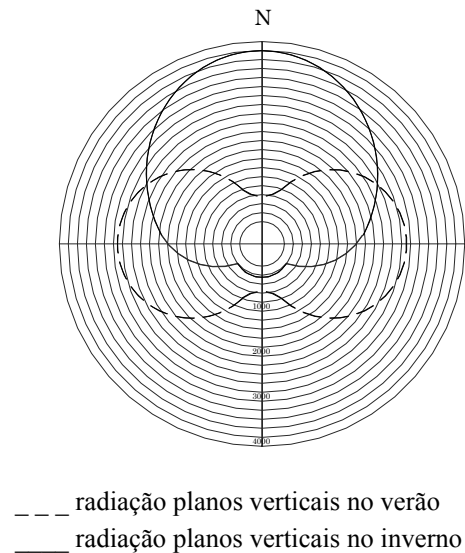


Figura 15: somatório do calor diário recebido pelas superfícies verticais em Porto Alegre (MASCARÓ, 1986)

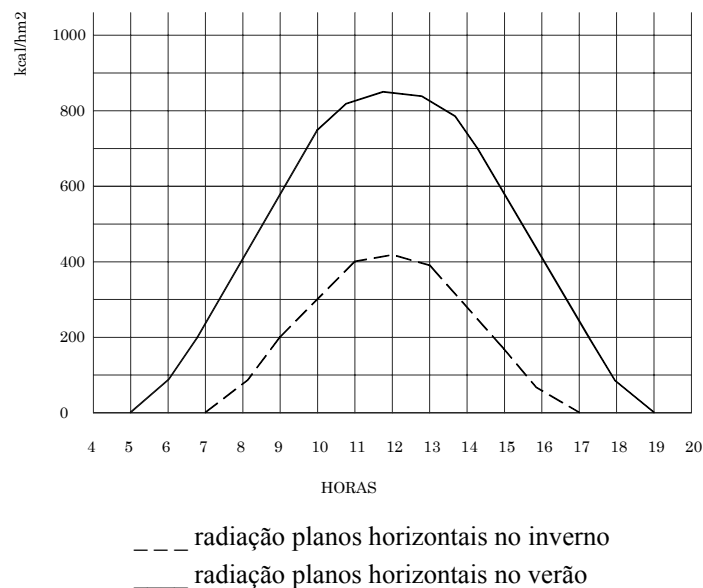


Figura 16: calor recebido pelas superfícies horizontais ao longo do dia em Porto Alegre (MASCARÓ, 1986)



O fenômeno térmico provocado pela radiação solar é responsável pelo aumento da temperatura superficial dos materiais. Ao analisar os efeitos da radiação solar, deve-se considerar não somente aqueles resultantes das radiações diretas, mas também das refletidas. Não pode ser desprezado o efeito da irradiação, gerada, por exemplo, pelo armazenamento e pela condutividade térmica das paredes expostas às radiações e pela devolução deste calor ao ambiente. A irradiação varia com as características do material constituinte da superfície emissora. A cor e a reflectância do material alteram o calor radiante incluso, que causa o aumento de temperatura. Materiais de pintura preta e opaca, por exemplo, absorvem mais calor que os outros materiais. Conforme Aroztegui (1984), os materiais que compõem os planos de superfície de fachada atingem temperaturas muito mais altas do que o ar<sup>8</sup>, em função do coeficiente de absorção e reflexão das radiações solares. Considerando um coeficiente de absorção igual a 1 ( $\alpha = 1$ ), esse fenômeno pode ser ilustrado através dos gráficos apresentados nas figuras 17 e 18, correspondentes a um dia de verão e inverno, respectivamente, para as quatro direções.

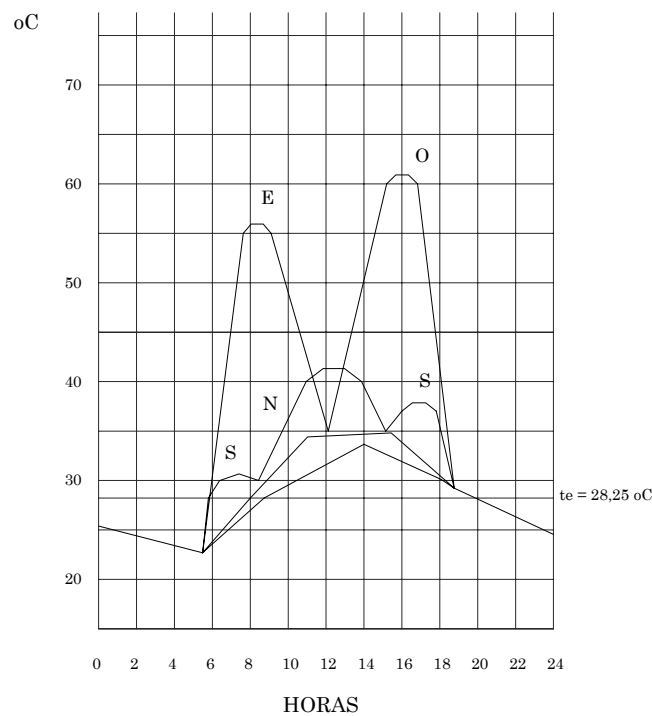


Figura 17: temperatura do ar ( $t_e$ ) e de superfícies de fachada ( $\alpha = 1$ ) correspondente a um dia de verão, para as quatro direções em Porto Alegre (ARZTEGUI, 1984)

<sup>8</sup> Para tanto, o autor utiliza também o termo *temperatura ar-sol*.

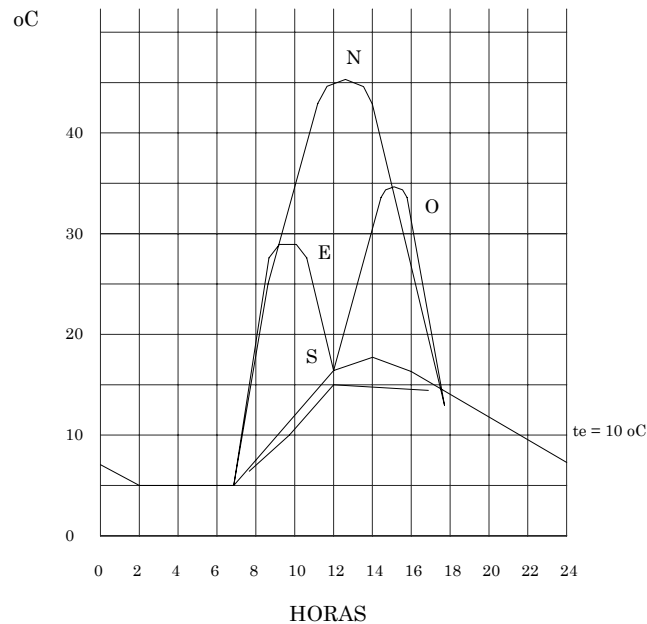


Figura 18: temperatura do ar ( $t_e$ ) e de superfícies de fachada ( $\alpha = 1$ ) correspondente a um dia de inverno, para as quatro direções em Porto Alegre (ARZTEGUI, 1984)

Sendo os efeitos da radiação solar diferentes para cada uma das fachadas, supõe-se que podem ser encontrados em cada uma destas manifestações um grau de degradação também diferente.

### 5.2.1.2 Temperatura

A variação de temperatura ocorre em função de ciclos diários e anuais. Conforme Feilden (1982), a causa da mudança da temperatura do ar é quase totalmente o efeito de aquecimento pelo sol ao longo do dia através de ondas curtas e longas de radiação, e a perda de seu calor pelas ondas longas de radiação e convecção durante a noite. Conforme visto, os materiais de construção são aquecidos pela incidência direta do sol através da radiação ou pelo aquecimento indireto do ar cuja temperatura é aumentada pelo sol. A parte sombreada da edificação permanece relativamente fria e inerte, sendo principalmente afetada pelas temperaturas médias sazonais.

Os materiais de construção sofrem mudanças físicas com a variação de temperatura. Entre estas mudanças, a principal é a dimensional, sofrendo dilatação quando aquecidos e contração quando resfriados. As mudanças dimensionais causam tensões que podem levar a

deformações ou rupturas. A movimentação térmica também provoca formação de juntas entre materiais justapostos causadas pela diferença de deformação.

A extensão do movimento térmico depende do alcance da temperatura resultando do calor incluso e modificado pela capacidade térmica da estrutura, da espessura, da condutividade e do coeficiente de expansão do material. Além disso, o movimento térmico é reduzido pela restrição que a estrutura pode impor. A figura 19 apresenta os coeficientes de expansão térmica de alguns materiais utilizados nas construções, segundo Van Vlack (2000). Em geral, as variações de volume para os metais são maiores que as dos materiais cerâmicos.

<b>Material</b>	<b>Coeficiente de expansão térmica (cm/cm/ °C )</b>
Alumínio	$22,5 \times 10^{-6}$
Cobre	$16,2 \times 10^{-6}$
Aço	$11,7 \times 10^{-6}$
Vidro cristal	$9 \times 10^{-6}$
Ferro fundido	$9 \times 10^{-6}$
Tijolo	$9 \times 10^{-6}$

Figura 19: coeficientes de expansão térmica de materiais a 20° C (VAN VLACK, 2000)

Conforme visto no item anterior, materiais de construção com alta capacidade de absorção podem alcançar temperaturas mais altas do que a do ar ambiente. No entanto, a superfície aquecida e resfriada repetidamente não pode resistir indefinidamente, como por exemplo as superfícies pétreas. Existem casos em que relíquias em pedra calcárea perderam suas linhas definidas somente 30 ou 40 anos depois de terem sido descobertas e retiradas do solo que as preservava durante 2.500 anos (FEILDEN, 1982).

A tensão causada em materiais de construção pelas mudanças de temperatura depende dos seguintes fatores:

- a) a magnitude da mudança dimensional absoluta no material, que é o produto de suas dimensões multiplicada pelo coeficiente de dilatação e temperatura diferencial, e os efeitos de mudança da umidade relativa;
- b) o coeficiente de elasticidade do material;

- c) grau de restrição dos movimentos do material pelas suas conexões aos outros elementos da estrutura;
- d) a mudança do teor de umidade contida no material (evaporação/absorção).

O aumento de temperatura também ocasiona ou aumenta as taxas de algumas reações químicas. Além disso, segundo Riederer (1999), temperaturas mais altas reduzem o teor de umidade do ar, secando excessivamente as madeiras.

### 5.2.1.3 Água

A presença de água é responsável por grande parte dos danos verificados em edificações, tanto nas históricas como nas contemporâneas, sendo o principal veículo para alguns mecanismos de deterioração. As formas de umidade podem ocorrer de maneira combinada. Conforme Gratwick (1971), com frequência, as circunstâncias são tais que intervêm um ou vários processos sucessiva ou progressivamente.

#### 5.2.1.3.1 *Mecanismos de deslocamento de umidade nos materiais*

Uma edificação é composta por vários tipos de materiais com capacidade de absorção distinta. Quando os poros de um material contêm água, gelo ou vapor de água, diz-se que o material apresenta um teor de umidade (CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION Revue, 1982 apud POLISSENI, 1985). Este teor de umidade possui a tendência de distribuir-se uniformemente por toda a massa do material. As forças que causam o deslocamento da umidade são provocadas, quando se trata de vapor d'água, pela difusão e convecção, quando se trata da água, pela capilaridade e por forças externas.

A difusão do vapor d'água origina-se da diferença de concentração entre dois componentes de mistura gasosa: ar seco e vapor d'água. O transporte se dá pela difusão de vapor através da diferença de concentração de vapor d'água entre o ar mais seco e o ar mais saturado, permanecendo esta difusão até que esta diferença de concentração desapareça. Os materiais de construção, quando sujeitos a uma diferença de pressão de vapor, deixam passar o vapor

d'água em maior ou menor grau de dificuldade, cada qual segundo o seu coeficiente de resistência à difusão do vapor d'água (GRATWICK, 1971).

A convecção ocorre quando há a passagem das moléculas do vapor d'água de um local para o outro de um fluido por efeito do movimento relativo das partículas (POLISSENI, 1985).

O transporte de água por capilaridade ocorre através de interstícios microscópicos existentes nos materiais, os quais podem se apresentar de forma aberta (capilares), fechada (poros) ou mista. Nas alvenarias, acontece com freqüência a ascensão da água por meio da capilaridade, quando em contato com zonas úmidas, como o solo. As forças capilares são inversamente proporcionais ao diâmetro dos capilares e abertura de fissuras, ou seja, quanto mais fino o capilar, mais alto o horizonte de capilaridade (POLISSENI, 1985).

Devido a forças externas, a penetração de água em uma edificação depende de três condições para ocorrer, segundo Perez (1988):

- a) água sobre a superfície;
- b) aberturas, como fendas, trincas ou rachaduras, que permitam a água penetrar;
- c) forças empurrando a água pelas aberturas.

As forças que empurram a água pelas aberturas de fachada são as forças resultantes da energia cinética das gotas de chuva, as forças de ascensão capilar, as forças da gravidade e as forças da pressão do vento.

#### *5.2.1.3.2 Causas da presença de umidade nas edificações*

As causas da presença de umidade nas edificações, segundo o Centre Scientifique et Technique de Construction (1982), citado por Polisseni (1985), estão relacionadas com a :

- a) umidade ascensional proveniente do solo;
- b) absorção e penetração de água de chuva;
- c) umidade de condensação;

- d) umidade devido à higroscopicidade dos materiais;
- e) umidade incorporada durante o processo de construção;
- f) umidade acidental.

A **umidade ascensional** do solo tem origem na absorção, pelas fundações, da água existente no terreno, a qual migra para as paredes e pisos da edificação. A água migra até que seja alcançado um equilíbrio entre as forças de gravidade, capilaridade e evaporação (GRATWICK, 1971). Segundo Seele (2000), em paredes de alvenaria de tijolo, o horizonte de capilaridade, ou seja a altura que a umidade ascensional pode alcançar chega, em média, a 80cm, podendo alcançar a altura máxima de 1,50m. Este mecanismo provoca, além das manchas nas regiões próximas ao solo, zonas erodidas acompanhadas por bolor, criptoflorescências e eflorescências, conforme pode ser observado na figura 20.

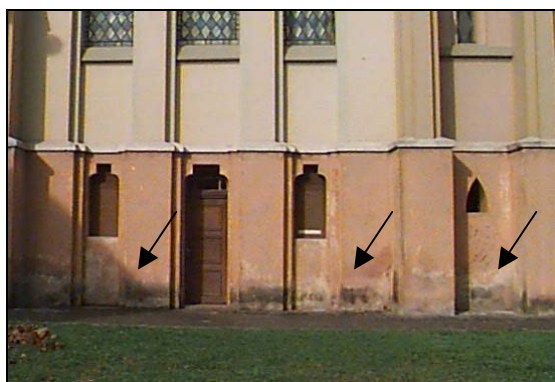


Figura 20: horizonte de capilaridade em parede externa

A **absorção e a penetração de água da chuva** está associada à ação não só da chuva, mas da combinação desta com o vento. Também é conhecida como umidade por infiltração. Segundo Perez (1985), as características que condicionam a penetração de água de chuva são a forma e a constituição dos materiais empregados, os quais determinam a intensidade dos fenômenos de capilaridade, difusão e absorção de umidade, bem como a ação da força da gravidade na penetração de água nas fendas ou trincas. Um exemplo deste problema está apresentado na figura 21. O autor chama a atenção para aspectos importantes e necessários de serem avaliados, relacionados ao edifício, como:

- a) as condições climáticas locais, como direção e intensidade do vento, além das precipitações;

- b) detalhes construtivos das fachadas, como pingadeiras e molduras, que protegem as juntas, janelas, portas e paredes;
- c) estanqueidade à água dos componentes como janelas e portas, e dos elementos, como paredes e sistemas de pintura;
- d) programa de manutenção e avaliação do desempenho da edificação, ao longo do tempo, através da análise da durabilidade das soluções empregadas.



Figura 21: forro de uma cúpula com manchas de umidade por infiltração

A **condensação** do vapor de água, presente no ambiente, ocorre quando a superfície do material apresenta temperatura mais baixa do que a temperatura correspondente ao ponto de orvalho.

Além das causas anteriormente citadas, tem-se ainda a **umidade devido à higroscopicidade dos materiais**. O teor mínimo de umidade que na prática pode estar presente em um material poroso é denominado teor higroscópico. Polisseni (1985) explica que quando um material poroso se encontra em um meio úmido, seus poros absorvem uma quantidade de umidade que é função do diâmetro dos poros e da umidade relativa do meio ambiente. A umidade higroscópica é consequência da difusão do vapor d'água existente no ar para dentro do material através dos poros.

A **umidade incorporada durante o processo de construção** é a quantidade de umidade presente em uma edificação após o término das atividades da obra, a qual tende a desaparecer gradualmente. Conforme já discutido, é difícil avaliar os efeitos do processo de construção das edificações antigas e apontá-los como origem dos danos verificados atualmente. Por outro lado, a falta de cuidado nas intervenções - ou até mesmo na manutenção e no uso abusivo –

pode gerar a presença de umidade na edificação. Baseado neste princípio, e fazendo uma relação com as obras de restauração, nas quais muitas vezes, cuidados com a água utilizada no processo de intervenção não são tomados, cabe chamar a atenção para que, no caso de uma avaliação incluindo este tipo de causa de umidade, que o mesmo esteja relacionado a intervenções recentes.

A **umidade acidental** é proveniente de vazamentos do sistema de distribuição e/ou coleta de água da edificação (PEREZ, 1985). Trazendo este conceito para as edificações históricas, por sua vez, a presença de umidade desta natureza ocorre muito em função do descuido e da negligência na administração das águas servidas, como vazamentos não consertados e águas paradas (figura 22).



Figura 22: umidade acidental

#### *5.2.1.3.3 Efeitos da presença de umidade nas edificações*

Além dos efeitos comentados da presença de água nos mecanismos de degradação dos materiais (item 5.1.2), alguns outros podem ser citados como consequência da presença de umidade sobre as edificações, entre estes, os efeitos da contaminação ambiental, sais e umidade, expansão e retração e o fenômeno da gelividade.

A **contaminação ambiental** que atinge as edificações tem como veículo principal a água, através do lençol freático ou pela chuva. Segundo Bauer (1999), existem os sais, que são incorporados ao material por capilaridade, ou os gases, que podem penetrar dissolvidos na



água da chuva, ou ainda pelo ar, na forma de gases, pelo mecanismo de difusão. As principais substâncias gasosas são compostas por gases ácidos que se encontram na atmosfera, como os óxidos de enxofre e de nitrogênio, ou ainda o dióxido de carbono, que afeta, principalmente, o concreto armado. Um tipo de contaminação ambiental muito comum nos centros urbanos é a formação de chuva ácida, que consiste na formação de ácido sulfúrico pela combinação de dióxido de enxofre, resultante da queima de combustíveis de indústrias e veículos, com a água da chuva. O ácido sulfúrico reage com o carbonato de cálcio presente em rochas calcárias, mármore, concreto e argamassas (BAUER, 1999). Se for interna, a reação forma sais expansivos como a etringita, provocando a criptoflorescência.

Os edifícios antigos apresentam um quadro comum de danos causados por **sais e umidade**. A umidade presente nas alvenarias é responsável pelo transporte de sais dissolvidos. São relevantes os teores de cloretos, sulfatos e nitratos. Uma vez saturada a água de solução, e havendo evaporação, estes sais podem precipitar, cristalizando-se e ocupando maior volume. O aumento de volume provoca a deterioração das alvenarias de tijolos e das superfícies revestidas com argamassas (ARENDE; SEELE, 2001). Segundo Bianchin (1999), o saneamento de uma alvenaria degradada pela combinação de umidade e sais é complexa. Devido à correlação entre a presença da umidade e as manifestações de sais, deve-se elaborar um diagnóstico relativo a ambos, sais e umidade, ou seja, a determinação dos teores e da distribuição da umidade, conjuntamente com a determinação do tipo e teor de sais.

A água provoca também o processo de **expansão e retração**. Como os materiais apresentam coeficientes de absorção diferentes, os ciclos de absorção e evaporação da água provocam diferentes dilatações e contrações, podendo levar à ruptura e à formação de fissuras dos componentes.

A água em estado sólido também pode prejudicar as edificações localizadas em regiões de clima frio, através da ação de gelo e degelo, conhecido como o fenômeno da **gelividade**, se manifestando em alvenarias e rebocos. A água contida nos materiais de construção distribui-se entre poros e capilares. Ao congelar, a água expande. O ciclo da ação gelo/degelo é imperceptível, mas ao longo do tempo a repetição do processo leva à desagregação das superfícies.

A presença de umidade contribui, além de todos os aspectos acima citados, para o desenvolvimento de microorganismos e demais agentes biológicos.

#### 5.2.1.4 Vento

A maior parte dos danos provocados pelo vento ocorre em condições extremas. D'ossat (1972) lembra que a ação do vento, além de provocar infiltrações, atinge as edificações pelo fenômeno da erosão eólica, desgastando principalmente as fachadas e os elementos escultóricos. Em regiões desérticas, uma das ações mais graves do vento sobre as edificações se manifesta através das tempestades de areia.

Vento é o resultado da diferença de pressão atmosférica. As principais características do vento são direção, velocidade e frequência. O vento pode causar mudanças bruscas de temperatura e sua velocidade varia a diferentes altitudes. Feilden (1982) lembra que a estrutura de uma edificação deve ser forte o suficiente para resistir a pressões do vento. Mas, se esta estiver em um estado avançado de degradação, ventos podem contribuir para a queda de partes ou da edificação como um todo.

Um dos mais sérios efeitos da pressão do vento se encontra em conjunto com a chuva. A direção predominante dos ventos simultâneos às chuvas é um fator importante na determinação da umidade sobre as fachadas, segundo a sua orientação. Conforme discutido nos itens 5.1.1.1 e 5.2.1.3, o vento causa danos em combinação com a chuva, a qual penetra em fissuras, fendas e materiais porosos.

#### 5.2.1.5 Constituintes do ar

A qualidade do ar é um fator importante a ser considerado em relação ao ambiente externo. A atmosfera é formada por gases, predominando o nitrogênio (78%) e oxigênio (21%) e, em quantidades menores, o vapor d'água, dióxido de carbono e ozônio. Além desses, outros gases são lançados tanto por processos naturais, através das erupções vulcânicas, por exemplo, quanto por artificiais, como os produzidos pela queima de combustíveis ou processos industriais, entre os quais estão o monóxido de carbono (CO), os dióxidos de carbono (CO<sub>2</sub>) e de enxofre (SO<sub>2</sub>). O aumento da quantidade destes gases ocasiona mudanças na atmosfera. Um dos reflexos mais significativos é o efeito estufa, que pela emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), contribui para o aquecimento da Terra (SILVA LIMA et al., 1998). Entre os principais poluentes que afetam os materiais estão os óxidos de enxofre, cloretos e partículas como a

fuligem. Os poluentes à base de enxofre têm efeito corrosivo em metais e atacam inclusive as pedras (JOHN, 1987).

Nas regiões costeiras, as edificações sofrem os efeitos da névoa salina. O ar das regiões costeiras está carregado de cloreto de sódio que pode se depositar nas paredes do edifício e penetrá-las através dos poros dos materiais.

Nos centros urbanos, é comum o acúmulo de pó, fuligem e partículas poluentes sobre os revestimentos externos e os elementos de fachada. Este acúmulo é devido à poluição atmosférica, que Bauer (1999) classifica em função de poluentes naturais ou biológicos e dos poluentes antropogênicos. Os poluentes naturais incluem compostos de substâncias minerais, vegetais e animais. Os poluentes antropogênicos são provenientes dos gases da combustão industrial e dos veículos automotores. A sujeira, principal causadora do manchamento, pode estar simplesmente depositada, mas também pode se encontrar aderida ao revestimento, sendo a sua eliminação feita com limpeza mecânica ou química. Alguns fatores influenciam o manchamento, como os agentes climáticos, o tipo de material e as formas que compõem a fachada. A intensidade do vento faz com que este atue como dispersante ou depositante dos poluentes. O mesmo ocorre sobre áreas de fachada mais abrigadas. A sujeira aumenta ao longo do tempo, caso não sobrevenha a ação de ventos mais intensos ou uma lavagem ocasionada pela chuva. Esta lavagem, porém, acontece quando a chuva é direta sobre os planos. Quando a água restante começa a escorrer pelas fachadas, em forma de uma lâmina, esta fica sujeita às irregularidades dos paramentos, e em baixa velocidade, pode ser absorvida pelo material de revestimento ou pela camada de sujeira depositada. A água também pode produzir o arraste da sujeira, causando as manchas escorridas (figura 23).



Figura 23: manchas escorridas na fachada

Conforme Bauer (1999), a ocorrência de umidade relativa do ar elevada ou de nevoeiro conduz a um incremento de deposição e adesão das partículas, e portanto, de manchamento dos materiais porosos pouco expostos à ação da chuva e do vento. Os elementos<sup>9</sup> que criam reentrâncias e descontinuidades sobre as superfícies das fachadas, se constituirão sempre em base para o acúmulo de sujeira. Por um lado, detalhes de fachada permitem o acúmulo de partículas, por outro, porém, contribuem com o controle de fluxos de água de chuva, administrando o processo de lavagem dos planos.

### 5.2.2 Agentes biológicos

Por biodeterioração, entende-se "qualquer mudança indesejável, produzida por atividades normais de organismos vivos sobre as propriedades dos materiais" (HUECK, 1965 apud ALLSOPP, 2000). O estudo da biodeterioração procura auxiliar na compreensão dos fenômenos químicos e bioquímicos que levam à degradação dos diferentes tipos de materiais utilizados nas edificações. A influência crescente de agentes biológicos sobre elementos de valor histórico, no mundo inteiro, levou alguns pesquisadores a se dedicarem especialmente ao patrimônio cultural (AGRAWAL; DHAWAN, 1989). Um exemplo, é o apoio destes estudos na conservação de museus e bibliotecas, tanto dos respectivos acervos, quanto dos prédios.

Alguns autores (D'OSSAT, 1972; FEILDEN, 1982) diferenciam os agentes biológicos pela sua ação, a saber: ação botânica, como sendo aquela provocada por plantas e vegetação autônoma e parasitária; ação biológica e microbiológica, como sendo aquela que se manifesta pelo ataque de animais nocivos ou de microorganismos. Neste trabalho, porém, adota-se a classificação utilizada por autores mais recentes. Os organismos vivos que podem afetar a integridade da edificação são classificados por Allsopp (1986) em **microorganismos, plantas, insetos e animais de pequeno porte**, sobre os quais são feitas, a seguir, algumas considerações.

---

<sup>9</sup> PETRUCCI (2000) apresenta um estudo de caso em Porto Alegre, verificando a existência de interações entre as condições ambientais e a forma construída na manifestação patológica de manchamento por partículas de contaminação atmosférica nas superfícies das fachadas dos edifícios.

### 5.2.2.1 Microorganismos

Os principais microorganismos envolvidos na biodeterioração são as bactérias, os fungos, as algas e os líquens.

Bactérias e fungos se alimentam de materiais orgânicos. Segundo Bauer (1999), os fungos e bactérias vivem na condição de parasitas, porque estão privados da função clorofiliana para absorção do carbono. Os fungos são microorganismos inferiores, aeróbios, unicelulares ou pluricelulares, que se reproduzem por esporulação. Nos fungos pluricelulares diferenciam-se duas partes: o corpo vegetativo e o corpo frutífero. As células do corpo vegetativo dispõem-se sob a forma de filamentos, somente visíveis ao microscópio, que, em seu conjunto formam uma extensa trama, o micélio. Este é o elemento desorganizador, por exemplo, da madeira, que retira o carbono dos carboidratos do tecido lenhoso pela ação de enzimas. Os esporos, produzidos pelo corpo frutífero, são pequenas partículas que são suscetíveis a germinar e formar um novo micélio quando, espalhados pelo vento, encontram um meio favorável ao seu desenvolvimento. A probabilidade de contaminação é considerável, já que os esporos são produzidos aos milhões e se disseminam com facilidade a grandes distâncias. A figura 24 ilustra o desenvolvimento de uma colônia de fungos, ocorrido em um ambiente que permaneceu fechado durante dois meses na estação do verão, período de chuvas e calor, com altas taxas de umidade relativa do ar.



Figura 24: colônia de fungos desenvolvendo-se junto ao rodapé

Os efeitos sobre a madeira são os mais encontrados nas edificações. Os fungos cromógenos (manchadores) são parasitas que vivem às custas da seiva e da albumina existente nas células de reservas nutritivas e não alteram as condições do lenho, causando apenas manchas

superficiais. Os fungos xilófagos têm efeito mais nocivo, pois destroem as paredes celulares decompondo a celulose, efeito chamado de podridão parda, ou, no caso da decomposição da lignina, de podridão branca. As duas podem acontecer separada ou concomitantemente. As manchas, mofos, bolores e apodrecimentos correspondem às etapas progressivas de contaminação fúngica. Em estágio avançado de apodrecimento, a madeira se apresenta com acentuada mudança de coloração, aspecto esponjoso, fendilhada, desfazendo-se facilmente em fragmentos, com resistência mecânica quase nula (BAUER, 1999).

As bactérias têm uma incidência menor que os fungos, e atuam originando fenômenos de decomposição química. Os fungos e bactérias necessitam de estritas condições ambientais para sobreviver e proliferar, ocorrendo na presença de oxigênio, temperatura e teores de umidade favoráveis. Eliminada qualquer uma dessas condições, os materiais de construção têm perenidade assegurada.

A crescente ocorrência de fungos em edificações deu origem a uma ramificação dos estudos da micologia, chamada de Micologia das Edificações, que tem por objetivo estudar o desenvolvimento de fungos, associado às edificações e seus ambientes. Este problema afeta diretamente o desempenho dos materiais de construção, estruturas e também a saúde de seus habitantes<sup>10</sup>. Este novo aspecto da micologia requer equipes multidisciplinares, envolvendo pesquisadores de várias áreas: microbiologia, engenharia civil, arquitetura e química. Esta multidisciplinaridade é essencial para o estabelecimento de um correto diagnóstico, além da determinação de diretrizes para controle, prevenção e remediação deste fenômeno (SINGH, 1994 apud SHIRAKAWA, 2000).

O crescimento de fungos em revestimentos internos e externos das edificações causa o aparecimento de manchas escuras e sua permanência a longo prazo pode levar à biodeterioração das argamassas. Conhecendo as características das argamassas, Shirakawa et al. (1999) padronizaram um teste de laboratório que pode acelerar o crescimento de fungos em diferentes tipos de argamassas e conseqüentemente selecionar materiais mais resistentes.

---

<sup>10</sup> Além disso, Allsopp (2000) cita a síndrome de prédios doentes (*sick building syndrome*), a qual envolve fatores biológicos e químicos, e aponta a reação humana à acumulação de poluentes biológicos e químicos na atmosfera interna dos prédios como sendo uma das principais responsáveis pela biodeterioração. Os agentes envolvidos no desenvolvimento da síndrome podem ser bactérias, esporos fúngicos (vivos ou mortos), ou ainda produtos biológicos, incluindo restos e fezes de insetos. Outros agentes podem ser materiais voláteis oriundos de processos de construção, mobílias, ou poeira e outras partículas. Para evitar os problemas, o autor salienta a necessidade de ventilação, redução de umidade e, talvez, o uso de biocidas.

Este tipo de teste pode ser útil na proposição de diretrizes para recuperação de prédios históricos com revestimentos de argamassa.

Pasanen (1991), citado por Shirakawa et al. (1999), afirma que a temperatura não é um fator restritivo para o crescimento dos microrganismos sobre os materiais de construção, pois o autor observou o crescimento de fungos mesmo abaixo de 10°C. Resultados demonstram que os fungos podem crescer em níveis muito baixos de umidade relativa do ar, se houver água disponível sobre a superfície do material. O pesquisador conclui que a umidade de condensação freqüente ou persistente, ou um vazamento de água, são fatores determinantes para a germinação ou o crescimento dos fungos nos materiais de construção.

Segundo Allsopp (2000) as algas produzem seus próprios materiais orgânicos complexos de fontes inorgânicas, utilizando a luz do sol. Os líquens, por sua vez, são formados pela simbiose de tipos de fungos com algas. Algas e líquens são os responsáveis pela formação de camadas escorregadias sobre superfícies da edificação. Entre as algas encontram-se as cianobactérias, que caracterizam as camadas azuladas e esverdeadas sobre estas superfícies. A sua presença pode levar à desfiguração de elementos em cantaria ou esculturas.

Os principais efeitos do crescimento microbiano nas fachadas das edificações são a coloração e a aparência suja. Acrescido à presença da poluição, estes têm sido visualmente um dos danos mais marcantes nas edificações do patrimônio cultural (figura 25).



Figura 25: efeitos da presença de microrganismos e da poluição sobre as fachadas

Conforme Gaylarde (2000), a ação dos microrganismos pode resultar em danos característicos sobre as superfícies da edificação, segundo o produto do metabolismo. A ação de cada um pode ser verificado na figura 26.

<b>Organismo</b>	<b>Produto do metabolismo</b>	<b>Conseqüência na superfície</b>
Bactérias	ácidos inorgânicos	dissolução e coloração
Fungos	ácidos orgânicos	fragilização mecânica e coloração
Algas e cianobactérias	ácidos orgânicos	retenção de água e dissolução mineral
Líquens	ácidos orgânicos	aumento de porosidade e ataque químico

Figura 26: conseqüências da ação dos microorganismos sobre as superfícies da edificação (GAYLARDE, 2000)

### 5.2.2.2 Vegetação

O desenvolvimento de vegetação atingindo as edificações históricas é um problema que causa lesões principalmente nas regiões de clima tropical e subtropical (ANDRADE, 1979). A vegetação se desenvolve onde encontrar substrato e nutrientes para o seu desenvolvimento. O desenvolvimento da vegetação pode estar relacionado à negligência na conservação da edificação e do entorno, como também pode estar relacionado ao projeto de entorno. Quando mantida ou inserida em função de projeto de entorno, deve-se considerar os devidos cuidados com relação ao sombreamento demasiado das fachadas, a presença de umidade e o desenvolvimento de raízes que podem afetar as fundações.

O Manual de Conservação Preventiva (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO ARTÍSTICO NACIONAL, 2001b) classifica a vegetação em função de seu porte, a saber, pequeno, médio e grande, relacionando-a com os danos que pode vir a causar nas edificações. A vegetação de pequeno porte pode se apresentar na forma herbácea ou arbustiva, que se desenvolve na base dos edifícios, junto aos tubos de queda ou reentrâncias da fachada, retendo água nestas superfícies. A vegetação de médio porte age como barreira impedindo a ação direta do sol e a ventilação, favorecendo o aparecimento de manchas escuras de mofo e o ataque de microorganismos e insetos próximo às janelas. Pode se desenvolver sobre a superfície de paredes (figura 27), provocando fissuras no reboco e, em maior grau, nas alvenarias. Nos telhados ou beirais, provoca danos à estrutura do telhado e rompimento de forros. Quando em calhas, provoca entupimento do sistema de escoamento pluvial. A vegetação de grande porte age como barreira impedindo a ação direta do sol e a ventilação sobre áreas que podem chegar à dimensão de uma fachada completa, provocando manchas e desenvolvimento de microorganismos e insetos. A dispersão de suas raízes no subsolo pode significar danos estruturais à edificação agindo sobre os alicerces, pisos externos e internos.



Além disso, a queda e acúmulo de folhas e galhos de árvores próximas à edificação sobre o telhado, provocam quebra de telhas ou deslocamento das mesmas, ou ainda obstrução e entupimento de calhas e condutores, levando, nos dois casos, à incidência de umidade por infiltração.



Figura 27: desenvolvimento de vegetação de médio porte sobre a fachada de uma edificação

Na verdade, não deveria ser considerada a hipótese de vegetação sobre as superfícies da edificação. Infelizmente, casos de negligência com a manutenção ou o abandono de uma edificação demonstram que essa possibilidade realmente existe.

#### 5.2.2.3 Insetos

Os insetos que causam os maiores danos nas edificações são as formigas e os insetos xilófagos, como carunchos e cupins.

As formigas, segundo o Manual de Conservação Preventiva (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO ARTÍSTICO NACIONAL, 2001b), podem criar grandes galerias no terreno sob as edificações, capazes de provocar recalques nas fundações ou afundamento de pisos. Também criam galerias nas alvenarias, junto aos marcos de portas e rodapés, provocando desagregação das argamassas.

Segundo Bauer (1999), as larvas de insetos xilófagos, durante o desenvolvimento de seu ciclo biológico, alimentam-se da madeira e minam extensas galerias nos tecidos lenhosos. Essas galerias, quando não reduzem as seções resistentes das peças em serviço, facilitam a entrada da umidade indispensável ao desenvolvimento de fungos.

Os carunchos, carcomas ou besouros, procuram as madeiras verdes ou em fase de secagem para depósito de seus ovos, principalmente ao longo das cavidades das células cortadas longitudinalmente. O trabalho das larvas pode durar vários meses, até emergirem como insetos completos, sob a forma de pequenos besouros. É freqüente o ataque ser constatado já tarde demais, quando, ao se retirarem, deixarem pequenos orifícios visíveis.

Os cupins ou térmitas são insetos de corpo mole e alongado, com coloração clara, quase branca. Vivem em aglomerações organizadas, com ninhos, colônias ou cupinzeiros. Danificam o madeiramento de estruturas e móveis. Atacam também as substâncias de origem animal e vegetal, como couro e papel. Utilizam a madeira com o duplo propósito de abrigo e subsistência, desenvolvendo-se com muita rapidez. O maior risco nas edificações antigas é que a aparência exterior dos elementos, muitas vezes, não indica a presença de cupins. Peças que parecem imunes estão, na verdade, comprometidas por estarem corroídas no seu interior. A figura 28 ilustra o aspecto de uma peça em madeira atacada por cupins.



Figura 28: aspecto da madeira atacada por cupins (MERINO, 1991)

Segundo Oliveira et al. (1996) um elemento da edificação que pode ser atingido também pela infestação de cupins é o estuque. As paredes divisórias em estuque sofrem com o ataque por cupins na estrutura das peças de suporte em madeira, causando a queda do gesso ou argamassa a esta fixada.

#### 5.2.2.4 Animais de pequeno porte

Conforme Allsopp (2000), no âmbito das edificações, animais de pequeno porte constituem-se de roedores, morcegos e pombos.

Os roedores, principalmente, os ratos e camundongos, causam danos materiais aos artefatos e prédios. Entre os principais problemas para a edificação estão incluídos os riscos de incêndio e inundações em função da danificação das instalações elétrica e hidráulica (ALLSOPP, 2000). Além disso, podem roer a base das paredes e fazer ninhos e buracos em baixo da edificação (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO ARTÍSTICO NACIONAL, 2001b).

Os morcegos costumam ocupar os forros das edificações antigas, mesmo que estas estejam em uso pleno. Geralmente, montam os ninhos para o acasalamento e a criação de filhotes. No verão, abandonam a edificação. Suas fezes têm odor forte e característico, e quando acumulada em grande quantidade sobre os forros de madeira ou estuque, podem significar excesso de carga, vindo a danificar estes elementos.

As aves podem danificar e quebrar os elementos de fachada, principalmente cornijas e decorações. Além de suas fezes sujarem as paredes, quando em contato com a água, provocam reações químicas nos materiais de construção. Nos telhados, afastam e quebram telhas, bloqueiam calhas, provocando infiltrações de água de chuva no edifício (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO ARTÍSTICO NACIONAL, 2001b). Allsopp (2000) lembra ainda que, além de sujar os prédios, as aves trazem riscos à saúde, em função de suas fezes e dos fungos e insetos deteriorogênicos que podem se desenvolver nos ninhos.

#### 5.2.3 Fenômenos incidentais da natureza

Entre os principais fenômenos da natureza, citados pela maioria dos autores, estão os terremotos, maremotos, deslizamentos de terra, movimentos e colapsos dos solos, erupções vulcânicas, ciclones, tufões e tornados, inundações, avalanches e ainda incêndios por auto-ignição. A ação do gelo, principalmente sobre os monumentos europeus, é entendida como prolongada, mas nas localidades onde o fenômeno aparece em longos intervalos, o fenômeno pode assumir características acidentais. A título de ilustração, são citados, a seguir, um caso de terremoto e um de inundação, ocorridos recentemente, além de alguns comentários a

respeito de ventos fortes. Verifica-se que, quando se trata de edificações históricas, algumas ocorrências desastrosas vêm, ao longo dos tempos, trazendo enormes prejuízos ao patrimônio arquitetônico mundial.

#### 5.2.3.1 Terremotos

Como exemplo dos efeitos destrutivos dos terremotos, pode ser citado o caso da Basílica de São Francisco em Assis, região central da Itália, parcialmente destruída no tremor ocorrido no dia 26 de setembro de 1997. Em consequência, o teto da Capela Superior foi coberto de rachaduras, além da queda de seções de afrescos importantes para a história da arte. A edificação passou por um processo de recuperação, através da dedicação de técnicos, artistas e voluntários. Duas fendas profundas do teto foram preenchidas com 25 mil tijolos feitos à mão. Foram utilizadas faixas de fibra de alta resistência, cruzando as abóbadas rachadas, como *band-aids* gigantes. Os restauradores utilizaram seringas para injetar uma argamassa especial, projetada para não se infiltrar nas superfícies ornadas com afrescos, em mais de um quilômetro e meio de rachaduras. Também foram realizados reforços estruturais, de forma preventiva, para o caso de novos acidentes (FORTIFIED, 2000).

#### 5.2.3.2 Inundações

As inundações, alagamentos ou outras manifestações da elevação desordenada dos fluxos e níveis de água, já são uma realidade no Brasil. No ano de 2001, o Centro Histórico de Goiás (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO ARTÍSTICO NACIONAL, 2002), no Estado de Goiás, sofreu graves consequências com a elevação do nível do Rio Vermelho, que atravessou a cidade, destruindo e carregando consigo parte da história daquelas construções. Muitas delas foram totalmente destruídas, enquanto outras foram consideradas condenadas por ter comprometida a sua estabilidade. Este fato trouxe grandes prejuízos à cidade que acabara de ser reconhecida como patrimônio cultural pela , fazendo parte do acervo mundial de bens edificados. Nestes casos, os esforços são voltados para a reconstrução ou estabilização, quando possível, das estruturas afetadas. Quando não ocorrem desabamentos ou ameaças às condições estruturais, a maior atenção deve ser dada ao controle e combate da umidade generalizada, principalmente na base e nos porões dos edifícios.

### 5.2.3.3 Ventos Fortes

Conforme já comentada, a ação do vento pode provocar danos sobre as edificações pela sua incidência constante, mas em velocidades mais altas, os ventos podem trazer prejuízos maiores. Conforme a Escala Beaufort, em uma ordem 0 a 12, ventos de classe 7, que atingem velocidades de 50 a 62 km/h, já trazem danos a coberturas mal construídas. Ventos de classe 10, chamados de vendavais, com velocidades de 88 a 102 km/h, provocam danos consideráveis como forros, telhas e telhados arrancados, destruição e arrancamento de revestimentos de fachadas, esquadrias e vidraças.

### 5.2.4 Uso e ação do homem

Entre os danos provocados pela ação do homem, encontram-se o desgaste pelo uso, a falta de conservação preventiva, as intervenções indevidas na edificação, o desenvolvimento urbano, além dos atos de vandalismo.

Feilden (1982) afirma que negligência e ignorância são possivelmente as maiores causas de destruição pelo homem, junto com o vandalismo e os incêndios provocados. Entende-se por negligência, o ato de tratar o bem patrimonial com descuido, desleixo, preguiça, desatenção e menosprezo. A partir disso, fica fácil percebê-la presente em todas as formas de ação do homem sobre as edificações. Como exemplo, a negligência pode ser entendida, para o caso das intervenções, como o fato de não ter se tomado o devido cuidado, a partir do estudo de uma solução melhor para sanar um determinado problema. Portanto, as formas de uso e tratamento que são dadas às obras podem determinar a sua conservação e prolongamento da sua vida útil, ou, em outro extremo, a sua ruína, resultado sempre verificado quando o prédio é deixado ao abandono total.

#### 5.2.4.1 Aspectos do uso abusivo ou exagerado

O fator de desgaste pelo uso, conforme John (1987), é determinado pela forma como os usuários utilizam os componentes das edificações, sendo que o desgaste físico pode ser provocado pelo uso ou pelo abuso, tendo a sua importância diferenciada conforme a função do componente. Assim, componentes do envelope externo dos edifícios estão menos sujeitos

ao desgaste pelo uso do que componentes empregados internamente, os quais estão em contato mais direto com o usuário, como por exemplo, portas, janelas e revestimentos de pisos.

#### 5.2.4.2 Falta de conservação preventiva

Segundo o Manual de Conservação Preventiva (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO ARTÍSTICO NACIONAL, 2001b), as práticas de conservação preventiva e de manutenção do bem edificado não fazem parte da tradição brasileira. Recorrer à restauração depois que o edifício chega a um nível avançado de degradação tem sido a regra. Alguns conceitos da área de conservação e restauração do patrimônio ainda não se incorporaram à cultura nacional, os quais consideram que é de importância fundamental **conhecer muito para intervir pouco e prevenir para não intervir**. A manutenção pode ser um processo simples e de baixo custo. Se não ocorrer, pode levar a problemas muito sérios.

Também a manutenção após concluídas as obras de restauração é importante. Cabrita et al. (1992) ressaltam a necessidade de estabelecer um trabalho de manutenção contínua das edificações após o restauro, afirmando que:

não se pode conceber, como tantas vezes se assiste, que poucos anos decorridos de um trabalho de restauração, onde sempre se aplicam custos econômicos e sociais importantes, se perca o resultado desse esforço, pela ausência de cuidados básicos de manutenção que asseguram a continuidade da conservação dos edifícios e das suas diversas partes.

#### 5.2.4.3 Intervenções indevidas

O Manual de Conservação Preventiva (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO ARTÍSTICO NACIONAL, 2001b) classifica as alterações indevidas provocadas em materiais e estruturas. As intervenções classificadas pela sua origem material se caracterizam pela substituição de componentes que não condizem com o desempenho adequado da edificação. De origem estrutural, gera como consequência, danos nos alicerces e nas estruturas portantes, causando recalques e fissuras, ou comprometendo a estabilidade da obra, como acréscimos de pavimentos sem a verificação da capacidade de suporte da estrutura.

Allsopp (2000) chama a atenção, em especial, às modificações e aos chamados “melhoramentos” nos prédios. Andrade (1993) apresenta uma discussão das interferências formais e técnicas que podem ocorrer em função de uma intervenção descuidada, sem justificar as decisões tomadas e os critérios empregados na reconstituição de partes da edificação que parecem faltantes.

#### 5.2.4.4 Desenvolvimento urbano

O desenvolvimento urbano comporta uma série de riscos aos núcleos históricos. Entre os principais, podem ser identificados as alterações no terreno de entorno, a impermeabilização de pavimentações, a intensificação do tráfego pesado e a poluição ambiental.

Os cortes e aterros, drenagens ou mudanças de declividade para acomodação de novas edificações no entorno imediato de uma edificação histórica podem gerar modificações no comportamento do terreno, alterando fatores geomorfológicos. Estas alterações podem levar a danos nos alicerces e nas estruturas portantes da edificação, causando recalques ou fissuras. D’ossat (1972) lembra também que as modificações realizadas no subsolo, pelas alterações do lençol freático ou pela abertura de galerias e covas, pode interferir no comportamento das fundações.

A impermeabilização da pavimentação também pode refletir em danos nas fundações. Segundo Verçoza (1987), a diferença de suporte pode sobrevir por secagem ou por saturação do solo, seja diferenciada entre um trecho e outro, seja diferenciada em épocas. Um exemplo desta situação é quando há o capeamento com contrapiso ou qualquer camada impermeável de uma área vizinha bastante extensa. O solo, por falta de chuva, seca e diminui de volume, aparecendo recalques em construções que durante muitos anos foram estáveis. A drenagem também pode causar problemas semelhantes. Uma situação inversa também pode ocorrer, pois um terreno que antes não recebia chuva, por ter uma cobertura, pode aumentar o teor de água quando esta cobertura é removida, ocasionando o aparecimento de fissuras em construções vizinhas.

Um problema que pode interferir de forma grave na estabilidade estrutural dos edifícios mais antigos é a intensificação do tráfego de veículos em áreas de preservação, o que traz conseqüências em função da trepidação provocada, muitas vezes por transportes ruidosos e

pesados. Um exemplo disso é a instalação de terminais rodoviários nos centros históricos, que promove o turismo, mas estabelece também um mecanismo de deterioração a longo prazo. É comum verificar-se fissuras junto às soleiras de portas ou rachaduras em paredes. Segundo Oliveira et al. (1996), as vibrações (ou tensões por causa de cargas não previstas) trazem danos também às paredes internas e forros em estuque, provocando rachaduras e descolamentos das partes.

Poluição ambiental, contaminantes liberados no ar pelo homem, gases e partículas produzidos pelos automóveis e indústrias, enfim, todo o tipo de poluente atmosférico afeta e traz danos facilmente identificáveis sobre as cantarias e elementos de decoração das fachadas (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO ARTÍSTICO NACIONAL, 2001b). Conforme visto na ação dos constituintes do ar, a poluição atmosférica contribui para alterar a forma e a cor dos paramentos externos, principalmente dos elementos de fachada.

#### 5.2.4.5 Vandalismo

Vandalismo é considerado todo o ato de destruição intencional específica do homem sobre as construções, como por exemplo, pichações e incêndios provocados (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO ARTÍSTICO NACIONAL, 2001b). As pichações são as marcas mais freqüentes do vandalismo, cuja remoção nem sempre é simples, gerando, desta forma, custos de reparação. As tintas impregnam nos revestimentos, sendo necessário a repintura ou a substituição de materiais.

Provocando danos irreparáveis aos edifícios, os incêndios podem ser considerados efeitos de ação ocasional, mas nem sempre de origem natural. Descargas elétricas por raios podem resultar em ocorrências, mas o que mais ocorre é a falta de manutenção nas instalações elétricas, que pode levar a sinistros provocados por curtos-circuitos, enquanto que o vandalismo gera, na maioria dos casos, os incêndios provocados. O caso mais comum de ocorrência acontece quando o prédio se encontra abandonado. Nesta situação, a edificação fica sujeita às invasões de mendigos que ali se instalam. Estes, para se aquecer, acendem fogueiras com papel ou entulhos da própria construção e acabam provocando os incêndios. Segundo Feilden (1982), uma pesquisa feita pela Fire Protection Association, na Inglaterra, apresentava as principais causas de incêndios ocorridos em edificações de interesse cultural, sendo estas, por acidentes na cozinha (25%), por falhas em instalações e equipamentos



elétricos (21%); por uso do cigarro (11%), por ignição deliberada (10%) e por crianças brincando com fogo (9%). Uma avaliação visual de estruturas incendiadas pode ser resumida através dos efeitos sobre alguns materiais, conforme apresentado na figura 29.

<b>Tipo de estrutura</b>	<b>Verificações a serem feitas</b>
Estruturas de alvenaria cerâmica	deformações exageradas, lascamento e fissuração.
Estruturas metálicas	possibilidade de corrosão pela fumaça emitida pela combustão de plásticos.
Estruturas de madeira	redução de seção, profundidade de carbonização e danos às ligações.
Estruturas de concreto armado	285-300°C - fissuração superficial, lascamento explosivo; 300°C – início de mudança da cor; 535-550°C – fissuração profunda; 575°C – pipocamento dos grãos de quartzo; 790-800°C – lascamento do revestimento da armadura; 900°C – superfície pulverulenta do concreto.

Figura 29: avaliação visual de estruturas incendiadas (adaptado de DUARTE, 2000)

Neste capítulo, foram verificados os principais fatores de degradação que atuam sobre as edificações do patrimônio cultural, de uma forma geral. A partir disso, apresenta-se no próximo capítulo o estudo de caso múltiplo, através do qual são analisadas as causas e as conseqüências da atuação destes fatores sobre o patrimônio edificado da cidade de Porto Alegre.

## **6 ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO: EDIFICAÇÕES DO PATRIMÔNIO CULTURAL DE PORTO ALEGRE**

A partir deste capítulo, serão apresentadas as características relacionadas ao estudo de caso, bem como o levantamento de dados e os resultados alcançados através deste, aplicando-se os critérios e conceitos verificados ao longo da revisão bibliográfica.

### **6.1 CARACTERÍSTICAS DAS EDIFICAÇÕES DO PATRIMÔNIO CULTURAL EM PORTO ALEGRE**

Com a finalidade de sistematização das informações coletadas sobre os danos em edificações do patrimônio cultural para o caso da cidade de Porto Alegre, utilizou-se uma amostragem de prédios com determinadas características construtivas. As edificações em estudo foram construídas entre o fim do século XVIII e início do século XX, ao longo dos períodos colonial, imperial e republicano no país. O período colonial, a partir da chegada dos açorianos, em 1752, ficou caracterizado pela construção de casas térreas e sobrados sobre o alinhamento das calçadas, com telhados de duas águas e telhas de barro tipo capa-e-canal. Segundo Bertussi (1983), o método construtivo das primeiras casas urbanas foi o de taipa de barro, espécie de reminiscência do casebre das estâncias. A dificuldade de obtenção e o valor elevado do tijolo levaram as famílias mais pobres a adotar este sistema.

As famílias de algum recurso, mesmo com o desenvolvimento posterior das olarias, construíram as residências sem a utilização do tijolo. As paredes externas, com mais de 60 cm de espessura, eram de pedra irregular, enquanto as internas, de 12 a 16 cm, eram feitas de estuque. Os sobrados construídos com mais esmero apresentavam ainda outros elementos em pedra, como as ombreiras das portas, vergas e peitoris de janelas, formados de grandes peças bem aparelhadas e alisadas, as quais se destacavam criando o ritmo nas fachadas. Estas por sua vez, construídas também em pedra irregular, eram rebocadas e caiadas. Os cantos do prédio, chamados de cunhais, eram em alvenaria de pedra aparente.

Apesar de ter sofrido várias intervenções, o prédio da Antiga Provedoria Real da Fazenda (figura 30), localizado ao lado do Palácio Piratini, é considerado como o prédio público mais

antigo da cidade e único exemplar restante do núcleo administrativo inicial, em torno da atual Praça da Matriz. Teve sua construção iniciada em 1773 e concluída em 1790, sofrendo a primeira reforma em 1860 com a construção do segundo pavimento. Os alicerces em alvenaria de pedra irregular com argamassa de barro são provavelmente os únicos remanescentes do século XVIII. As paredes principais em alvenaria de tijolo maciço, com espessuras de 75 a 90 cm, foram construídas provavelmente em função da reforma citada. Infelizmente as sucessivas intervenções realizadas ao longo do tempo dificultam a identificação dos demais elementos originais, além da carência de documentação sobre as mesmas.



Figura 30: Antiga Provedoria Real da Fazenda, 2002

Segundo Bertussi (1983), ao longo do tempo, o surgimento de olarias facilitou o processo de construção das paredes externas. Também com o evento das serrarias, a execução de divisórias internas passou a ser mais rápida e barata. No entanto, os melhoramentos dos métodos construtivos levaram muitos anos para acontecer, ao longo dos quais o tijolo foi usado junto com a pedra, muitas vezes para facilitar o arremate dos cunhais e peitoris, ou mesmo misturado à pedra irregular para o preenchimento dos vãos entre as ombreiras.

As edificações, na primeira metade do século XIX, apresentam ainda as mesmas características da arquitetura simples colonial. Em termos de métodos construtivos e materiais, no entanto, estas já eram construídas com estruturas em alvenaria de pedra ou tijolos e entrespisos sobre barroteamento de madeira, com paredes internas armadas em estuque. As fundações eram rasas em alvenaria de pedra e barro ou de tijolos maciços com argamassa de cal. O Solar Lopo Gonçalves (localizado na Rua João Alfredo, 582), construído por volta de 1840, sede de propriedade rural da época, quando ainda a área em que está localizado não era incluída no perímetro urbano, apresenta essas características (figura 31).



Figura 31: Solar Lopo Gonçalves (KIEFER; LUZ, 2000)

A abertura dos portos, em 1808, possibilitou a importação de materiais e equipamentos, proporcionando a construção de edificações mais elaboradas e o refino dos acabamentos. Em 1824, chega ao sul do país a primeira leva de imigrantes alemães, seguidos pelos italianos, que chegam a partir de 1875. Segundo Reis Filho (1987), a erradicação do trabalho escravo no país e o aumento da imigração europeia contribuíram para o desenvolvimento do trabalho remunerado e o aperfeiçoamento das técnicas construtivas.

Algumas das edificações construídas no período colonial tiveram suas características modificadas, em função da linguagem neoclássica em ascensão, sendo acrescidos, por exemplo, de platibandas, janelas de balcões com peitoris de ferro e bandeiras de vidro. Apesar disso, permaneceram originais os processos construtivos de fundações e paredes. O Solar dos Câmara<sup>11</sup> (localizado na Rua Duque de Caxias, 968), construído em 1818, teve, inicialmente, características de um sobrado colonial, com cobertura em telha de barro tipo capa-e-canal com beirais, paredes externas em alvenaria de pedra e paredes internas em tijolo estruturado por esteios de madeira. As cercaduras de portas e janelas foram feitas em pedra de arenito. As janelas eram do tipo guilhotina e as vergas em arco abatido. O Solar foi modificado em uma reforma ocorrida em 1874, procurando adaptar o antigo prédio ao conforto, ao novo estilo e às novas posturas de construção<sup>12</sup>, que não permitiam, por exemplo, que as águas pluviais fossem jogadas sobre os passeios públicos. O beiral foi suprimido, sendo o telhado escondido por platibanda decorada com motivos geométricos e estátuas, enquanto que as fachadas

<sup>11</sup> Referência dos dados históricos recolhidos em anotações no IPHAN.

<sup>12</sup> Aprovado em 1829, o primeiro Código de Posturas da cidade tratava “desde os limites urbanos, passando pelas normas de construção e segurança, pesos e medidas, transporte e estacionamento do gado, até a proteção da fauna e tratamento de escravos” (MACEDO, 1993).

receberam decoração com pilastras, capitéis e cimalkhas (figura 32). Algumas paredes internas em estuque são, possivelmente, também desta época.



Figura 32: Solar dos Câmara

A difusão da linguagem neoclássica da arquitetura influenciou as construções a partir da metade do século XIX. Segundo Reis Filho (1987), no que diz respeito às técnicas e materiais utilizados, o que mais se desenvolveu foi o aperfeiçoamento dos acabamentos. As paredes eram construídas de alvenaria de tijolo, revestidas de argamassa de cal e areia, pintadas com motivos de caráter decorativo. Em alguns casos, os acabamentos apareciam em azulejos. As paredes, com espessura uniforme, permitiam a produção mecanizada de portas e janelas. Nesta época, o desenvolvimento das serrarias mecânicas proporcionou a produção de pisos com tábuas em junções do tipo macho e fêmea, mais perfeitas que os velhos tabuados, produtos de serra manual e sem junções. Um tipo de piso mais fino, o parquet, surgiu ainda mais tarde. Nas cozinhas e banheiros, eram empregados ladrilhos hidráulicos, apoiados sobre abobadilhas de tijolos e vigas de ferro. Algumas transformações ocorreram também nas coberturas. As estruturas, utilizando madeira aparelhada, armadas em tesouras, tinham telhamento, não mais em telhas capa-e-canal – produzida com irregularidade e fixação precária - mas com telhas de barro tipo francesa ou em lâminas de ardósia importadas. Utilizou-se o ferro forjado ou fundido nas peças estruturais, como vigas e colunas, ou em acabamentos, como ornamentos de jardim, gradis, escadas, ferragens de janelas e portas, além de dutos e calhas que tinham as gárgulas como terminações. Em vão maiores, quando eram empregadas as vigas metálicas, essas eram cobertas pela alvenaria. Em Porto Alegre, o Antigo Palácio do Governo, conhecido também como Palácio Provisório, (localizado junto à Praça da Matriz) construído entre 1857 e 1871, é um exemplar com estas características (figura 33).



Figura 33: Palácio Provisório

Do final do século XIX até cerca de 1930, ocorreu a predominância da linguagem eclética, a qual conciliou estilos históricos, com forte influência do Positivismo. Neste período, surgiram as empresas construtoras de maior porte, favorecendo, com maior qualidade e organização, as etapas de projeto e execução das obras. É a época também em que é fundada a Escola de Engenharia (1896), com o objetivo de transmitir o conhecimento sobre a arte da construção e, principalmente, sobre as novas tecnologias trazidas da Europa.

São construídas, a partir de então, as primeiras estruturas em concreto armado. Segundo registros históricos, o concreto armado começou a ser utilizado em Porto Alegre a partir da segunda década do século XX, constando o italiano Armando Boni como sendo um dos primeiros engenheiros a empregá-lo. Formado pela Universidade de Parma e Bolonha, veio ao Brasil em 1910, tendo sido inclusive professor da Escola de Engenharia<sup>13</sup>. Já o estabelecimento da firma Bopp Irmãos, projeto de Theo Wiedersphan inaugurado em 1911, que serviu posteriormente de berço para a Cia. Cervejaria Brahma, era na época “o mais vasto prédio em cimento armado então vigente no país: 28m de frente, 68m de fundos e 17m de altura”<sup>14</sup>. Basicamente, os edifícios deste período apresentam como técnica construtiva a estrutura com paredes portantes de tijolos e lajes de entepiso em concreto armado. Além da argamassa, o uso do cirex (com pó de mica e outros) como revestimento caracterizou as fachadas da época. Os edifícios eram decorados com obras de escultura rica e variada, e com cúpulas de cobre como elementos indispensáveis para imprimir maior dinâmica à forma. Segundo Weimer<sup>15</sup> (1983), como produto deste período, seguindo regras clássicas e tendendo

---

<sup>13</sup> Referência dos dados históricos recolhidos em anotações no IPHAE.

<sup>14</sup> Referência dos dados históricos recolhidos em anotações no EPHAC.

<sup>15</sup> Weimer (1983) apresenta um estudo sobre as transformações estruturais de uma sociedade e as eventuais relações que se processaram na evolução arquitetônica neste período. O autor observa uma dicotomia na

ao monumental, podem ser citados a Biblioteca Pública (figura 34), a Federação (hoje Museu de Comunicação Hipólito José da Costa), a Prefeitura de Porto Alegre, o Palácio Piratini, o Edifício Ely, o Edifício dos Correios e Telégrafos, a Delegacia Fiscal do Ministério da Fazenda (atual Museu de Arte do Rio Grande do Sul - MARGS) e a Antiga Alfândega.



Figura 34: Biblioteca Pública do Estado

Também são exemplares deste período os palacetes e "vilas" que se expandiam ao longo do aristocrático Bairro da Independência, tendendo à escala do cotidiano. Os palacetes construídos entre 1900-1930 expressam um momento histórico de prosperidade do comércio e da indústria porto-alegrense (FRANCO, 1988). Alguns destes exemplares têm tecnologia importada como solução construtiva, utilizando a estrutura e demais elementos construtivos em alvenaria e ferro de forma ornamental, como no Palacete Argentina, conforme pode-se observar na figura 35.



Figura 35: Palacete Argentina

---

produção arquitetônica, representada de um lado pelos arquitetos das obras públicas e por outro, pelos profissionais liberais, separando esta lista de prédios a partir destes critérios. Além disso, se preocupa em apresentar a diferença entre as características que provinham da arquitetura alemã e francesa.

A partir de 1930, a arquitetura da cidade começou a receber influências modernistas, cujo produto não está inserido neste trabalho. No entanto, mesmo indo contra as regras estilísticas do momento, ainda se verificava a construção de edifícios com traços ecléticos até cerca de 1945.

O estudo de caso múltiplo foi realizado inicialmente com o objetivo de obter dados estatísticos. No entanto, verificou-se a dificuldade de gerar apenas análises quantitativas em edificações tão díspares entre si. Fazem parte do acervo edificações de grande porte, como, por exemplo, o Correios e Telégrafos ou a Casa de Cultura Mário Quintana, cujas características não podem ser equiparadas com aquelas de sobrados que resistem ao longo da Rua Riachuelo ou, ainda, ao conjunto de casas geminadas da Rua Félix da Cunha ou da Rua Fernando Machado, de escala residencial e materiais mais simples. Sendo assim, as informações reunidas foram avaliadas a partir de uma análise tanto quantitativa, quando possível, quanto qualitativa, quando necessário.

## 6.2 CARACTERÍSTICAS DE CLIMA E AMBIENTE EM PORTO ALEGRE

A seguir serão apresentados alguns dados que permitem a compreensão das condições do clima e do ambiente relacionado ao estudo de caso. Considera-se para tanto, os conceitos de clima natural e clima antropogênico. O segundo se diferencia do primeiro em função das modificações geradas pelo homem no ambiente.

### 6.2.1 Clima e ambiente naturais

A cidade de Porto Alegre situa-se na latitude de 30° Sul, a cerca de 100 km a oeste do Oceano Atlântico, tendo como um dos seus limites o estuário do Lago Guaíba. Em função destas condições, possui um clima subtropical úmido, cuja temperatura média anual é de 19,5° C e as temperaturas extremas oscilam entre 40,7° C e -2,4° C. A umidade relativa do ar é de 75,9%, mantendo-se elevada ao longo de todo o ano (MASCARÓ, 1996). A figura 36 indica a localização da cidade de Porto Alegre.





Figura 36: localização do Centro Histórico no Município de Porto Alegre

As variações bruscas de temperatura são comuns, devido à movimentação das massas de ar vindas do sul. As figuras 37 e 38 apresentam a relação entre temperatura e umidade para dias típicos de verão e inverno, respectivamente. Percebe-se que a variação da umidade relativa do ar é uniforme e inversamente proporcional à oscilação da temperatura do ar. Considera-se como verão o período de outubro a março e, como inverno, o período de abril a setembro.

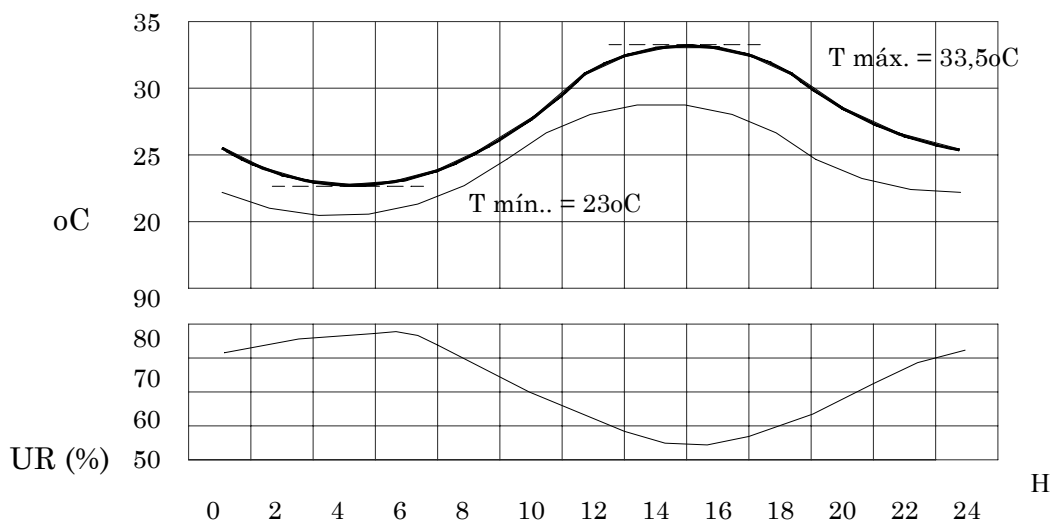


Figura 37: dia típico de verão em Porto Alegre (SATTLE, 1989)

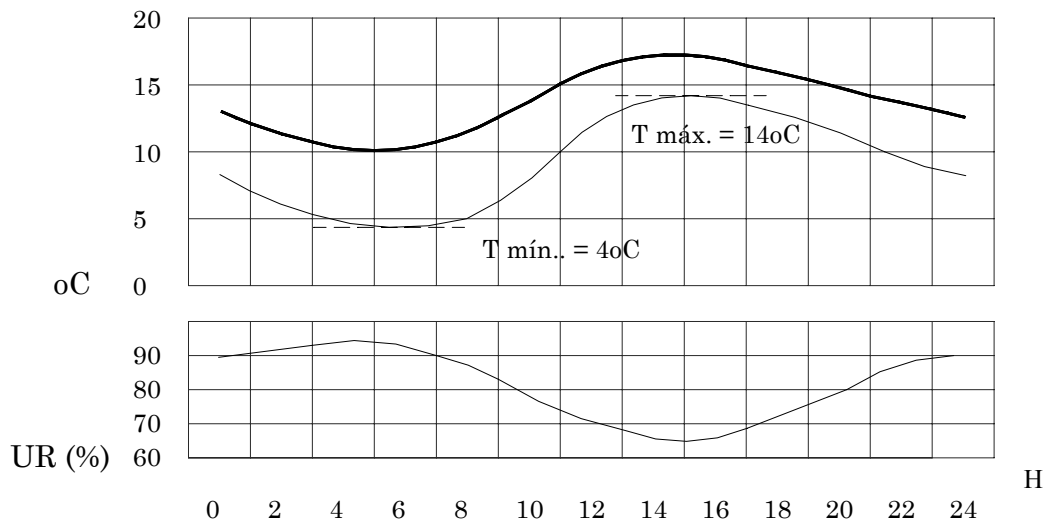


Figura 38: dia típico de inverno em Porto Alegre (SATTLER, 1989)

A precipitação pluviométrica é distribuída uniformemente ao longo do ano. Durante o inverno, as chuvas são de menor intensidade e contínuas, enquanto que no verão, são mais intensas e de curta duração. As altas taxas de umidade e os índices de concentração de chuvas são fatores propícios para que o fenômeno de condensação apareça com frequência. A distribuição anual pode ser observada na figura 39.

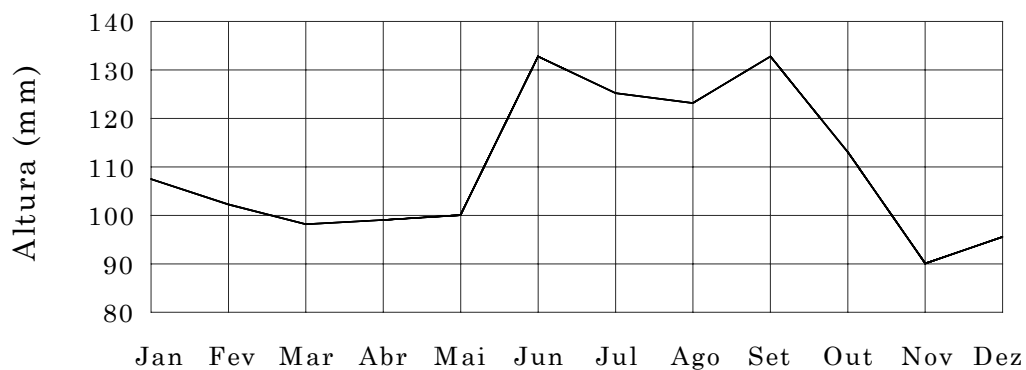


Figura 39: precipitação acumulada mensal em Porto Alegre (LIVI, 1998)

Em Porto Alegre, predomina o vento de direção sudeste, principalmente no período de setembro a novembro. As demais direções com forte predominância são de leste no verão e oeste no inverno. A figura 40 demonstra os quadros de frequência de direções e velocidade médias dos ventos. Esta relação também pode ser verificada nos estudos de Aroztegui (1977).

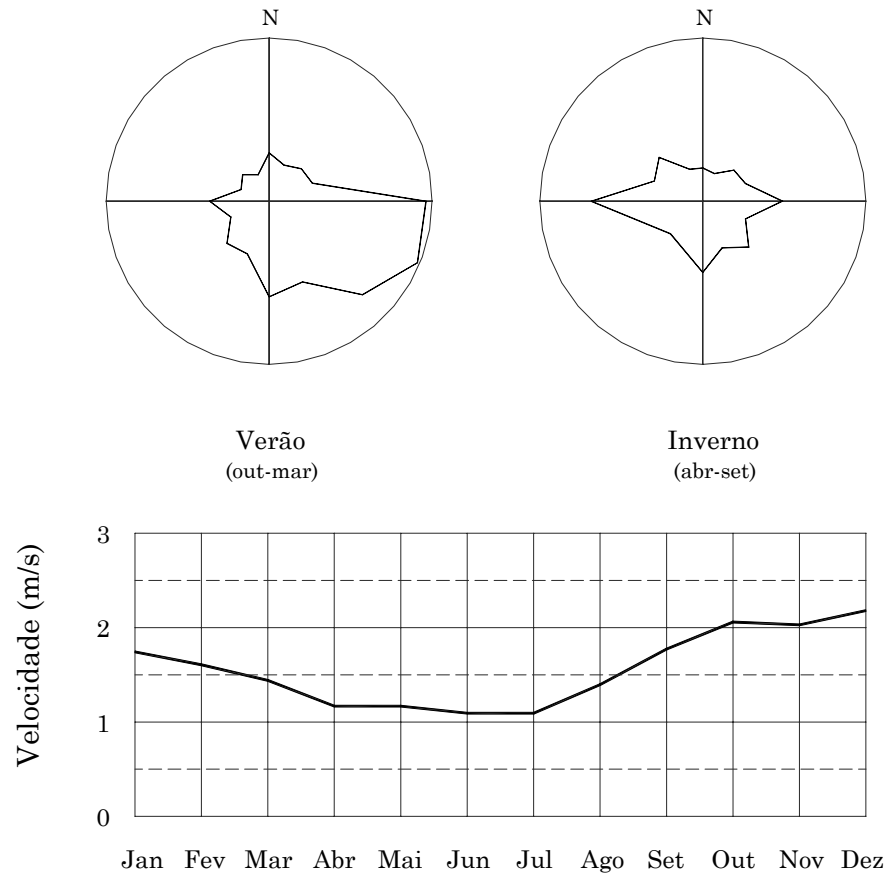


Figura 40: quadro de freqüência de direções (MASCARÓ, 1996) e velocidades médias do vento em Porto Alegre (LIVI, 1998)

A observação dos diagramas que ilustram as condições de radiação solar em Porto Alegre, apresentados anteriormente (figuras 15 e 16), permite tirar as seguintes conclusões:

- a) no verão: a fachada norte, em consequência do elevado ângulo de passagem do sol em relação ao horizonte, recebe menos insolação que no inverno, enquanto que a fachada sul é contemplada com pouca insolação. As fachadas leste e oeste têm grande incidência solar;
- b) no inverno: a fachada de maior insolação possível é a norte, sendo nula a insolação sobre a fachada sul. As fachadas leste e oeste têm grande incidência.

Segundo Mascaró (1985), Porto Alegre é a capital brasileira que possui a maior incidência total de radiação solar no verão, nos dias de céu claro.

### 6.2.2 Clima e ambiente antropogênicos

Além dos aspectos de clima e ambiente natural, devem ser avaliadas também as alterações ocorridas sobre estes em função da ação do homem. Questões físicas como a exposição excessiva a ventos, alagamentos ou trepidação, conforme visto, podem influenciar na degradação das edificações. Esta abordagem tem o propósito de ressaltar a importância do conhecimento prévio sobre as condições de exposição para as devidas avaliações do grau de degradação do patrimônio inserido no ambiente construído. As principais alterações dizem respeito à **densificação, qualidade do ar, concentração de poluentes, fluxos de transporte**, além da identificação de **áreas de aterro e zonas de alagamento**. Embora não esteja ligado ao clima, mas ao ambiente relacionado à qualidade dos espaços públicos, alguns dados sobre o **vandalismo** na cidade também são comentados ao final deste item.

A área de localização predominante das edificações históricas, a saber, o centro da cidade, possui características, segundo Hasenack e Ferraro (1998), de uma **ilha de calor**, onde o clima urbano é o resultado de alterações ocorridas nas áreas densamente construídas. Estas alterações estão relacionadas com a modificação das características térmicas da superfície, dos ventos, das taxas de evaporação e do calor adicionado pelas atividades humanas. A combinação destes fatores nas áreas densamente urbanizadas gera aumento da temperatura do ar local em relação aos seus arredores. Além disso, o aumento de calor também se deve à alta taxa de impermeabilização das superfícies com materiais que acumulam o calor, como o asfalto, por exemplo. Pelo processo de evaporação, parte do calor é utilizado, diminuindo a temperatura do ar. Também nas áreas edificadas, os ventos têm o seu comportamento modificado, seja aumentando a sua velocidade, seja obstruindo a sua passagem, criando zonas sem nenhuma ventilação.

Com exceção do lado sul do centro da cidade, que recebe a ventilação noturna vinda do Lago Guaíba, as demais áreas do centro onde se concentram a maior parte das edificações analisadas (93%) possui um clima de superfície edificada com forte acréscimo de calor, segundo o Mapa do Clima Urbano da cidade (figura 41), publicado por Hasenack e Ferraro (1998). Além disso, a região central se apresenta como local com qualidade de ar comprometida, além de possuir cânions urbanos, alterações do campo eólico e condutores de ar comprometido.



Figura 41: mapa do clima urbano da área central de Porto Alegre (HASENACK e FERRARO, 1998)

Com tempo seco e ventos fracos, sem direção predominante durante vários dias, a atmosfera dos centros urbanos apresenta um potencial baixo de dispersão de poluentes. Segundo Silva Lima et al. (1998), o centro encontra-se entre as áreas da cidade com maior potencial de acumulação de poluentes, causada principalmente por emissões veiculares (figura 42). Isso se deve ao fato da área estar situada ao longo da trajetória dos ventos predominantes e condutores da poluição emitida em avenidas e ruas que convergem em direção ao centro da cidade. Os poluentes conduzidos ao centro da cidade acumulam-se em função da fraca circulação ou ventilação normal sobre as edificações. Essa circunstância só pode ser modificada pela ação de ventos fortes o suficiente para varrer a atmosfera da região ou pela ação de chuvas prolongadas.

A qualidade do ar é determinada não somente pela quantidade de poluentes lançados na atmosfera. Segundo Silva Lima et al. (1998), ela depende também da dinâmica de circulação do ar que determina as taxas de dispersão e diluição dos poluentes. Essa dinâmica por sua vez, está intrinsecamente relacionada às condições climáticas, meteorológicas, geográficas e topográficas de uma região. Além disso, o clima urbano modifica em função das situações definidas pelo volume das edificações e pelos padrões de alternância entre espaços abertos e densamente edificados.



Figura 42: mapa da concentração de poluentes em Porto Alegre (SILVA LIMA et al., 1998)

Embora predominem os poluentes diretamente lançados na área, a cidade de Porto Alegre também pode sofrer com as emissões que ocorrem na região metropolitana, que possui centros industriais de petroquímica, de refino de petróleo, de produção de celulose, fabricação de cimento e metalmecânicos.

Menegat (1998) apresenta as atividades impactantes do sistema urbano, entre os quais estão alguns fatores que agem sobre o ambiente construído. Trata-se da emissão atmosférica fixa e móvel. A primeira age através da emissão de gases e material particulado (fumaça, poeiras e gotículas em suspensão) proveniente da queima de combustível (madeira, óleo e carvão) usado na geração de energia nas atividades industriais e de prestação de serviços. A segunda diz respeito à emissão de gases e material particulado proveniente da queima de combustível (gasolina, álcool e óleo diesel) usado nos veículos automotores. A figura 43 apresenta os principais poluentes do ar em Porto Alegre, suas fontes e efeitos no ambiente.

Poluente	Fonte	Efeitos no ambiente	Emissão diária POA <sup>16</sup>	Emissão diária RM <sup>17</sup>
Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	Queima de combustíveis no transporte e na indústria	Transforma-se em ácido sulfúrico na atmosfera, gerando a chuva ácida, que produz a corrosão de metais, de concreto e de mármore	3,7 ton/dia	7,4 ton/dia
Óxidos de Nitrogênio (NO <sub>x</sub> )	Veículos automotores	Reagem na atmosfera com combustíveis não queimados (hidrocarbonetos) na presença de luz solar, gerando os oxidantes fotoquímicos, (óxido) que afetam principalmente a vegetação	26 ton/dia	45,9 ton/dia
Material particulado	Fumaça preta dos veículos, fumaça expelida pelas chaminés industriais e depósitos de poeira geral.	Danos à vegetação, desgastes e acúmulo nas edificações.	5,2 ton/dia	10,5 ton/dia
Hidrocarbonetos	Queima incompleta de combustíveis automotores	Provocam reações fotoquímicas na atmosfera e afetam as plantas.	39,3 ton/dia	65,3 ton/dia

Figura 43: principais poluentes do ar em Porto Alegre, suas fontes e efeitos no ambiente (SILVA LIMA, 1998).

Além da emissão de poluentes, o fluxo de transporte pode gerar problemas nas edificações em função das vibrações. Em Porto Alegre, pode ser constatada a transformação das principais artérias do núcleo urbano inicial em avenidas de alto tráfego e corredores de ônibus. Como exemplo, pode ser citada a Av. Independência, ao longo da qual encontra-se uma série de edificações tombadas e de interesse cultural, que acabam por sofrer com as trepidações. Além de provocar danos estruturais ou nos revestimentos, as trepidações interferem no conforto dos usuários. Esta experiência foi verificada durante os trabalhos de coleta de dados, tanto nos arquivos do IPHAE, instalado no Palacete Argentina, quanto nos do EPHAC, instalado na Casa Godoy, ambos localizados na citada avenida.

Ainda, o conhecimento prévio das áreas de aterro e zonas de alagamentos pode levar o técnico a verificar danos causados, por exemplo, em função de recalques, no primeiro caso, ou justificar a presença de umidade, no segundo caso. Também nestes aspectos, a cidade apresenta algumas características que podem estar relacionadas aos prédios históricos da área central. A figura 44 identifica nos mapas, de modo geral, os aspectos físicos acima descritos.

<sup>16</sup> Emissão diária em Porto Alegre

<sup>17</sup> Emissão diária na Região Metropolitana

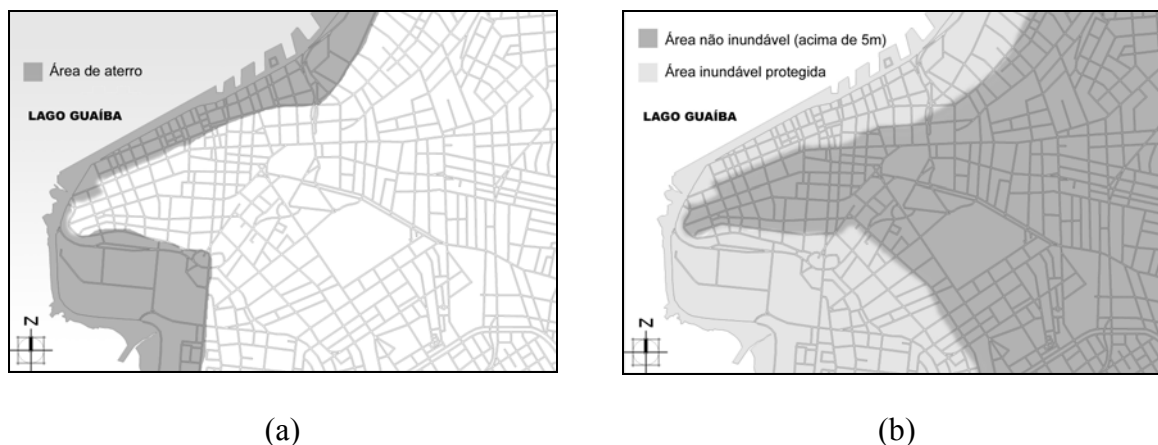


Figura 44: áreas de aterro (a) e áreas de alagamento (b) em Porto Alegre (MENEGAT, 1998)

O desrespeito ao patrimônio também surge como um fator que pode ser diagnosticado como grave e que influencia na qualidade do ambiente construído. Alguns dados publicados recentemente (SILVA, 2002) indicam que os prejuízos causados por depredações no ano de 2001 no município de Porto Alegre foram de aproximadamente R\$ 1,656 milhões. Estão incluídos neste montante monumentos pichados, lâmpadas quebradas, placas de sinalização retorcidas, telefones públicos danificados, além de ônibus depredados. Deste valor, 280 mil (17%) são gastos na recuperação de parques, praças, monumentos, edificações e viadutos, segundo dados das secretarias municipais do Meio Ambiente (SMAM), da Cultura (SMC) e Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) de Porto Alegre. O vandalismo é enquadrado como crime de dano, previsto no artigo 163 do Código Penal Brasileiro (BRASIL, 2001) sendo que a punição para essa infração pode ir de seis meses até três anos de prisão. Na prática, porém, dificilmente os responsáveis chegam a ser punidos porque poucas ocorrências chegam a ser denunciadas ou registradas.

## 6.3 LEVANTAMENTO DE DADOS

### 6.3.1 Considerações gerais

O levantamento de dados desenvolvido para este trabalho considerou como amostra os principais prédios históricos da cidade. Com isso, alerta-se que o mesmo não deve ser entendido como um censo, pois não considera a contagem geral de uma população. Além



disso, as avaliações foram feitas sobre os dados disponíveis, a partir dos documentos pesquisados, e não *in loco*, o que provoca um estudo do comportamento relacionado aos trabalhos de conservação ao longo do tempo. Os resultados do levantamento, portanto, não refletem uma situação atual, pois se levou em consideração os danos já ocorridos em algum momento da vida da edificação. Principalmente no que diz respeito ao estado de conservação, está sendo considerado tempo zero, ou seja, o que é ser conservado ou não dentro de um determinado tempo. Outro ponto que deve ser esclarecido é de que, para a anotação das informações, foi utilizado o critério do técnico constante nos relatórios e não a interpretação própria da pesquisadora.

### 6.3.2 Definição do instrumento para levantamento de dados

Na busca de um instrumento para levantamento de dados, foram adotados os seguintes critérios:

- a) verificação de um instrumento já desenvolvido e disponível em um dos órgãos competentes ou em algum grupo de pesquisa da área afim;
- b) desenvolvimento de um instrumento próprio, de acordo com os objetivos da pesquisa, no caso de nenhum dos modelos verificados vir de encontro a estes.

Levando em consideração o primeiro critério, foram identificados, pelo menos, dois modelos utilizados pelos órgãos competentes e um modelo utilizado por um grupo de pesquisa, sendo sua configuração básica, propósito e motivo pelo qual não foram adotados, a seguir apresentados:

- a) Ficha de Inspeção, proposta pelo Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (s.a.);
- b) Ficha sobre o Estado de Conservação, proposta pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, para o Inventário Nacional de Bens Imóveis, de autoria de Puccioni (199-);

- c) Metodologia para Recuperação de Obras Históricas, proposta por KLEIN et al. (1999).

O primeiro modelo citado tem como objetivo relacionar as partes da edificação apenas ao seu estado de conservação, em graus simplificados, como *bom*, *razoável*, *ruim* e *péssimo*. Esta ficha não foi adotada em função de não proporcionar uma correspondência dos dados coletados com as causas da degradação.

O segundo modelo citado apresenta como objetivo reunir dados para a constatação do estado de conservação e grau de integridade física da edificação como um todo, possibilitando a análise dos problemas mais frequentes de deterioração dos imóveis nos Centros Históricos. No entanto, o formulário foi desenvolvido para funcionar como um roteiro de observação em campo, registrando os sintomas aparentes de deterioração da edificação, sendo que o diagnóstico final se torna possível no escritório mediante um sistema de pontuação pré-definido. Esta ficha não foi adotada por exigir visita *in loco* e avaliação da pesquisadora sobre percentuais de deterioração das partes da edificação, dado que nem sempre consta nos relatórios.

Já o terceiro modelo citado procura sistematizar os serviços de avaliação das condições de conservação e segurança da edificação. Trata-se de um estudo amplo, que abrange desde o levantamento histórico do prédio até a descrição detalhada dos problemas patológicos e suas causas, sendo que o universo de dados coletados através desta metodologia visa contribuir como auxílio para a concepção de projetos adequados de recuperação e restauro, evitando erros na execução e conseqüentes desperdícios de recursos. Esta metodologia não foi adotada na pesquisa em função de também exigir a observação *in loco* das manifestações patológicas. Além disso, a proposta apresenta fichas de inspeção por ambientes e por fachadas de forma individual, dados que nem sempre estão dispostos desta forma nos relatórios e, que, se estivessem, acarretaria a produção de um grande número de fichas por edificação. Verificou-se que este sistema cabe para um estudo de caso de uma edificação específica, mas não para um levantamento que propõe como universo de estudo um grupo de edificações.

A partir disso, levando-se em consideração o segundo critério adotado para a obtenção de um instrumento de levantamento de dados, procurou-se elaborar um quadro que abrangesse, de forma resumida, os dados de identificação da obra e que permitisse o cruzamento de informações sobre as partes da edificação, seus componentes, características construtivas,

agentes de degradação e danos conseqüentes. O quadro definitivo pode ser verificado no apêndice B. Junto ao apêndice B, propõe-se um exemplo do uso do quadro de levantamento de dados. Para que se pudesse conceber uma ficha por edificação, propôs-se ainda que a descrição fosse feita a partir de códigos organizados de forma sistemática em tabelas separadas, contemplando as características construtivas (apêndice C) e os agentes de degradação com os respectivos danos (apêndice D). Este método proporcionou flexibilidade na coleta de dados, já que permitiu o cruzamento de todas as informações referentes às características construtivas com todas as referentes aos agentes de degradação e seus danos. As tabelas sobre as características construtivas foram montadas com base na ficha de inspeção utilizada no IPHAN, tendo sido simplificada, em função da sua extensão.

### 6.3.3 Banco de dados

Como estudo de caso, procurou-se levantar dados a fim de verificar a incidência dos principais fatores de degradação que afetam as edificações do patrimônio cultural na cidade de Porto Alegre. Para tanto, foram utilizadas informações existentes nos arquivos dos órgãos responsáveis pela preservação do acervo patrimonial da cidade, a saber, IPHAN, IPHAE e EPHAC, em nível nacional, estadual e municipal, respectivamente. Os documentos aos quais se teve acesso constaram principalmente de Projetos de Conservação ou Restauração, Relatórios de Vistoria, Relatórios Técnicos e Processos de Tombamento. Os dados coletados se referem aos documentos registrados entre 1981 e 2001, sobre uma amostragem de 52 edificações. O período de construção das edificações varia entre 1773 e 1945, caracterizando-se por obras do período da arquitetura colonial brasileira até os exemplares da linguagem eclética.

As edificações situam-se basicamente na área reconhecida como o Centro Histórico de Porto Alegre. O Centro Histórico foi estruturado a partir da ocupação da encosta norte dos altos da Praia e da Bronze. Pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 1999), esta área pertence à Cidade Radiocêntrica, com alta densidade de edificações destinadas ao setor comercial e de serviços, mantendo, no entanto, ainda áreas de uso residencial. O Centro Histórico é composto de um patrimônio arquitetônico localizado ao longo da Rua dos Andradas, no entorno das Praças Marechal Deodoro e da Alfândega, do Mercado Público, estendendo-se até o Campus Central

da UFRGS. Na área do Centro Histórico estão localizadas 70% das edificações da amostragem. Cerca de 22% do acervo edificado da cidade se encontra também ao longo da Av. Independência e Av. Cristóvão Colombo e suas imediações, enquanto que o restante (8%) se localiza em áreas mais afastadas, como no Bairro Partenon, por exemplo. O levantamento restringiu-se a edificações que fazem parte do acervo do patrimônio edificado, consideradas tombadas. Adotou-se o critério de não serem relacionados os nomes dos prédios com os danos ou ações verificadas, em respeito aos proprietários ou responsáveis pelos mesmos. Considerando-se o período de construção da edificação, o acervo patrimonial que serviu de amostra para o levantamento é predominantemente do período do final do século XIX e início do século XX. A quantidade referente a cada período, relacionado com as principais características das edificações, pode ser verificada na figura 45.

<b>Período</b>	<b>Características construtivas</b>	<b>Unidades</b>
<b>Fim século XVIII – 1ª metade século XIX</b>	Arquitetura colonial	2
<b>2ª metade século XIX</b>	Arquitetura colonial modificada e neoclássica	10
<b>Fim século XIX – início século XX</b>	Arquitetura eclética: Obras de grande porte	21
	Arquitetura eclética: <i>Residências</i>	14
	Arquitetura eclética: <i>Diversos</i>	5
<b>Total</b>		52

Figura 45: classificação das edificações em função do período de construção

A localização das edificações pode ser verificada na figura 46, através da qual também pode ser observada a época de construção de cada uma destas. A relação das edificações analisadas no estudo de caso encontra-se no apêndice E.

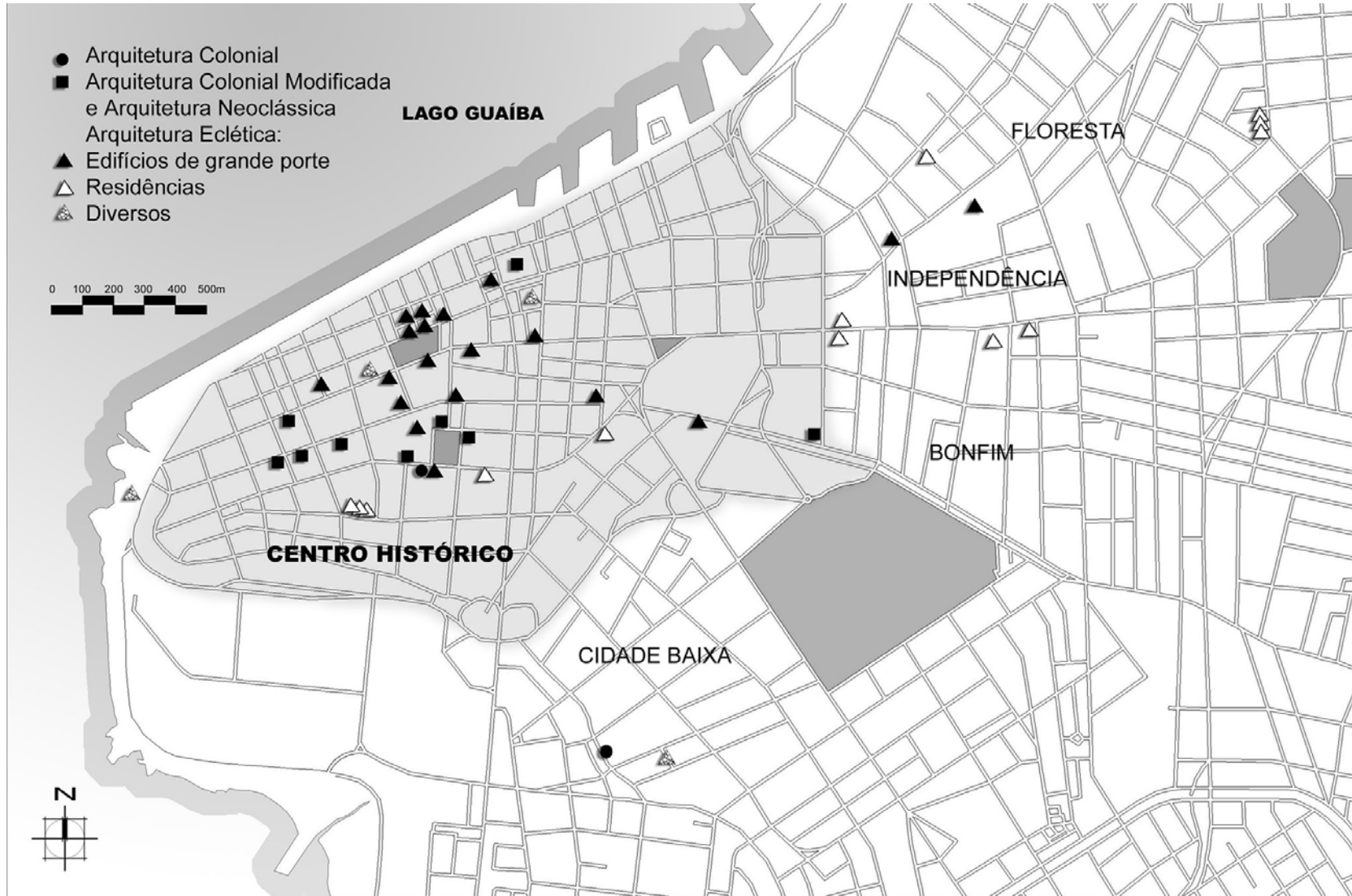


Figura 46: localização das edificações do estudo de caso múltiplo

Considerando-se a atividade para a qual a edificação foi construída, tomou-se como base a distribuição utilizada por Meira (2001), dividindo-se as amostras em funções de **cultura**, **trabalho** e **habitação**, relacionando-as com suas respectivas atividades. A quantidade de dados referente aos tipos de edificações pode ser verificada na figura 47.

<b>Função</b>	<b>Unidades</b>	<b>Atividade</b>	<b>Unidades</b>
<b>Cultura</b>	11	Culto	4
		Ensino e pesquisa	6
		Recreação	1
<b>Trabalho</b>	20	Administração	9
		Distribuição e consumo	8
		Produção industrial	2
		Saúde e assistência social	1
<b>Habitação</b>	21	Unifamiliar	18
		Multifamiliar	3
<b>Total</b>	52		52

Figura 47: classificação das edificações em função das atividades originais

Verificou-se que, ao longo do tempo, 30% das edificações tiveram mudança de uso, sendo que, na maioria dos casos, atividades de habitação deram lugar aos usos ligados à cultura e trabalho. Na coleta, identificou-se um conjunto habitacional, para o qual haviam sido realizadas intervenções generalizadas, não havendo condições de identificação de agentes atuantes para cada unidade do conjunto. Como exceção, o conjunto foi considerado como uma amostra de habitação multifamiliar.

O registro dos casos de atuação de agentes e danos conseqüentes foi baseado nos seguintes critérios:

- a) por elemento da edificação: cada tipo de problema, com mesmo agente de degradação, foi contabilizado apenas uma vez, independente do número de vezes que se manifestava nos elementos de mesma natureza e função. Desta forma, a presença de cupins em esquadrias era contabilizada como uma ocorrência, não importando o número de esquadrias atingidas.
- b) por agentes concomitantes: cada tipo de problema gerado por diferentes agentes em um mesmo elemento, foi contabilizado como duas ocorrências distintas. Assim, presença de infiltração nas esquadrias e ataque simultâneo de

cupins foram considerados como duas ocorrências distintas no mesmo tipo de elemento.

Desta forma, considerando os danos causados pelos fatores de clima e ambiente, agentes biológicos, fenômenos da natureza e ação do homem, em 52 edificações, foram coletadas 586 ocorrências.

#### 6.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados do estudo de caso serão apresentados a partir dos dados obtidos através do levantamento e discutidos segundo os critérios e informações vistas ao longo da revisão bibliográfica.

Uma avaliação das condições de conservação em que se encontram os prédios dentro do período pesquisado, considerando os dados mais recentes, demonstra que das 52 edificações, 58% apresentam condições de conservação e uso pleno, 32% apresentam registro de danos por falta de manutenção e 10% apresentam registro de abandono, conforme o gráfico da figura 48.

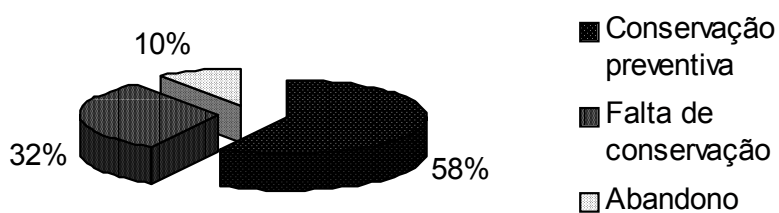


Figura 48: condições de conservação dos prédios

O levantamento de dados a respeito dos fatores de degradação apontou como principais responsáveis os aspectos relativos ao clima e ao ambiente, à biodeterioração e à ação do homem. Metade dos danos ocorreu em função do clima e ambiente (53%). Isso se justifica pela ação global que esses fatores exercem sobre a edificação, sendo que nenhum elemento da edificação sofre de forma isolada. Uma vez afetada a cobertura, por exemplo, todos os demais elementos ficam suscetíveis aos danos provocados pelos agentes atmosféricos. Verificou-se que as condições climáticas e ambientais encontradas na cidade de Porto Alegre contribuem

de forma relevante para os danos das edificações. Cerca de 20% dos danos ocorreu em função da biodeterioração. Sem dúvida, o clima quente e úmido do verão favorece o desenvolvimento dos principais agentes biológicos. Ao mesmo tempo, a incidência de fenômenos da natureza em Porto Alegre para esta análise pode ser considerada desprezível. Já a ação do homem se torna relevante, a partir do momento em que se constata que 26% dos danos são causados pela falta de cuidado com o patrimônio. A tabela 1 apresenta a relação das ocorrências verificadas, considerando a ação de cada um dos tipos de fatores sobre as diferentes partes da edificação.

Tabela 1: relação total das ocorrências verificadas

Partes da edificação	Clima e ambiente		Agentes biológicos		Fenômenos da natureza		Ação do homem		Total	
<b>Estrutura</b>	84	27%	13	11%	1	33%	20	13%	118	20%
<b>Cobertura</b>	36	12%	22	18%	2	66%	29	19%	89	15%
<b>Esquadrias</b>	22	7%	22	18%	-	-	27	18%	71	12%
<b>Elem. autônomos</b>	54	17%	19	16%	-	-	28	18%	101	17%
<b>Revestimentos</b>	114	37%	45	37%	-	-	48	32%	207	36%
<b>Total</b>	310	53%	121	20,5%	3	0,5%	152	26%	586	100%

A seguir são apresentados os resultados relativos a cada um dos aspectos estudados, procurando identificar a sua relevância no processo de degradação das edificações. Também procurou-se apresentar um quadro resumo relativo a cada um destes aspectos, descrevendo as ocorrências verificadas nos documentos pesquisados.

#### 6.4.1 Análise sobre as características das edificações

Conforme visto, as características de uma edificação que podem determinar um grau maior ou menor de degradação estão relacionadas à implantação da edificação no terreno, aos materiais e às técnicas construtivas empregadas.

##### 6.4.1.1 Implantação

A partir dos critérios adotados, os quais consideram a orientação e a topografia como aspectos relacionados à implantação do edifício, procurou-se identificar de que forma estes poderiam aparecer nos documentos.



Os relatos históricos contemplam que, no caso de Porto Alegre, a preocupação com os ventos já tinha sido percebida no processo inicial de formação do núcleo urbano, no século XVIII. Segundo Kiefer e Luz (2000), a ocupação e a construção das primeiras edificações do lado norte da península é explicado pela necessidade de abrigo do vento sul, o chamado vento minuano, além da necessidade de defesa e das atividades portuárias. Já nos relatos técnicos, observou-se, por exemplo, que raras são as descrições sobre as condições das fachadas em relação à insolação. Quando feitas, descrevem as de orientação sul como as mais degradadas, em função, principalmente, da aparência caracterizada por manchas escuras em placas ou escorridas, resultado do desenvolvimento de microorganismos, devido à presença de umidade, em combinação com o acúmulo de partículas poluentes.

Com relação às condições geotopográficas, não foi observado qualquer tipo de registro relatando evidências de problemas desta ordem, os quais tenham prejudicado alguma edificação histórica.

Verificou-se, portanto, que os problemas de degradação relacionados à implantação não parecem relevantes aos olhos dos técnicos responsáveis pelo preenchimento dos relatórios. Diante disso, sugere-se necessária um estudo mais aprofundado a respeito da importância da implantação para afirmações mais conclusivas. Como conclusivas podem ser apontadas as observações verificadas sobre os danos de fachada com orientação sul. De fato, a direção sul apresenta condições de exposição desfavoráveis, para Porto Alegre, tanto para a incidência de ventos, quanto para as condições de insolação. Este é, na realidade, um aspecto que deve sempre merecer uma atenção maior, especialmente no que diz respeito ao diagnóstico dos danos e ao tratamento dado nas intervenções de restauração. Embora a literatura demonstre que os demais aspectos de orientação e topografia sejam importantes na avaliação das edificações, para o estudo de caso os mesmos não foram identificados como fatores que viessem a comprometer o patrimônio construído.

#### 6.4.1.2 Materiais e elementos das edificações

Segundo a literatura consultada, os danos verificados nos materiais de construção podem ser atribuídos a defeitos de origem ou à atuação de agentes de degradação. No levantamento de dados, nenhuma informação foi verificada a respeito dos defeitos de origem. Já com relação

aos agentes de deterioração que atingem os materiais e os danos mais frequentes, podem ser feitas algumas considerações.

A presença de umidade como fator de alteração das propriedades e do comportamento dos principais materiais utilizados desde o princípio na construção de edificações, como a madeira, as pedras e os materiais cerâmicos, acaba sendo um dos principais agentes que favorece para a degradação das edificações. Conforme visto, tanto os teores de umidade quanto as bruscas variações de temperatura são fatores que influenciam de forma relevante as edificações de Porto Alegre. Além disso, o ambiente propício para o desenvolvimento de agentes biológicos acaba por agravar ainda mais as condições de manutenção dos elementos compostos por estes materiais. As ocorrências que relacionam os principais materiais aos danos causados pelos diferentes fatores de degradação são apresentadas no apêndice F, sempre listadas conforme a parte da edificação e ao elemento em que foram empregados.

Com relação aos elementos da edificação, conforme visto, estes podem apresentar problemas em função de fatores de projeto ou por erros no processo construtivo. Os problemas verificados no estudo de caso estão relacionados aos seguintes aspectos:

- a) escolha e emprego de materiais ou técnicas construtivas incompatíveis com o clima e a localização;
- b) limitações tecnológicas, como o conhecimento da época e o acesso a materiais e tecnologia, podendo gerar também a falta de detalhamento construtivo;
- c) falhas na disposição de elementos estruturais, de vedação ou acabamento.

Além destes, observou-se que alguns problemas tinham relação com a durabilidade, apresentando como característica a perda da capacidade funcional do material, elemento, componente, instalação ou técnica construtiva. A figura 49 apresenta um resumo das ocorrências verificadas relativas aos aspectos acima mencionados.

<b>Fatores de projeto e execução</b>	<b>Ocorrências verificadas</b>
<b>Escolha e emprego de materiais ou técnicas construtivas incompatíveis com o clima e a localização</b>	- umidade em paredes de arrimo: pode ser proveniente do maciço de terra através das juntas da argamassa de assentamento de cimento e areia.
<b>Limitações tecnológicas: conhecimentos da época e acesso a materiais e tecnologia; falta de detalhes construtivos</b>	- ventilação não prevista nas coberturas: provoca aumento do teor de umidade e conseqüente apodrecimento de peças, incidência de fungos e bolor (porém, se as aberturas foram vedadas em algum momento da vida da edificação, fica caracterizada uma intervenção indevida); - falta de estanqueidade em esquadrias: inexistência de pingadeira, provocando acúmulo de água, em combinação com o surgimento de fissuras por movimentação térmica entre a esquadria e a alvenaria, as quais servem como caminho para a entrada de água, levam a um quadro generalizado de infiltrações que se manifestam pela presença de manchas de umidade e deposição de sais no lado interno da parede.
<b>Falhas na disposição de elementos estruturais, de vedação ou acabamento</b>	- falhas na impermeabilização do terraço, principalmente nas juntas de dilatação e dos pluviais provocando infiltrações; - sistema de calhas e condutores pluviais deficientes: pluviais dos torreões deságuam nos terraços, aumentando o volume d'água; os ralos não funcionam, ou por defeito de impermeabilização, ou por estarem entupidos; - afundamento e fissuras no piso do andar térreo (porão) causados por vazios no subsolo e decorrentes de canalizações rompidas ("arrasto de partículas por fluxo de água"), provenientes do sistema pluvial com defeito. - acomodação das fundações; - em pinturas murais, com bases feitas com aditivos mal emulsionados, provocando descolamento;
<b>Inerente à durabilidade</b>	
<b>Perda da capacidade funcional do material, elemento, componente, instalação ou técnica construtiva</b>	- "a causa principal de danos em cobertura é, na maioria das vezes, a rede pluvial, que pode apresentar obstrução ou deterioração do material de composição, favorecendo a infiltração de água e a conseqüente concentração de umidade, criando um microclima favorável a ação de fungos e insetos na estrutura de madeira e eflorescências nas paredes, junto aos tubos de queda" (descrição literal de relatório); - umidade ascensional nas alvenarias, pela perda da capacidade de proteção da camada impermeabilizante; - a progressiva degeneração das tesouras provoca um esforço lateral nas paredes externas, causando um abaulamento e fissuras; pelo afastamento dos apoios, cria-se lesões também no arco cruzeiro; - em piso tabuado sustentado por barrotes, diferença de nível de piso, devido os barrotes terem cedido com o tempo; - desgaste dos materiais e defasagem fazem com que as redes de abastecimento e instalações (hidrossanitário, elétrico, telefonia) estejam em estado precário.

Figura 49: resumo das ocorrências de danos verificadas em função de projeto e execução

Os aspectos relativos às técnicas construtivas também são comentados a seguir a partir de alguns problemas relevantes observados.

Sobre os detalhes de fachadas e telhados, por exemplo, cabem algumas considerações. Os estudos sobre umidade em edificações, segundo Perez (1988), constatam que a maneira pela qual a água escoava sobre a superfície de um edifício não tem sido considerada como objeto de estudo e de projeto para as edificações modernas. No passado, o conjunto de detalhes tradicionalmente usados nas fachadas dos edifícios, como frisos e molduras, tinham o efeito de acabar com concentrações de fluxos de água da chuva e de descolar a lâmina de água que se formava sobre as superfícies das paredes, melhorando assim a durabilidade e a estanqueidade do edifício. Somente após esses detalhes serem excluídos, na busca de uma linguagem moderna de projeto, é que as falhas se tornaram aparentes. Conforme Perez (1988), a presença de pequenas saliências perpendiculares ao plano da parede nas superfícies externas consegue reduzir em mais de 50% o volume de água que escorre sobre as mesmas. Portanto, embora as fachadas das edificações históricas se encontrem normalmente bastante degradadas, estas ainda estão em vantagem, pois possuem um sistema de dispositivos que prolongam a sua durabilidade bem mais do que os prédios modernos e convencionais.

Com relação à decisão de abolir os beirais, a mesma é considerada hoje em dia como sendo danosa, pois os técnicos começaram a perceber, através destes estudos, que este elemento é que salvava o edifício dos efeitos de concentração de água sobre a fachada, evitando assim a formação de áreas potenciais de penetração de umidade. Os beirais, além de constituírem uma característica dos traços arquitetônicos, tinham como função conduzir a chuva para fora do perímetro das paredes. Desta forma, as paredes eram atingidas somente pela chuva dirigida pelo vento através de gotas difusas. Embora as platibandas tenham sido desenhadas com frisos que pudessem funcionar como pingadeiras, a retirada dos beirais deixou, sem dúvida, o edifício mais exposto à presença de umidade. O próprio elemento, ou seja, a platibanda, apresenta frequentemente pontos de infiltração (figura 50). Além disso, com a substituição de beirais por platibandas, foi necessário adotar-se sistemas para a drenagem das águas pluviais. No entanto, a introdução do uso de calhas e condutores externos, num primeiro momento, e internos mais tarde, acabou também se tornando um problema. Conforme visto, se defeituosos, esses sistemas acabam permitindo que a água penetre na edificação provocando danos ainda maiores.

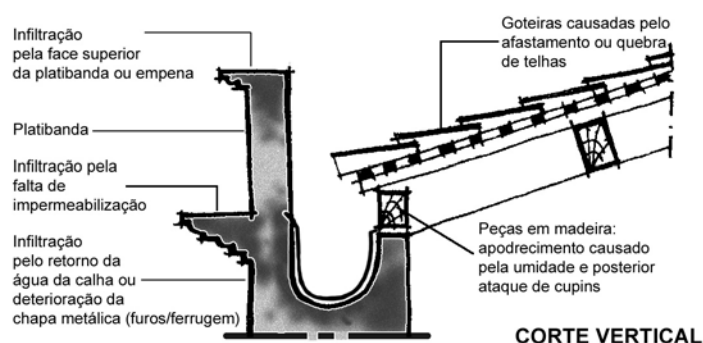


Figura 50: pontos de infiltração de água pela platibanda (SILVA et al., 1992)

Sendo assim, pode-se concluir que as edificações históricas apresentavam características que serviam de proteção contra alguns dos principais fatores de degradação, como a água da chuva e a conseqüente presença de umidade. As casas coloniais tinham seus telhados com beirais e fachadas protegidas. Já os edifícios neoclássicos e ecléticos, embora mais vulneráveis com o uso da platibanda e de calhas e condutores, tinham uma quantidade maior de reentrâncias nas fachadas, permitindo a condução do fluxo da água para fora das superfícies.

Com relação aos revestimentos, raras são as descrições nos relatórios sobre a composição dos materiais de época, como por exemplo, as argamassas. É justificada a importância dos estudos sobre argamassas para edificações históricas, e a compatibilidade entre materiais novos e antigos, para que venham a servir de suporte técnico para as intervenções, visto que várias foram as descrições de substituição de trechos de revestimento que posteriormente apresentaram danos iguais ou maiores. Também o estudo de diferentes tipos de revestimento, como o cirex, argamassa composta por adição de mica, por exemplo, pode representar um avanço para os trabalhos de manutenção de fachadas. Observou-se que o processo de deterioração de revestimentos de fachadas, ou o seu envelhecimento, pode ser causado pela ação dos agentes climáticos, podendo haver contaminação por agentes agressivos oriundos da atmosfera urbana ou derivados de elementos orgânicos, como excrementos de pássaros.

Por fim, ainda, procura-se salientar a importância do conhecimento sobre as técnicas e materiais utilizados ao longo da história. Qualquer tipo de intervenção tem como requisito o estudo prévio da edificação como um todo para as devidas decisões de projeto. No que diz respeito às condições de deterioração do prédio, são importantes a capacidade de identificar a atuação dos agentes de degradação sobre os diferentes materiais e elementos da edificação e a compreensão

das diferentes manifestações de danos que podem ser encontrados em uma edificação de caráter patrimonial, a fim de que sejam realizados os diagnósticos adequados, e conseqüentemente, as devidas intervenções.

#### 6.4.2 Análise dos agentes climáticos e ambientais

Relacionando as informações sobre o clima de Porto Alegre com os dados obtidos no levantamento realizado, podem ser feitas algumas considerações da influência daquele sobre as edificações do patrimônio cultural. Realizar uma análise quantitativa ou isolada de alguns dos agentes ambientais e climáticos, como por exemplo, a radiação solar, não tem sentido, pois, na verdade, todas as edificações sofrem com este tipo de ação. A abordagem que pode ser dada à influência destes fatores diz respeito aos efeitos globais verificados em função da ação dos mesmos. Por outro lado, existem mecanismos, cuja tabulação pode representar índices significativos, como os tipos mais freqüentes de umidade, por exemplo.

A combinação dos vários agentes climáticos ou ambientais ao longo do tempo leva à degradação de componentes e materiais. Verificou-se a utilização freqüente do termo “intemperismo”, para justificar a ação do clima sobre as edificações. Alguns mecanismos, no entanto, são predominantes para o caso de Porto Alegre, como a influência da radiação solar, as mudanças bruscas de temperatura, a chuva dirigida e os altos índices de umidade.

Do efeito térmico, pode-se observar que:

- a) a radiação solar provoca o aumento da temperatura superficial dos materiais;
- b) as mudanças bruscas de temperatura são responsáveis em grande parte pela degradação dos materiais;
- c) os materiais de revestimento de fachada, sendo quase sempre constituídos de argamassas, e as esquadrias de madeira aparecem com sendo as partes das edificações que mais sofrem pelo efeito de expansão e retração provocado pelas mudanças de temperatura, juntamente com a presença ou perda de umidade.

Dos efeitos da incidência combinada de vento e chuva, observou-se que:

- a) freqüentes são os relatos de infiltração pela água da chuva, tanto por frestas do telhado, fissuras nas alvenarias ou falhas nas esquadrias;
- b) a determinação de um índice de chuva dirigida para as diferentes direções demanda a preparação de dados não disponíveis para o presente trabalho, como por exemplo, a velocidade de ventos para cada uma das direções.

Dos efeitos da presença de umidade, observou-se que a presença de umidade é fator necessário para o desenvolvimento da grande maioria das manifestações patológicas. Foram registradas 161 ocorrências de danos em função da presença de umidade. A figura 51 apresenta a incidência da origem da umidade presente nas edificações.

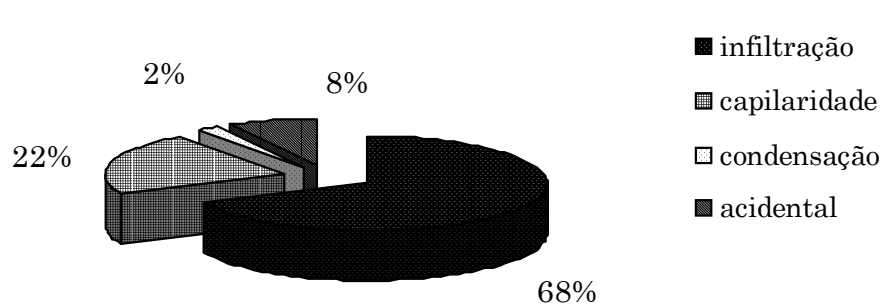


Figura 51: registro da origem da umidade nas edificações do patrimônio cultural em Porto Alegre (1981-2001)

Os registros de manifestações de umidade por condensaçoão são desprezíveis, já que representam apenas 2 pontos percentuais. Embora este fenômeno seja freqüente nas edificações, em função das condições do clima, questiona-se por que o mesmo não aparece em registros técnicos, como responsável por danos em forros ou paredes, principalmente com acabamentos de pinturas e afrescos. Para essa resposta, supõe-se que os aspectos que contribuem para que a condensaçoão não ocorra sejam a inércia térmica das construções, através das paredes espessas, e o conforto térmico que as edificações antigas oferecem, através de projetos que previam ventilação e insolação adequadas.

A umidade de obra não foi levada em consideração, já que não foram encontrados registros sobre a mesma. Sabe-se, no entanto, que a água utilizada nas obras de intervenção pode levar à incidência de umidade nas edificações, mesmo após concluídos os trabalhos. Caso houvesse algum registro, poderia ser considerado como problema proveniente da falta de cuidados nas

intervenções e ser contabilizado como meio que contribuiu conseqüentemente para a manifestação de outros agentes.

Verificou-se ainda a incidência das principais manifestações patológicas ocorridas em função da presença de umidade. As manifestações patológicas mais freqüentes em revestimentos de argamassa foram a presença de manchas, descolamentos, fissuras, além de eflorescências e bolor. Danos por apodrecimento avaliados neste universo dizem respeito aos elementos de madeira afetados pela umidade. Considerou-se relevantes os danos que apresentavam mais de 5% de incidências, sendo que os que apresentaram ocorrência menor que este valor foram apresentados como *outros*. Esta relação é apresentada na figura 52.

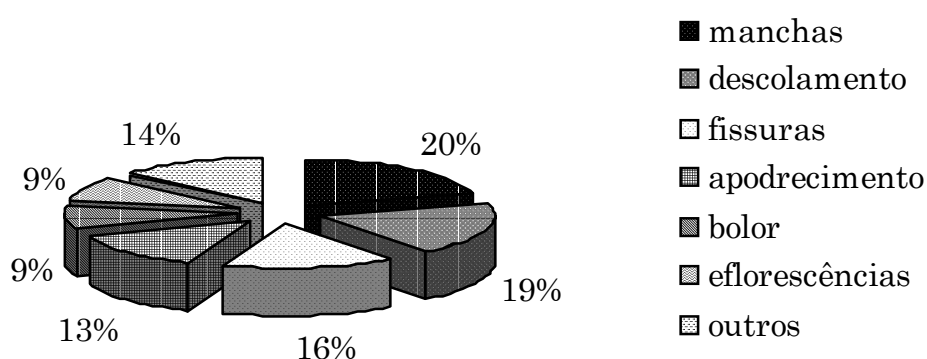


Figura 52: principais manifestações patológicas em função da presença de umidade nas edificações do patrimônio cultural em Porto Alegre (1981-2001)

Na tabela 2 está apresentado um resumo da relação entre os tipos de umidade e a manifestação patológica correspondente.



Tabela 2: registros de manifestações patológicas em função da presença de umidade

<b>Manifestação Patológica</b>	<b>Umidade por infiltração</b>	<b>Umidade por capilaridade</b>	<b>Umidade de condensação</b>	<b>Umidade acidental</b>
<b>Apodrecimento</b>	20%	-	-	-
<b>Bolhas</b>	2%	-	-	15%
<b>Bolor</b>	8%	8%	100%	15%
<b>Descolamento</b>	29%	20%	-	28%
<b>Desagregação</b>	5%	4%	-	-
<b>Desestabilização</b>	-	8%	-	-
<b>Desaprumo</b>	4%	8%	-	-
<b>Eflorescências</b>	5%	21%	-	-
<b>Fissuras</b>	14%	21%	-	15%
<b>Manchas</b>	22%	13%	-	28%
<b>Total</b>	100%	100%	100%	100%

A ação gelo/degelo é um fenômeno que não atinge as edificações de Porto Alegre. Embora identificada a ocorrência de temperaturas baixas, para comprovação de seus efeitos, necessita-se de dados mais específicos. Também não foram obtidos dados suficientes que pudessem levar a alguma análise conclusiva sobre as condições do lençol freático ou do solo. Sugere-se que sejam realizados trabalhos, através de estudos de casos com edificações que apresentam danos por sais, por exemplo, com o intuito de identificar dados mais expressivos sobre os aspectos referentes à contaminação ambiental. Os efeitos que dizem respeito aos constituintes do ar estão diretamente relacionados aos da poluição atmosférica, sobre os quais são feitas algumas observações no item sobre a ação do homem sobre as edificações.

#### 6.4.3 Análise a respeito dos efeitos da biodeterioração

A análise dos efeitos da biodeterioração nas edificações do patrimônio cultural demonstra que os maiores responsáveis pelos danos são os cupins. Na amostragem de 52 edificações, verificou-se que 80% têm ocorrências registradas de danos pela presença desses insetos. Além disso, foram registradas 121 ocorrências de ataque de agentes biológicos, onde a maior parte destas são em função de cupins, com um índice de 62%. Conforme comentado, os ataques de cupins se concentram, principalmente, nas estruturas de telhados, entrepisos, forros, pisos e esquadrias. A distribuição percentual dos agentes responsáveis pela biodeterioração nas edificações está

apresentada na figura 53, enquanto que a figura 54 apresenta um resumo das ocorrências verificadas.

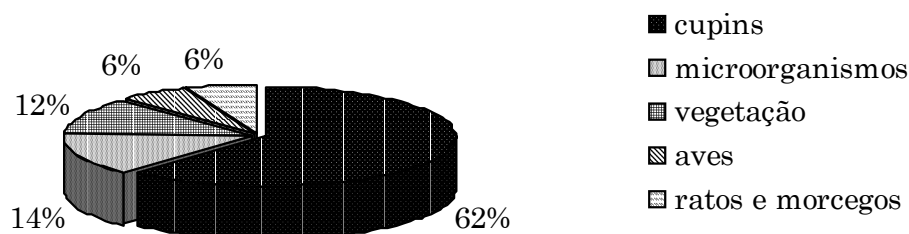


Figura 53: incidência de agentes biológicos nas edificações do patrimônio cultural em Porto Alegre (1981-2001)

Sobre os demais agentes, também podem ser feitas algumas observações. Apesar de se saber que os microorganismos estão presentes em toda a parte, e que a sua manifestação nas edificações é uma constante, percebeu-se que o índice verificado (14%) não confere com esta afirmativa. Como os resultados do levantamento dizem respeito aos registros de ocorrências de danos, concluiu-se que, pelo que demonstram os relatórios técnicos, ainda não se tem percebido a degradação por microorganismos como fator relevante, ou ainda, pode-se questionar se os técnicos estão treinados a identificar este tipo de degradação. Na verdade, a preocupação dos efeitos da biodeterioração sobre o patrimônio cultural edificado não é muito recente, sendo que os estudos estavam, até há pouco tempo, voltados para a degradação de bens dos acervos de bibliotecas e museus, como documentos em papel ou relíquias em qualquer outro material orgânico. No entanto, podem ser verificados trabalhos que vêm sendo desenvolvidos, no sentido de identificar quais são os microorganismos que promovem a degradação de argamassas e tintas (GAYLARDE; GAYLARDE, 2000), ou de pedras, como o mármore (ORIAL; BRUNET, 2000), por exemplo. Desta forma, as pesquisas podem colaborar no desenvolvimento de produtos que venham a impedir ou retardar o desenvolvimento destes agentes nos materiais de construção.

<b>Biodeterioração</b>	<b>Ocorrências verificadas</b>
<b>Fungos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- o crescimento de fungos nos revestimentos internos e externos provoca o aparecimento das manchas escuras e sua permanência a longo prazo pode levar à biodeterioração das argamassas;</li> <li>- sua presença é responsável pelas alterações cromáticas nos revestimentos;</li> <li>- aparecem freqüentemente em atuação sobre as estruturas de coberturas em madeira, concomitante com o ataque de cupins, principalmente pela presença de umidade e falta de ventilação adequada.</li> </ul>
<b>Vegetação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de pequeno porte, na base do edifícios, em sacadas e platibandas;</li> <li>- de médio porte, em peitoris de janelas, platibandas e junto à base dos edifícios;</li> <li>- de grande porte, provocando quebra de telhas e deslocamento das mesmas, e ainda à obstrução e entupimento de calhas e condutores, levando, nos dois casos, à incidência de umidade por infiltração.</li> </ul>
<b>Cupins</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na forma de focos, infestação parcial e infestação total com perda dos elementos;</li> </ul>
<b>Ratos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na forma de infestação parcial;</li> </ul>
<b>Morcegos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “os proprietários tiveram que abandonar a edificação”, tendo sido providenciado obras de reforma posterior com eliminação destes animais;</li> <li>- acúmulo de fezes com odor muito forte.</li> </ul>
<b>Aves</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incômodo constante para visitantes do prédio e transeuntes do entorno;</li> <li>- a argamassa de revestimento se desagrega apresentando muitos detritos como excrementos de pombos, além dos resquícios de poluição.</li> </ul>

Figura 54: resumo das principais ocorrências verificadas em função da biodeterioração sobre as edificações

Um aspecto relativo à incidência de microorganismos, em especial, também merece ser comentado. Percebeu-se a frequência com que esquadrias eram substituídas por aparelhos de ar condicionado. Esta, além de ser uma intervenção que altera elementos de fachada, é uma forma de promover a presença de umidade sobre peitoris ou nos planos verticais de revestimento, quando não corretamente conduzida a água de condensação. Os danos são caracterizados por manchas escuras ou esverdeadas escorridas pela fachada ou ao longo dos peitoris, com manifestação do desenvolvimento de microorganismos, como algas e fungos, além do depósito de partículas de poluentes.

Apesar de apresentar um índice não muito significativo, as descrições sobre infestação de ratos apontam para as circunstâncias em que estes roedores aparecem. Verificou-se que a incidência de ratos se dá em edificações que:

- a) estiveram abandonadas;
- b) têm atividade de comércio de alimentos, sem a devida manutenção;
- c) têm áreas livres, como pátios e jardins, mal cuidadas no entorno.

O problema da presença de morcegos é muito semelhante ao de ratos, pois são geralmente porões ou sótãos abandonados ou mal-cuidados que os mesmos escolhem para fazer ninhos e proliferar. O odor forte das fezes e as revoadas que costumam fazer ao entardecer acabam sendo os aspectos mais incômodos para os moradores do entorno das edificações afetadas. Percebe-se que a conservação e a manutenção dos prédios tem como vantagem também prevenir este tipo de infestação, e que requer atenção tanto dos espaços internos quanto dos externos.

Por fim, o problema da presença de aves, principalmente pombos. A idéia romântica dos pombos na praça não justifica os danos pela sujeira nas fachadas e o incômodo causado aos frequentadores da edificação e seu entorno. Além disso, esta idéia tem provavelmente custado muito caro para as administrações públicas, no que diz respeito à manutenção de fachadas do patrimônio edificado no mundo inteiro. Segundo um dos técnicos consultados ao longo do trabalho, é um desgosto muito grande ver um trabalho demorado e dispendioso como o de limpeza e recuperação de fachadas ser rapidamente perdido pela sujeira provocada pelas aves. Na prática, verifica-se que estas aves procuram se concentrar nos locais onde recebem alimento. Uma das formas de combate, portanto, pode ser alcançada através de um trabalho de educação da

comunidade, evitando que se continue alimentando as pombas das praças públicas com grãos de milho ou pipocas.

#### 6.4.4 Análise a respeito dos fenômenos da natureza

Não há menção de fenômenos freqüentes. São eventuais. Por ser traumático, os danos provocados por um fenômeno geralmente chama mais a atenção e é, portanto, imediatamente corrigido. Verificou-se:

- a) um caso de ventos, com danos principalmente às coberturas, como telhas deslocadas;
- b) um caso de raio, provocando incêndio;
- c) um caso de inundação, a seguir comentado.

Um caso pontual sempre chama a atenção na história de Porto Alegre. Em 1942, a cidade sofreu com a invasão das águas do Lago Guaíba no centro, que atingiu prédios como o Mercado Público, o atual Museu de Arte do Rio Grande do Sul e os Correios e Telégrafos, atual Memorial. Os piores danos foram causados nos pavimentos térreos e nos porões. Conforme verificado, pelas características de ambiente, parte do Centro Histórico está localizado em uma zona propícia a alagamentos. Anos mais tarde, com a intenção de proteger a área central de uma nova inundação, construiu-se a barreira conhecida como o muro da Mauá, do lado norte da península. Já no lado sul, a Avenida Beira Rio funciona com anteparo para as águas do Lago Guaíba (figura 55).



Figura 55: enchente de 1942 atingindo a área central de Porto Alegre (MENEGAT, 1998)

#### 6.4.5 Análise a respeito da ação do homem sobre as edificações

Os danos provocados pela ação do homem sobre as edificações do patrimônio cultural são analisados a partir das características relacionadas com a falta de conservação preventiva, as intervenções indevidas, os reflexos do desenvolvimento urbano e com atos de vandalismo e abandono. Os documentos não apresentavam descrições que pudessem ser definidas como aspectos de uso abusivo ou exagerado das edificações ou de parte das mesmas.

Das 52 edificações, 45 (86,5%) apresentaram danos em função da ação do homem, tendo sido registradas um total de 152 ocorrências. A análise dos dados confirma a hipótese de que a falta de conservação preventiva tem sido uma das principais causas de deterioração. Cerca de 1/3 dos danos verificados ocorrem devido à falta de conservação preventiva e de um programa adequado de manutenção, enquanto que as intervenções indevidas correspondem a 25% das ocorrências. Os atos de vandalismo estão presentes em 19% das ocorrências, enquanto que os danos relativos ao desenvolvimento urbano representam 17% das ocorrências. Já o descaso para com as edificações, representado pela parcela de abandono, representa 3% da amostragem. As principais ocorrências devido à ação do homem registradas nos documentos consultados são apresentadas na figura 56, enquanto que a figura 57 apresenta um resumo das principais ocorrências verificadas..

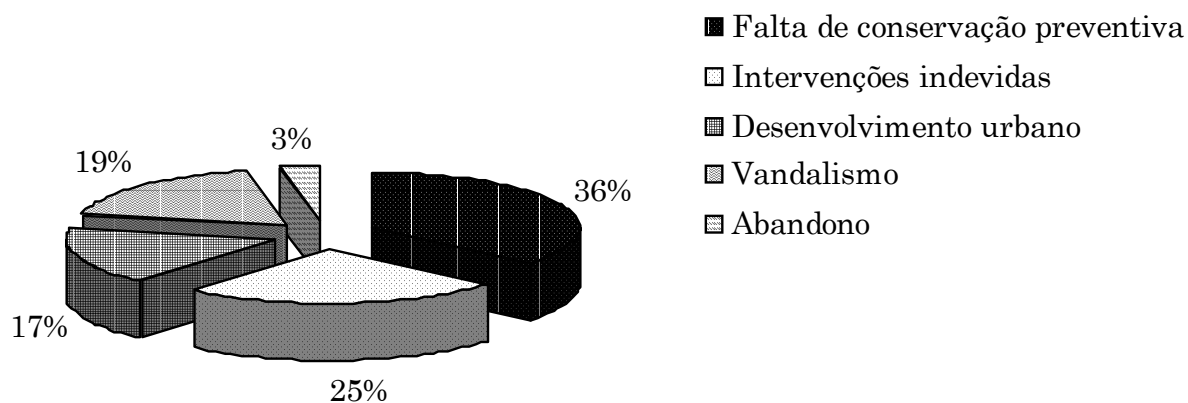


Figura 56: principais causas de danos em edificações do patrimônio cultural em função da ação do homem em Porto Alegre (1981-2001)

Ação	Principais ocorrências verificadas
<b>Falta de conservação preventiva</b>	
<b>Negligência na manutenção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- falta de atenção a telhas soltas, ausência de telhas, calhas entupidas ou quebradas;</li> <li>- falta de atenção aos materiais de construção porosos em decomposição ou à presença de fissuras,</li> <li>- vidros quebrados ou falta dos mesmos;</li> <li>- vazamentos ou má condições de tubos de queda pluviais ao longo da fachada, ralos de água pluvial em terraços com problemas de escoamento devido à presença de musgos, fungos, crosta e deposição de sujidades;</li> <li>- eletrodutos com danos e fiação expostos;</li> <li>- acúmulo de lixo e entulho, provocando a criação de ambiente propício para infestação de animais nocivos e acúmulo de água estagnada;</li> <li>- falta de controle contra a infestação de animais nocivos;</li> <li>- presença prolongada de água estagnada em terraços, peitoris e escadarias provocando focos de umidade e o ataque de componentes por microorganismos ou insetos;</li> <li>- uso da edificação para depósito de materiais combustíveis, como papéis e colchões;</li> <li>- piso exposto às intempéries, em função de portas ou janelas arrombadas, provocando o apodrecimento do parquet ou tabuado.</li> </ul>
<b>Falha de manutenção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utilização de produtos químicos nos procedimentos periódicos de limpeza e faxina, que venham a prejudicar materiais de revestimento;</li> <li>- pinturas internas sem qualidade, especialmente nos acabamentos, com manchas, recobrimento com tinta de espelhos de luz e elementos decorativos, entre outros, além da utilização de tintas impróprias pela sua coloração, textura e qualidade;</li> </ul>
<b>Intervenções indevidas</b>	-
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utilização de pinturas impermeáveis na superfície de paredes externas ou internas que apresentam problemas de umidade ascensional;</li> <li>- impermeabilização ineficiente, provocando fissura longitudinal ao longo da parede em função da diferença de comportamento dos materiais, além de proporcionar um foco de umidade por infiltração;</li> <li>- preenchimento de fissuras ou lacunas com cimento em paredes de tijolo maciço com argamassa de cal ou ainda de estuque ou tabique, cuja constituição é de barro e madeira ou argamassa de cal e madeira;</li> <li>- falhas nas recuperações de trechos da argamassa do reboco;</li> <li>- solução imprópria dada aos guarda-corpos das sacadas onde os gradis de ferro foram parcialmente removidos, e aos remanescentes, justaposta vedação de alvenaria, com danos em função da diferença de comportamento dos materiais;</li> <li>- madeira de má qualidade nos pisos de execução recente;</li> <li>- pinturas murais recobertas com camada de PVA;</li> <li>- remoção do material de revestimento das fachadas, de forma indiscriminada, sem conhecimento dos critérios e diretrizes de restauração, sem consideração para com o valor do material como bem cultural (<i>desrespeito à substância antiga</i>) e sem autorização do órgão responsável; aplicação sem critérios de novo acabamento, com verificação de imperfeições;</li> </ul>
<b>Estrutural</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- empuxo por obra de ampliação junto ao corpo principal do prédio;</li> <li>- utilização de ambiente para arquivo morto ou biblioteca, gerando sobrecarga;</li> <li>- instalação de reservatórios nos terraços, sem a verificação da capacidade de carga, gerando mudança de comportamento na estrutura, que pode ser verificada pela presença de fissuras nas alvenarias;</li> <li>- em casos de novos usos dados às edificações ou devido à exigência de acessibilidade universal em prédios públicos, são adicionados sistemas de elevadores na obra; a vibração destes pode vir a gerar danos em elementos estruturais, de vedação ou revestimentos; mesmo não sendo a causa primeira, pode vir a colaborar para a ampliação de danos gerados por esforços ou deformações;</li> </ul>

Figura 57: principais ocorrências verificadas em função da ação do homem sobre as edificações

<b>Modificações que venham a contribuir conseqüentemente para a manifestação de outros agentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- em pisos, em especial de terraços, se não bem executados ou executados com material sem qualidade, podem acarretar problemas como desgaste superficial do material, perda de estanqueidade, irregularidade do nivelamento e escoamento pluvial ineficiente;</li> <li>- condução errada das águas pluviais, a partir de reparos feitos sem o cuidado necessário;</li> <li>- chumbamentos nas fachadas podem promover o descolamento de placas de revestimento, como por exemplo, a fiação e as canalizações das instalações elétrica, lógica e de telefonia ou de iluminação decorativa, bem como tubulações aparentes de ar-condicionado;</li> <li>- o fechamento da ventilação prevista nas coberturas provoca aumento do teor de umidade e conseqüente apodrecimento de peças, incidência de fungos e bolor;</li> <li>- rasgos abertos nas alvenarias, para alterações nas instalações elétricas ou hidrossanitárias, sendo deixados expostos sem o devido acabamento;</li> <li>- execução do caimento do piso de terraços na direção da edificação, provocando a permanência de água junto à parede e conseqüentemente um foco de infiltração;</li> <li>- utilização de madeira verde ou sem imunização para recolocação de elementos como forros, pisos ou esteios, causando o aparecimento de fendas e incidência de cupins;</li> <li>- instalação de aparelhos de ar-condicionado nas fachadas: os líquidos eliminados continuamente causam manchas e acúmulo de sujeira nos revestimentos;</li> <li>- uso de silicone ou outros produtos para fixação de decorações natalinas nas fachadas provocam manchas nos revestimentos e acúmulo de sujeira.</li> </ul>
<b>Danos em elementos causados durante as obras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- reparos necessários nas bordas de pilares danificados durante a obra.</li> </ul>
<b>Desenvolvimento urbano</b>	-
<b>Alterações no entorno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uso de dinamites para a realização de fundações e subsolos pode comprometer estruturas mais antigas situadas nas imediações; as edificações apresentam vidros e luminárias trincados ou quebrados, paredes fissuradas em função de recalques, queda de reboco devido às vibrações;</li> <li>- aumento de densidade ao redor das edificações mais antigas modifica a qualidade do ar e as condições de ventilação, provocando a ausência de ventilação necessária e concentração de pontos de umidade.</li> </ul>
<b>Poluição ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- acúmulo de sujeira, manchas e escorridos identificáveis sobre as cantarias e elementos de decoração das fachadas, como platibandas e esculturas, concentrando-se principalmente nos elementos reentrantes.</li> </ul>
<b>Tráfego intensificado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- o aumento de circulação de público pode fazer variar a umidade relativa do ambiente, provocando danos aos revestimentos, principalmente pinturas decorativas e afrescos;</li> <li>- o trânsito de veículos pesados provoca trepidação, que pode interferir na estabilidade estrutural do edifício, com manifestação de fissuras e recalques;</li> <li>- movimentações diferenciais do pavimento de acesso de veículos ao prédio vizinho geram influência sobre as fissuras existentes.</li> </ul>
<b>Vandalismo</b>	-
<b>Pichações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- impregnação de tinturas nos revestimentos das fachadas.</li> </ul>
<b>Deturpações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- retirada de elementos em madeira para ser utilizada em fogueiras de mendigos;</li> <li>- retirada de tijolos e elementos em ferro;</li> <li>- paredes externas abertas a marretadas para acesso de vândalos ao interior do prédio;</li> <li>- quebra de vidros;</li> <li>- furos de tiros em paredes;</li> <li>- necessidade de substituição da cobertura do telhado original, em telhas de barro, por cobertura de telhas metálicas devido ao problema permanente de objetos lançados dos prédio vizinhos sobre o mesmo, com a conseqüente quebra de telhas;</li> </ul>
<b>Invasões</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- riscos à integridade do prédio e à vizinhança;</li> <li>- circulação de elementos suspeitos e desagradáveis à noite, usando o prédio para dormir, fazer fogueira e defecar;</li> </ul>
<b>Incêndios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- por descarga elétrica (raio);</li> <li>- pelas más condições da rede elétrica;</li> <li>- por falha na cozinha;</li> <li>- intencional (como por ex.: ação criminoso);</li> <li>- acidental (como por ex.: provocado por mendigos).</li> </ul>
<b>Abandono total</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- oferece riscos à vizinhança e aos transeuntes e provoca a degradação em potencial da edificação.</li> </ul>

Figura 57: principais ocorrências verificadas em função da ação do homem sobre as edificações (continuação)



#### 6.4.5.1 Considerações a respeito da falta de conservação preventiva

Incluir procedimentos de conservação na administração dos bens tombados, com o intuito de se evitar que os danos venham a acontecer, não tem sido uma prática corrente. O levantamento de dados demonstra que a maioria das ocorrências não precisaria ser atendida se houvesse um pouco mais de cuidado com pequenos detalhes na manutenção das edificações. Estes detalhes consistem em trabalhos de rotina, que podem fazer parte de um programa de manutenção básico das edificações. No entanto, não basta um programa sem a orientação de técnicos habilitados, pois falhas na manutenção também acabam por gerar outros danos, como o desgaste de revestimentos em função do uso de produtos químicos inadequados na limpeza periódica, por exemplo. Além disso, a falta de manutenção pode levar a problemas mais sérios que vão além de danos na edificação. A deterioração de elementos de fachada pode acarretar aspectos de periculosidade e implicações legais, uma vez que fragmentos de reboco e concreto podem cair sobre o passeio público, atingindo os transeuntes.

É justo não apenas serem feitas considerações a respeito dos danos, mas poder demonstrar que também muito empenho pode ser verificado no que diz respeito à devida conservação das edificações. Verificou-se no levantamento casos em que os proprietários atuaram, sob a orientação de técnicos habilitados, no sentido de, mesmo com poucos recursos, obterem excelentes resultados na conservação dos prédios.

O atual debate sobre o patrimônio histórico deve ressaltar a importância da conservação preventiva. O desenvolvimento de trabalhos que venham a contribuir com esta necessária mudança de visão pode ser o ponto de partida para um processo de reeducação de técnicos, proprietários e usuários. Além disso, adotar um programa de manutenção para prédios históricos através de vistorias periódicas se torna, além de um ato de preservação, um ato de segurança e economia. Consciente, portanto, do seu poder de atuação, o agente homem deve se sentir no compromisso de reverter muitas destas situações em favor do resgate da memória através da devida conservação e manutenção do patrimônio cultural.

#### 6.4.5.2 Considerações a respeito das intervenções indevidas

A falta de critérios técnicos de intervenção, ou o desconhecimento destes, pode transformar as intenções de restauração em resultados desastrosos. O uso do termo “indevido” se dá em função da possibilidade de avaliação sobre uma dada solução que não funcionou para resolver determinado problema. Percebe-se que os danos por intervenções podem ocorrer em função de quatro aspectos diferenciados. Primeiro, devido à falta de recursos, ou seja, o proprietário não teve condições financeiras para manter o prédio, passando a realizar as intervenções necessárias de forma pontual com materiais baratos e sem qualidade. Segundo, devido à falta de conhecimento sobre os cuidados e os critérios adotados em edificações de valor histórico-cultural. Terceiro, pela falta de investimento por um longo tempo e o incentivo tardio para as questões voltadas ao patrimônio da cidade. E por último, a falta de treinamento tanto de técnicos, quanto de mão-de-obra, habilitando-os e proporcionando condições para que as intervenções tivessem sido realizadas com sucesso.

Os problemas por substituição ou utilização de materiais incompatíveis podem ser apontados como os principais problemas nas intervenções. Através dos dados coletados, não houve condições de se avaliar a determinação de critérios na especificação de materiais nas intervenções, ou por falta de documentação anexa, inexistência de registro, ou ainda por não ter mesmo havido o devido critério técnico. O que se verificou foram situações frequentes de erros relacionados aos revestimentos. A preocupação da solução dada à interface entre revestimentos existentes e revestimentos novos para que esta se dê de forma homogênea deveria ser considerada como critério. Com relação aos locais danificados, onde ainda não houve intervenção, deveria ser feita uma análise dos materiais de composição da base, emboço e revestimento para que se pudesse determinar materiais compatíveis e não conflitantes com os existentes. Verificou-se ainda que, com relação ao novo material utilizado para revestimento, muitas vezes não se tem a garantia de seu comportamento em relação ao material existente e também em relação às suas bases de aplicação, podendo nesta interação, ocorrer fissuras ou bolsas de ar, tornando os reparos já executados ineficientes quanto ao seu objetivo.

Segundo esclarecimento junto aos órgãos responsáveis pela preservação do patrimônio, a determinação de critérios técnicos existe, mas nem sempre se consegue fazer valer o respeito necessário a estes. Além disso, muitos dos critérios mudam ao longo do tempo, depois de verificada na prática a sua ineficiência, como o uso do ferro para reconstituição de partes

faltantes em elementos escultóricos. Outros precisam ser modificados por não apresentarem uma relação custo-benefício adequada, como permitir a substituição de estruturas de telhado de madeira por peças metálicas, quando escondidas sobre o forro. Já que são componentes que ficarão escondidos, não se faz necessário o investimento nos altos custos que a madeira vem representando para as obras de restauração. Muitas vezes, ainda, ocorre o fato de que estes critérios não são conhecidos pela maioria dos executantes. Portanto, se estes critérios estão definidos, devem ser de conhecimento corrente daqueles que se julgam aptos a intervir nestas edificações. Felizmente, os erros vêm determinando mudanças de conduta, pois, em função dos investimentos projetados para o patrimônio edificado da cidade de Porto Alegre<sup>18</sup> nos próximos anos, a exigência de especificação de materiais e da comprovação de capacitação dos executantes deve vir a ser parte integrante necessária dos projetos de intervenção.

Também os danos estruturais surgem como resultado das intervenções. Como exemplo de danos estruturais, verificam-se freqüentemente as ampliações feitas a partir do acréscimo de pavimentos, alterando as cargas e empuxos, sem a prévia verificação da capacidade de suporte existente e seus elementos. Outro problema freqüentemente verificado é a utilização de ambientes para arquivo morto ou biblioteca, ou ainda a instalação de reservatórios nos terraços, gerando sobrecarga. Na sua maioria, as edificações antigas apresentam lajes de entrepiso em madeira, com barrotes de sustentação, ou ainda lajes de tijolo armado ou concreto. Visto não existirem mais (na sua maioria) os projetos de cálculo estruturais correspondentes, desconhecidas são as solicitações admissíveis que a estrutura do prédio pode suportar. Sem uma avaliação criteriosa, não se pode determinar usos adequados para esses espaços, nem ser prevista a segurança necessária para os usuários. A existência de uma sala de grandes dimensões não indica que esta possa ser sobrecarregada por ali haver espaço livre. O que deve ser avaliado é a finalidade para qual a mesma foi construída. Ainda nos entrepisos, os casos de deformação podem ser verificados pela falta de horizontalidade, que impede o funcionamento normal de portas. Em condições mais graves de degradação, as sobrecargas e vibrações, advindas da circulação de pessoas, do uso de equipamentos ou do tráfego de veículos durante a intervenção, podem vir a piorar ainda mais a situação. Ao serem realizadas obras de intervenção, tais aspectos devem ser considerados, tomando-se os devidos cuidados

---

<sup>18</sup> Porto Alegre tornou-se integrante do Programa Monumenta em 2001. O Monumenta é um Programa do Ministério da Cultura (MinC) no Brasil para a preservação do Patrimônio Nacional e conta com financiamento do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e cooperação da UNESCO, significando um grande impulso para o processo de valorização do patrimônio da cidade.

tanto no do trânsito de pessoal da obra sobre pavimentos em estado de risco, quanto ao uso de equipamentos que causem vibração.

Os cuidados devem se estender para o planejamento do uso. Para os casos de reciclagem, ou seja, da designação de novos usos aos antigos prédios, torna-se de suma importância a verificação das sobrecargas máximas admissíveis de todos os espaços, em se tratando de edificação de mais de um pavimento. Esta verificação é fundamental para o dimensionamento de acervos, no caso de museus e bibliotecas, e para a previsão do crescimento destes acervos. Em alguns casos de novos usos dados a prédios públicos, devido à exigência de acessibilidade universal, são adicionados à edificação sistemas de elevadores. Pode ocorrer que a vibração dos equipamentos venha a gerar danos em elementos estruturais, de vedação ou revestimentos. Mesmo não sendo a causa original, a vibração pode colaborar para a ampliação de danos gerados por esforços ou deformações anteriores.

O planejamento, a determinação de critérios técnicos, a colocação de mão-de-obra treinada e a fiscalização das obras de intervenções evitam também que sejam feitas modificações que possa contribuir para a manifestação de outros agentes de deterioração. Impossível não usar a redundância, mas freqüentes são as ocorrências de **recuperação do restauro**.

Critérios especiais devem, portanto, ser adotados na realização de intervenções em edificações históricas. Muitos danos podem ser evitados na etapa do projeto de intervenção, atribuindo de forma coerente os usos e prevendo a capacidade de esforços a que o prédio será submetido. Onde forem necessárias intervenções de reforço ou correção, as mesmas devem respeitar, tanto quanto possível, as características e a integridade da estrutura original, utilizando materiais similares aos originais e respeitando as suas formas. Quando materiais diferentes forem empregados, suas características físicas não devem agredir a estrutura existente, principalmente no que diz respeito aos pontos de interface entre elas.

Observa-se, na maioria dos casos, a inexistência de uma visão sistêmica do processo de intervenção, a qual deveria levar em consideração aspectos relacionados ao desempenho da estrutura como um todo. Segundo um dos relatórios consultados:

de maneira geral, as obras têm problemas na execução, possivelmente por utilizar empresas não-especializadas na área de restauração, sem quadros técnicos e de executores preparados o mínimo necessário para tanto. Intervenções deste caráter

devem contar, além de mão-de-obra e equipes técnicas treinadas, também com uma direção geral especializada que assegure a qualidade do conjunto.<sup>19</sup>

Por fim, alguns resultados positivos podem também ser demonstrados através do levantamento. A consciência da importância de equipes técnicas especializadas se reflete nos casos de intervenção que apresentaram relatórios de recomendações técnicas, por exemplo. Além disso, alguns relatórios de intervenção apresentaram laudos técnicos (realizados pela Fundação de Ciência e Tecnologia – CIENTEC/RS ou pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/SP) feitos a partir de coleta e análise de amostras, demonstrando interesse pela composição dos materiais empregados e preocupação com a utilização de novos materiais ou na reabilitação dos existentes. Entre as análises solicitadas, encontram-se:

- a) reconstituição de traço (3 casos);
- b) movimentação de fissuras (2 casos);
- c) capacidade de resistência de alvenarias (1 caso);
- d) profundidade de carbonatação (1 caso).

Embora o controle tecnológico nas obras de restauração ainda não represente uma amostragem significativa, considerou-se válida a constatação de que o mesmo é um recurso que vem sendo reconhecido e utilizado nos últimos anos. As ocorrências são referentes ao período entre 1994 e 2001. Todos os ensaios se referem a obras públicas, demonstrando que a obtenção de melhores resultados vem sendo exigida cada vez mais.

#### 6.4.5.3 Considerações a respeito dos reflexos do desenvolvimento urbano

O levantamento de dados relativos ao desenvolvimento urbano em Porto Alegre demonstrou um quadro de danos visivelmente comuns aos demais centros históricos brasileiros. A pesquisa procurou identificar reflexos das alterações no entorno, como a densificação, ou ainda da poluição ambiental e da intensificação do tráfego. O aumento da densidade ao redor das edificações mais antigas acaba por modificar a qualidade do ar e as condições de

---

<sup>19</sup> Informação de relatório técnico integrante ao banco de dados.

ventilação, provocando a ausência de ventilação necessária e a concentração de pontos de umidade, por exemplo. Também a poluição pode ser identificada no acúmulo de sujeira nas fachadas e na necessidade constante de obras de limpeza, o que acarreta, além da movimentação com a montagem de andaimes, investimentos freqüentes para a conservação dos planos de fachada. Embora não seja voltado para edificações históricas, um estudo pormenorizado sobre as fachadas do centro da cidade pode ser verificado no trabalho de Petrucci (2000), no qual são feitas análises sobre as variáveis envolvidas na degradação dos diferentes planos.

Além destes fatores, também o tráfego intensificado, não somente de veículos, mas também de circulação de público foi apontado como causa de degradação. O aumento de circulação de público pode fazer variar a umidade relativa do ambiente, prejudicando acabamentos, principalmente com pinturas decorativas e afrescos. Para evitar danos, ambientes de museus e galerias deveriam ser monitorados e controlados por equipamento específico. Já o trânsito de veículos pesados compromete as edificações construídas ao longo das principais vias de acesso ao centro, como por exemplo, os palacetes da Av. Independência, transformada em corredor de ônibus e lotações nos dois sentidos. A trepidação, além de comprometer a estabilidade estrutural do edifício, com a conseqüente manifestação de fissuras, interfere também no conforto dos usuários.

Alguns casos específicos também puderam ser constatados, como o uso de dinamite para a realização de fundações e solos nas obras novas de maior porte, comprometendo estruturas mais antigas situadas nas imediações. Algumas edificações localizadas na Rua dos Andradas, sofreram danos em função da construção de um shopping center no entorno. Vidros e luminárias trincados ou quebrados, paredes fissuradas em função de recalques e queda de reboco devido às vibrações foram sintomas identificados nestes casos.

É importante esclarecer que não estão sendo avaliados através deste trabalho aqueles prédios de valor que já foram demolidos em nome do progresso. A perda ou a ameaça de perda, porém, de riquezas do patrimônio pode submeter o leitor à algumas reflexões. Como ilustração, pode-se apresentar o exemplo no qual até mesmo um dos principais símbolos da paisagem de Porto Alegre sofreu ameaças em favor do desenvolvimento urbano. Segundo Galvani (1975), tramitava na época na Secretaria Municipal de Obras e Viação um plano para construção de uma grande esplanada com estacionamento subterrâneo para 2 a 3.000 carros junto à Praça XV, na interseção da Rua Siqueira Campos com a Av. Júlio de Castilhos e

Borges de Medeiros. Para a sua execução havia um ponto básico: a demolição do Mercado Público de Porto Alegre. Segundo o autor, os argumentos dos interessados se baseavam no fato de que:

o Mercado Público é um velho prédio, sem maior valor arquitetônico. Está infestado de ratos e cupins. Nos bares da chamada e consagrada *volta do Mercado* concentra-se uma *fauna* humana nada apreciável. A ligação entre as duas avenidas é imprescindível para completar a perimetral que formará o anel de circulação. E o estacionamento subterrâneo renderá milhares de cruzeiros para a municipalidade.

Na época, o projeto foi engavetado por ordem do então prefeito Telmo Thompson Flores. Felizmente, o novo prefeito Guilherme Socias Villela examinaria a questão sob o ângulo do meio ambiente e valor como marco histórico.

#### 6.4.5.4 Considerações a respeito do vandalismo

Todos os atos de vandalismo refletem o desrespeito pelo patrimônio ou o desconhecimento do seu valor. Além das pichações, foram verificados casos de deturpações, invasões e incêndios provocados. Foram considerados como deturpações, os atos de desfigurar ou estragar elementos da edificação, usando-os para outros fins. As invasões são consequência do estado de abandono ou da falta de segurança, quando o prédio acaba sendo ocupado por marginais, papeleiros e viciados.

Das edificações analisadas, 14% apresentou em algum momento da sua vida, a ocorrência de incêndio. Em uma das edificações houve inclusive a ocorrência de três sinistros consecutivos, tendo o último ocorrido logo após as obras de restauração. Em apenas um dos casos, o incêndio foi provocado por descarga elétrica, ou seja, por raio durante um temporal, o qual não foi contabilizado nos dados estatísticos demonstrados. Os demais casos ocorreram por atos intencionais, pela falta de manutenção da rede elétrica ou, ainda, por negligência de mendigos, acidente com lampião de querosene e falhas na cozinha. Verificou-se ainda três casos, que apresentavam iminência de incêndio, segundo laudo dos bombeiros. A negligência com relação às edificações do patrimônio pode chegar ainda mais longe. O uso destas edificações, ou de compartimentos destas, como depósito pode significar riscos de destruição por sinistros, onde materiais como colchões e papéis propiciam o alastramento do fogo.

#### 6.4.5.5 Considerações a respeito do abandono

A amostragem de prédios abandonados não parece significativa, mas reflete que ainda existe o descaso para com o patrimônio. A ação do tempo e das intempéries, além da falta de recursos financeiros para a manutenção, acaba por levar a uma situação insustentável, na maioria dos casos.

No caso de imóveis privados, o que ocorre é a passagem de propriedade como herança, onde as gerações mais recentes não têm condições de manter o requinte exigido em outras épocas. Os altos custos de manutenção e o desinteresse pelo bem patrimonial levam aos avançados quadros de degradação. No caso dos prédios públicos, o problema ainda é outro. Muitas vezes, os recursos aplicados não apresentam retorno ou não atingem os seus objetivos, em função das trocas de governo, ficando as obras estagnadas e deixadas ao abandono. O risco maior, porém dos edifícios em estado de abandono, é oferecido à vizinhança, aos usuários remanescentes e aos transeuntes, além da degradação em potencial da edificação.



## **7 CONTRIBUIÇÕES PARA O ESTUDO DE DANOS EM EDIFICAÇÕES DO PATRIMÔNIO CULTURAL**

As considerações a seguir apresentadas dizem respeito a alguns aspectos importantes observados ao longo da pesquisa, que podem contribuir com a avaliação de danos em edificações históricas, a partir da análise do grau de deterioração das edificações, do desempenho das edificações ao longo do tempo e do estudo da Patologia das Edificações aplicado à área de conservação e restauração.

### **7.1 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO GRAU DE DETERIORAÇÃO DOS ELEMENTOS DAS EDIFICAÇÕES**

Uma das limitações enfrentadas ao longo do trabalho foi a capacidade de determinação de graus de deterioração. Concluiu-se que, para a metodologia adotada, na qual os dados foram gerados a partir de documentos e registros de terceiros e não de visitas da pesquisadora às obras, não é possível determinar critérios iguais de graus para componentes de diferentes naturezas. Para se avaliar danos em paredes, por exemplo, usa-se a área, podendo-se adotar percentuais de degradação. Quase sempre são utilizados critérios de 100%, 60% ou 30% de áreas atingidas. Já danos em componentes como esquadrias, por exemplo, podem ser apontados a partir da descrição das condições de funcionamento, quantidade de vidros quebrados, condições das ferragens e da madeira, tornando-se assim uma descrição mais detalhada, ou simplesmente a partir da quantidade de componentes que necessitam ser restaurados. Estes critérios podem ser adotados quando feita a análise de um estudo de caso. Tratando-se, no entanto, de uma visão global, a partir de um universo de edificações, definir o grau para tão diversos elementos e componentes, significaria gerar um número muito grande de variáveis, o que não vinha ao encontro dos objetivos do trabalho.

Ao invés de procurar determinar qual o grau de deterioração, a avaliação pode partir de um discernimento sobre quais fatores e danos existentes são característicos para determinado estado de conservação. A partir disso, pode-se avaliar a urgência de intervenção necessária. Propõe-se considerar uma classificação conforme a que segue :

- a) **tipo A** – lesões graves com conseqüências irreversíveis sobre a segurança, estabilidade ou integridade física da edificação;
- b) **tipo B** – lesões no componente que, se não forem sanadas, podem ocasionar danos graves no próprio elemento ou em elementos adjacentes, provocando o surgimento de problemas que virão a comprometer a segurança, estabilidade ou integridade física da edificação, em um curto espaço de tempo, devido às condições de exposição a fatores de degradação determinantes;
- c) **tipo C** – lesões que podem ser sanadas a partir de intervenções de manutenção, não significando riscos à segurança, estabilidade ou integridade física da edificação.

Através dos critérios sobre o estado de conservação das edificações, consultados no Inventário Nacional de Bens Móveis do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (PUCCIONI, 199-), em combinação com danos verificados no estudo de caso, é possível organizar um quadro de análise das condições de degradação dos componentes da edificação (figura 58). Para a compilação deste quadro, procurou-se determinar a lista de danos do tipo A com restrição e rigor, caracterizando, desta forma, os casos extremos e urgentes. Percebe-se, portanto, que danos do tipo A não são verificados em edificações que possuem manutenção. No entanto, as colunas A e B servem como sugestão e devem ser revisadas a cada caso, se necessário. Já a coluna C, passa a ser tudo o que não é A ou B, tendo sido citados alguns exemplos. Além disso, um padrão de julgamento deveria combinar uma tolerância na ocorrência de fenômenos A, B ou C. Por exemplo:

- a) bom estado = nenhum A e B;
- b) estado aceitável = nenhum A, alguns B;
- c) mau estado = vários A, vários B.

Parte da edificação	Componentes	Tipo de lesão		
		A	B	C
<b>Estrutura</b>	<b>fundações</b>	- lesões como trincas ou deformações junto ao piso ou no topo de paredes, apresentando recalques e comprometendo a estabilidade da edificação, procurando-se observar também o solo e calçadas adjacentes;	- fissuras junto ao piso ou no topo de paredes com indícios de recalque, apresentando comportamento estável, a partir de monitoramento da movimentação;	
	<b>lajes e entrepisos, barrote, pilares, vigas e arcos</b>	- ruína de peças estruturais; - incidência generalizada de fissuras; - incidência de fissuras por movimentação térmica, procurando-se monitorá-las; - peças de madeira deterioradas por umidade, ataque de insetos ou microorganismos;	- fissuras localizadas, em função de cargas concentradas, procurando-se identificar e eliminar a origem das cargas; - infiltrações nas lajes de cobertura;	
	<b>paredes portantes</b>	- ruína de paredes portantes; - incidência generalizada de fissuras; - incidência de fissuras por movimentação térmica, procurando-se monitorá-las;	- fissuras localizadas, em função de cargas concentradas, procurando-se identificar e eliminar a origem das cargas;	
<b>Cobertura</b>	<b>telhamento</b>	- destruição total, com arruinamento ou inexistência de telhas, deixando de cumprir sua função de proteção da edificação; - destruição parcial, com falta de telhas, proporcionando danos pelas intempéries;	- telhas quebradas ou deslocadas, apresentando riscos de infiltração ou pontos de infiltração já existentes; - emassamento incorreto, podendo causar sobrecarga ou infiltração; - grampeamento incorreto, com arames inadequados, afetados pela corrosão ou com comprimento de ancoragem insuficiente; - falta de amarração das telhas em zonas críticas ao efeito do vento;	- telhas sujas;
	<b>estrutura do telhado (incluindo cúpulas com estrutura de madeira)</b>	- destruição total, com arruinamento dos elementos de sustentação, deixando de cumprir sua função de proteção da edificação; - uma ou mais peças principais e deterioradas por umidade, ataque de insetos ou microorganismos; - as peças apresentam caminhos de cupim, madeira oca ou mole, manchas pretas, brancas ou pardas, apodrecimento; - peças principais: tesouras, cumeeiras, mãos francesas;	- peças secundárias deterioradas por umidade, ataque de cupins ou microorganismos; - peças secundárias: ripas, caibros, terças, frechais;	
	<b>cúpulas e clarabóias (em estrutura metálica e cobertura de vidro e vitrais)</b>	- peças metálicas com corrosão, em iminência de ruína;	- vidros quebrados; - falhas nas juntas;	

Figura 58: avaliação de edificações a partir das condições dos componentes construtivos

Parte da edificação	Componentes	Tipo de lesão		
		A	B	C
	<b>terraços</b>	-	- perda de estanqueidade, causando infiltrações; - presença de água estagnada devido ao escoamento pluvial ineficiente (ralos com obstáculos, calhas e condutores entupidos);	- desgaste superficial do material, irregularidade do nivelamento;
	<b>calhas e condutores embutidos</b>	- - infiltrações em alvenarias, com manchas, comprometendo a estabilidade do sistema portante ou a integridade das paredes de vedação;	-	-
	<b>calhas e condutores aparentes</b>	-	- perda da função de condução correta das águas pluviais; - furos e deterioração causada pela corrosão; - entupimentos devido ao acúmulo de detritos ou animais mortos, podendo provocar infiltrações pela cobertura ou nas alvenarias;	- acúmulo de folhas ou detritos;
<b>Esquadrias</b>	<b>portas e janelas externas</b>	- destruição total; -	- destruição parcial, permitindo entrada de água de chuva ou entrada de vândalos; - ataque generalizado de cupins;	- oxidação das ferragens e gradis; - ressecamento das madeiras, com aspecto acinzentado e afundamentos nos veios; - focos de ataque de cupins;
	<b>portas e janelas internas</b>	-	- ataque generalizado de cupins;	- focos de ataque de cupins;
<b>Elementos de fachada</b>	<b>platibandas, cimalthas, elementos decorativos</b>	- corrosão ou descolamento, em iminência de queda;	- desgaste, em iminência de desconfiguração do elemento;	- biofilme; - depósito de partículas poluentes;
<b>Elementos autônomos</b>	<b>escadas</b>	-	- destruição parcial ou total, sem condições de acesso;	- desgaste dos degraus;
	<b>guarda-corpo de escadas, sacadas ou terraços</b>	- corrosão ou descolamento, em iminência de queda;	- desgaste, em iminência de desconfiguração do elemento;	- biofilme; - depósito de partículas poluentes;
<b>Revestimentos</b>	<b>forros</b>	- destruição total, apresentando ruína e queda;	- destruição parcial, com trechos danificados por ataque generalizado de cupins ou presença generalizada de umidade por infiltração;	- ressecamento das madeiras, apresentando peças fletidas, inchadas, com frestas entre as tábuas e veios; - focos de ataque de cupins; - focos de umidade por infiltração;
	<b>pisos</b>	- destruição total, apresentando ruína e afundamento;	- destruição parcial, com trechos danificados, em pisos de madeira por ataque generalizado de cupins ou presença generalizada de umidade por infiltração ou ascensional;	- desgaste de pisos em pedra, cerâmicas, madeira ou outros. - ressecamento das madeiras, apresentando peças fletidas, inchadas, com frestas entre as tábuas e veios - focos de ataque de cupins - focos de umidade por infiltração ou ascensional;

Figura 58: avaliação de edificações a partir das condições dos componentes construtivos (continuação)

Parte da edificação	Componentes	Tipos de lesão		
		A	B	C
	<b>paredes externas e internas</b>	- manchas de umidade no topo das paredes, indicando infiltração generalizada devido ao sistema ineficiente de cobertura; - presença de eflorescências generalizadas;	- manchas de umidade na base das paredes do pavimento térreo;	-
<b>Instalações</b>	<b>hidrossanitária</b>	- registros danificados/corroídos com iminência de grandes inundações; - aparelhos fora de serviços, grandes vazamentos, entupimentos; - reservatórios com iminência de grandes vazamentos;	- infiltração acidental atingindo as alvenarias em função de danos nas tubulações embutidas; - contaminação dos reservatórios;	- vazamentos nos aparelhos ou tubulações aparentes;
	<b>elétrica</b>	- quadro com partes energizadas não isoladas; - quadro com riscos para o usuário; - fiação com isolamento danificado (isolamento de pano, plástico, rompimento, ressecamento, sem isolamento); - sinais de curto circuito, manchas de queimado;	- fios obsoletos; - muitos fios em um mesmo eletrodutos;	-
	<b>ar-condicionado</b>	-	-	- instalação de aparelhos de ar-condicionado nas fachadas: os líquidos eliminados continuamente causam manchas e acúmulo de sujeira nos revestimentos;

Figura 58: avaliação de edificações a partir das condições dos componentes construtivos (continuação)

## 7.2 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES AO LONGO DO TEMPO

Com relação ao desempenho das edificações ao longo do tempo, podem ser feitas algumas observações. Através da análise dos dados obtidos, percebeu-se aspectos comuns entre as edificações, os quais dizem respeito aos períodos e aos tipos de intervenção. Percebeu-se uma seqüência de intervenções, comum a muitos dos prédios, caracterizando os períodos de construção, reformas e mau uso e/ou abandono, e a volta de sua utilização, através de trabalhos de restauração. Em cerca de 40% da amostragem, obteve-se dados completos referentes às datas das intervenções e relatos acerca de períodos de mau uso ou estado de abandono que levaram à intensificação da degradação. Da mesma forma, as intervenções de restauração registradas se apresentavam claras para a análise proposta. A partir do período de construção, um resumo do que foi observado é apresentado na figura 59.

<b>Construção</b>	<b>1a reforma</b>	<b>2a reforma</b>	<b>Mau uso/abandono</b>	<b>Restauração</b>
1773 a 1790	1860	1960 a 1980	1960 a 1980	1980 a 1990
1818 a 1889	1870 a 1900	1930 a 1970	1960 a 1980	1980 até hoje
1900 a 1940	1930 a 1960	1940 a 1980	1960 a 1980	1980 até hoje

Figura 59: períodos relativos às intervenções realizadas

As reformas ocorridas no período compreendido entre o final do século XIX e início do século XX são perfeitamente compreensíveis, pois estas procuravam adaptar os antigos sobrados coloniais ao conforto, ao gosto neoclássico e às novas posturas da construção, entre as quais uma exigia que os beirais, que derramavam as águas sobre os passeios, fossem substituídos pelas platibandas, fazendo com que as águas passassem a ser recolhidas por calhas e condutores pluviais. A maioria destas intervenções coincidem com um período áureo da construção em Porto Alegre. Além dos investimentos disponíveis, se tratava de uma época cuja qualidade de construção contava com novas tecnologias, artífices habilidosos e construtores reconhecidos, muitos vindos da Europa.

Por outro lado, as intervenções ocorridas em um segundo momento não garantiram à maioria das edificações a qualidade requerida. Tratava-se de uma nova situação econômica e social que não teve condições de manter ou resgatar o requinte exigido pelas gerações anteriores. Muitas destas intervenções são consideradas hoje como indevidas por terem provocado danos

ainda maiores nas edificações. O período seguinte demonstra o desinteresse pelos imóveis, muito em função de custos elevados de manutenção. Além disso, eram considerados prédios velhos e ultrapassados pela sua linguagem, opinião que partia principalmente da vanguarda modernista da época. Muitas edificações registram este como um período de mau uso ou até abandono. A partir de 1970, movida pelas manifestações de grupos interessados, a Câmara de Vereadores determina a realização do levantamento dos bens imóveis de valor histórico e cultural com vistas ao tombamento ou desapropriação. O reconhecimento ocorre mais tarde, a partir de 1979, através de Lei Complementar inserida no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, quando o patrimônio cultural edificado é considerado como parte integrante do planejamento urbano da cidade. Na seqüência deste processo, ocorrem diversas leis, decretos e incentivos para a preservação deste acervo.

Percebe-se, no entanto que o reflexo deste reconhecimento ocorre mais tarde, quando a partir da década de 90, a maioria das edificações recebe algum tipo de intervenção, inclusive com projetos especiais de restauração e reciclagem. A seqüência de intervenções, comum a muitas edificações, conforme comentado anteriormente, pode ser compreendida através da figura 60, que representa as intervenções em uma das edificações do estudo de caso.

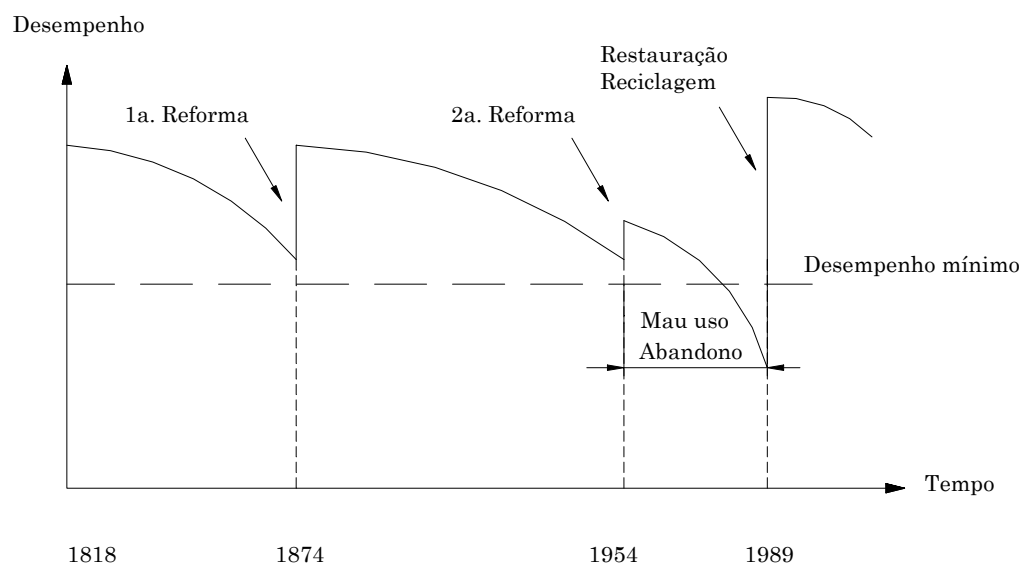


Figura 60: gráfico de intervenções ao longo do tempo em uma edificação construída no século XIX

A reflexão sobre os aspectos de durabilidade e vida útil voltados às edificações históricas pode, a partir das considerações feitas, gerar algumas conclusões. Percebe-se que, para que os

trabalhos voltados para a preservação das edificações do patrimônio cultural sejam efetivos, é necessária uma definição de critérios de intervenção, baseados na preocupação a respeito de quanto tempo o prédio restaurado ainda deve e pode cumprir o seu papel como monumento, e em que estado físico. Logo, estes critérios devem ser baseados em aspectos como a finalidade e a qualidade de projeto, a escolha devida de materiais, a previsão e a orientação de uso e ocupação, além de um programa de manutenção adequado. Afinal, a adoção dos mesmos, além de proporcionar uma forma de organização do processo de intervenção, pode levar a uma valorização ainda maior dos esforços pela preservação, através do proporcionamento de uma vida mais longa às edificações recuperadas.

### 7.3 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS APLICADO À ÁREA DE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO

Na busca de referências bibliográficas sobre os danos em edificações na área de restauro, poucos foram os textos técnicos baseados em princípios científicos encontrados no Brasil. Verificou-se a falta de bagagem e experiência registrada no país, mesmo conhecendo-se a riqueza de valor patrimonial que existe e os esforços para a preservação do mesmo. A necessidade da avaliação dos danos, a partir de textos científicos, levou à pesquisa junto à bibliografia sobre a patologia e terapia de edificações atuais. Através deste estudo, verificou-se a dificuldade de se utilizar muitos dos critérios ali adotados. Alguns cuidados devem ser tomados quando se espelha a avaliação das condições das edificações históricas utilizando-se da ciência atual da patologia das construções. Portanto, as considerações que seguem tem o objetivo de chamar a atenção sobre diferenças entre a patologia tradicional e a de prédios históricos.

As considerações mais relevantes dizem respeito à origem dos danos. O desenvolvimento das pesquisas na Engenharia Civil vem dando cada vez mais atenção aos aspectos concernentes à durabilidade das estruturas, analisando-se a influência das fases de produção das edificações sobre os processos de deterioração das mesmas. As estatísticas atribuem as causas de problemas patológicos aos fatores como defeitos de execução, de projeto, de uso, defeitos dos materiais, entre os principais. No entanto, esta forma de avaliação é utilizada para gerar índices atribuídos a edificações recentes. Esta abordagem de investigação não cabe para a



análise de edificações, cujos processos de construção muitas vezes são pouco conhecidos ou se perderam na história. Não seria possível, por exemplo, em função de não haver dados disponíveis, avaliar erros no processo de construção destas edificações.

Considera-se que, quando se trata do patrimônio cultural edificado, esta abordagem dada às edificações convencionais não pode ser adotada de igual modo. É difícil julgar e atribuir a origem de danos de edificações históricas às ações a que uma estrutura estaria sujeita na fase de planejamento e projeto, ou ainda, no emprego de materiais e práticas construtivas inadequadas quando na fase de execução, justamente por não serem conhecidas as condições em que esses fatos ocorreram. O uso de termos como “erros de projeto” e “defeitos de construção” determinando a origem de problemas em edificações históricas remete, pois a uma reflexão cuidadosa. Para D’ossat (1972), os defeitos de construção são aqueles derivados das insuficientes qualidades de resistência das estruturas, citando, como exemplo, erros na disposição dos elementos estruturais. Um defeito de conformação originário pode sobrecarregar outras partes da estrutura, vindo a comprometer o equilíbrio estático da edificação. No entanto, contradizendo o autor, é difícil atribuir a causa dos danos às condições originárias. Se a edificação ainda se encontra de pé, somente com um estudo mais aprofundado do modelo através de cálculos de verificação é possível dar-se conta da existência e da gravidade dos eventuais erros desta natureza.

Com relação ao projeto, algumas vezes, o detalhamento, ou a falta deste, pode influenciar na deterioração do edifício. Segundo Garden (1980) citado por John (1987), “o projeto, como o processo que decide como e onde um material vai ser usado, determina a durabilidade de materiais e componentes”. Como exemplo de detalhes de projeto, podem ser citadas as pingadeiras, que, dependendo do seu desenho, ocasionam ou acentuam a deterioração de fachadas, ao permitirem que a água escoe sobre as superfícies das paredes. As técnicas antigas apresentavam soluções inteligentes a fim de evitar problemas nas edificações, como por exemplo, a eficiência das espessas paredes de edificações antigas, as quais garantiam a inexistência de fissuras, não havendo o desconforto experimentado por muitos dos usuários dos prédios modernos. No entanto, outros fatores, como a falta de impermeabilização das fundações, seriam causadores de problemas de umidade.

O que, na verdade, se torna mais viável e útil é uma avaliação das etapas de utilização e manutenção, através de um levantamento documental. Por último ainda, a verificação das

intervenções realizadas ao longo do tempo na edificação como um todo, ou em partes da mesma, pode auxiliar na identificação das causas de danos.

Além disso, algumas dificuldades podem ser compartilhadas entre os primeiros estudos de manifestações patológicas de edificações convencionais e a situação atual da pesquisa relacionada à conservação e restauração do patrimônio edificado. Dal Molin (1988), em seu trabalho sobre estruturas de concreto armado, constatou uma realidade, afirmando que muito vinha sendo publicado sobre defeitos em edificações, suas causas e curas, mas infelizmente a informação era dispersa em um grande número de publicações que, muitas vezes, não se encontrava facilmente acessível. Quanto a levantamentos de casos patológicos ocorridos em edificações, poucos tinham sido realizados até então, apesar de se constituir em um ponto de partida para qualquer investigação neste sentido. Ao longo do tempo, porém, várias têm sido as contribuições para a organização destas informações e para a evolução das pesquisas sobre este universo de edificações.

Durante a pesquisa bibliográfica do presente trabalho, também se enfrentou a dificuldade da falta de referências bibliográficas sobre aspectos técnicos do patrimônio histórico no Brasil. No que diz respeito à produção científica no país, poucas ainda são as publicações que estão disponíveis para a pesquisa. O que se verifica, na verdade, são vários textos técnicos e relatos de estudos de caso, mas que não são necessariamente baseados em critérios científicos. Além disso, a maioria das publicações se encontra dispersa, o que faz do trabalho de compilação e organização destas ainda um esforço maior. Os grupos de pesquisa na área de conservação e restauração ainda vêm trabalhando de uma forma isolada. Felizmente, o que se percebe é a tendência destes grupos começarem a se organizar em forma de redes para melhor resolverem os problemas voltados para esta área.

É necessária uma visão mais técnica e o desenvolvimento de pesquisa científica na área de restauro no país. Se aplicados, porém, alguns conceitos da pesquisa sobre edificações convencionais, importante se torna o esclarecimento dos aspectos relevantes para a conservação e restauração, pois se tratam de prédios com características construtivas distintas e com valores diferentes a serem preservados. Por fim, considera-se essencial a preocupação de trabalhar com uma nova abordagem, contendo uma linguagem comum para o entendimento tanto de técnicos que atuam na área de edificações convencionais como para aqueles da preservação do patrimônio. A respeito das referências bibliográficas do Exterior, sugere-se que, para sua utilização, os textos sejam analisados através de uma leitura

cuidadosa, considerando que as técnicas de conservação e recuperação servem para tipos de materiais, linguagens arquitetônicas e tecnologias construtivas segundo circunstâncias locais.

#### 7.4 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO TRABALHO MULTIDISCIPLINAR

Avaliando-se a natureza diversa dos problemas que podem atingir uma edificação, verifica-se que o trabalho na área de conservação e restauração admite uma diversidade de campos do conhecimento. Conseqüentemente, deve ser tratada por equipes com o devido domínio técnico de cada um destes campos. Segundo Grote (1996), uma equipe multidisciplinar deve ser composta, no mínimo, de arquitetos, engenheiros, historiadores, arqueólogos e restauradores. Paralelamente trabalham especialistas como químicos e biólogos, para os casos de análises laboratoriais ou ensaios específicos. A figura 61 ilustra um caso de organização multidisciplinar.

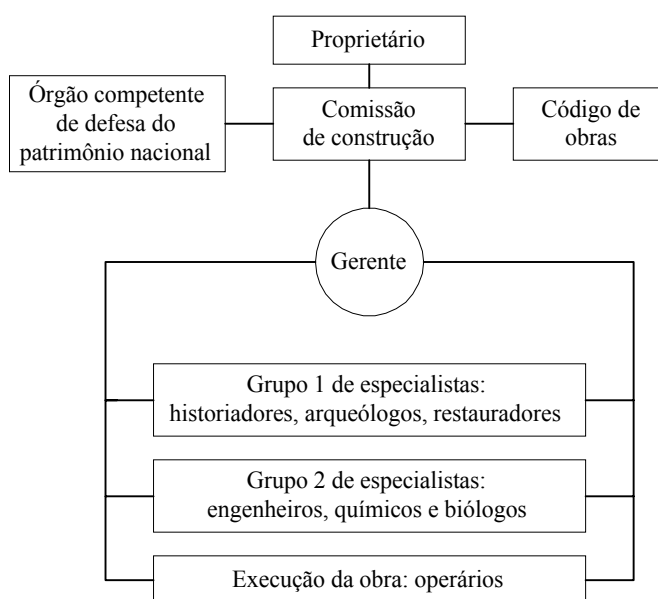


Figura 61: organograma de um trabalho multidisciplinar (baseado em Grote, 1996)

Este organograma ilustra, por exemplo, a distribuição de tarefas em um trabalho realizado na Alemanha. Um gerente aparece como o núcleo constante do grupo interdisciplinar e responsável pela recuperação do valor da obra arquitetônica como um todo. O perfil deste gerente, cargo ocupado predominantemente por arquitetos, deve conter uma visão holística do processo de restauração. O gerente não precisa necessariamente ter um domínio especialista,

mas deve saber com que especialistas pode contar, e quando deve inserí-los no processo de intervenção. Para um completo desenvolvimento do citado trabalho, participaram dois grupos de especialistas. Um composto por uma equipe técnica responsável pela identificação histórica, arqueológica, formal, estética e artística. E um segundo grupo com habilitações que contemplam a análise estrutural tanto macro, como no caso dos engenheiros, que podem vir a realizar ensaios de resistência de materiais, quanto micro, como os químicos e biólogos, os quais avaliam, através da coleta de amostras e verificação em laboratório, as condições dos mesmos. O quadro se completa com a mão-de-obra, na sua maioria, treinada para trabalhar com bens patrimoniais. Sabe-se, porém, das dificuldades e dos altos custos que acarretam a formação de uma equipe como esta. No entanto, este quadro pode ser considerado como exemplo, e, principalmente, deve ser entendido não como uma relação de subordinação, mas como um trabalho integrado, com interesses comuns a todos.

O trabalho de conservação e restauração exige, portanto, o envolvimento de uma equipe multidisciplinar de técnicos que se comuniquem, dialoguem, procurem se completar e explicar o fenômeno patrimonial de maneira mais abrangente e profunda possível. Este esforço gera, além de tudo, o enriquecimento mútuo e o aprimoramento do trabalho, garantindo com mais precisão o sucesso de intervenções a serem realizadas.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

O objetivo principal deste trabalho foi o de identificar os principais fatores e mecanismos de degradação que atuam sobre as edificações do patrimônio cultural. Através da caracterização dos principais fatores de degradação e dos danos ocorridos nas edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre, foi possível verificar a incidência destes fatores e mecanismos. Diante do trabalho realizado, podem ser feitas as seguintes considerações:

- considerando que o termo *fatores* é utilizado como sinônimo de *agente* ou *causa*, pode-se diagnosticar que os agentes climáticos, agentes biológicos e a ação do homem são os principais responsáveis pela degradação das edificações do patrimônio cultural. Os fenômenos provocados pela radiação solar, variação de temperatura, ação da umidade, ventos e constituintes do ar, além dos fenômenos causados pela biodeterioração, principalmente pelos microorganismos e insetos, podem ser apontados como os principais mecanismos de degradação destas edificações. Observou-se que a atuação dos fatores ou agentes depende, primeiro, das características dos materiais, suas propriedades e função, e segundo, da presença de um ou mais agentes de degradação. Verificou-se que as condições de exposição podem variar para um mesmo material ou componente, não somente em função dos agentes climáticos, mas também dos antropogênicos;

- de uma maneira geral, constatou-se que o universo de fenômenos que regem a deterioração das edificações do patrimônio cultural é extremamente complexo, em virtude, principalmente, da variedade de fatores envolvidos e da interação entre os mesmos. Além disso, constatou-se que os diversos tipos de manifestações patológicas que ocorrem nas edificações dificilmente apresentam uma única causa, sendo geralmente resultantes do sinergismo existente entre os diversos fatores que promovem a sua degradação;

- comprovou-se a ocorrência dos principais fatores sobre as edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre. Entre estes, verificou-se a influência do clima subtropical úmido, com altas taxas de umidade relativa do ar e as mudanças bruscas de temperatura. A presença de umidade é um elemento acelerador dos processos de degradação. O tipo de clima contribui também, especialmente, para o desenvolvimento de microorganismos e demais agentes biológicos. Verificou-se que o tipos mais freqüentes de danos ocorrem nos revestimentos de

argamassa, devido à presença de umidade. Também os elementos estruturais e de cobertura apresentam danos característicos causados, principalmente, pela presença de umidade e atividade de cupins. Os percentuais apontados para cada item estudado não são tão significativos, já que a relação total resultou em um equilíbrio entre os mesmos. Porém, o que pode ser apontado como significativo são os tipos de ocorrências verificadas. A descrição das ocorrências, apresentadas em forma de quadros-resumo, em função das características dos materiais e elementos, projeto e execução, biodeterioração e ação do homem, fornecem uma série de informações que podem auxiliar no planejamento da manutenção e prevenção de danos nestas edificações, evitando, dentro do possível, que essas situações venham a ocorrer ou continuem ocorrendo;

- através do levantamento, as informações que chamaram mais a atenção, são as que apontam o quanto danosa pode se tornar a ação do homem sobre o patrimônio construído. Os reflexos da chamada *síndrome do patrimônio*, ou seja, a vontade que se tem de salvar o que resta da identidade e da história de um povo, pode levar à perda maior ainda de bens. Os aspectos referentes à falta de conservação preventiva, às intervenções indevidas e ao desenvolvimento urbano são os mais evidentes. Sabe-se que as circunstâncias, freqüentemente, não permitem que sejam realizados os devidos trabalhos de conservação. Infelizmente, observou-se que, mesmo quando feitos, mas sem a devida orientação, acabam por gerar danos ainda maiores. Verificado que a ação do homem gera grande parte dos danos, a orientação para usuários também se torna uma das prioridades no processo de preservação do patrimônio cultural. A partir disso, pode se concluir, também, que a educação patrimonial voltada para os usuários e a formação e capacitação de técnicos são ações iminentes;

- constatou-se a necessidade do desenvolvimento de pesquisa científica abordando problemas referentes à conservação e restauração no Brasil. A organização de redes de pesquisa, como vem acontecendo, pode solucionar a questão dos trabalhos isolados. Mas, além disso, pode promover a adaptação de uma linguagem comum entre os pesquisadores, incentivar o desenvolvimento de trabalhos com maior critério científico e contar com a contribuição de outras disciplinas e demais áreas do conhecimento;

- concluiu-se ser de extrema importância o envolvimento de equipes multidisciplinares nos trabalhos de avaliação do estado de degradação das edificações do patrimônio cultural, em função da gama de conhecimentos necessários para o entendimento da ação de todos os agentes e mecanismos. Isso justifica também o motivo pelo qual os textos não foram

aprofundados, pois o que é importa ao técnico, é que ele tenha a noção do universo de problemas que devem ser sanados para recuperar uma edificação. Principalmente, ao técnico, responsável por dirigir uma obra de conservação e restauração, cabe identificar o que deve ser investigado e quais os especialistas que devem ser chamados para a realização, por exemplo, de prospecções e análise de materiais. Além disso, o técnico deve aprender a compreender para que servem as respostas dadas através dos dados gerados pelas investigações dos especialistas.

O que se espera, a partir deste trabalho, é poder dar continuidade a essa linha de pensamento, desejando a realização cada vez mais freqüente de discussões que possam contar com a contribuição de várias áreas do conhecimento para a preservação do patrimônio cultural.

## 8.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para o desenvolvimento de trabalhos futuros, sugere-se:

- que qualquer trabalho futuro, se preocupe em realizar, antes de tudo, um trabalho com um grupo focalizado (*focus group*), do qual façam parte profissionais de áreas diferentes de atuação, proporcionando a identificação de questões e respostas de um grupo multidisciplinar;
- a discussão de questões relativas à *legislação, poder público, proprietários e técnicos*, a fim de se entender o papel do técnico e a importância do seu conhecimento no universo de interesses pela preservação do patrimônio;
- a organização de dados que trate de técnicas e processos construtivos utilizados em Porto Alegre, como existe para as edificações de outros sítios históricos, como por exemplo, os encontrados nos Estados de Minas Gerais e Pernambuco. O estudo da história da arquitetura não requer somente o entendimento das questões sócio-econômicas e culturais, mas também dos aspectos técnicos, justamente para disponibilizar dados que possam ser úteis no momento da intervenção em um prédio ou da revitalização de um sítio.
- o desenvolvimento de trabalhos específicos, sobre danos em coberturas, prevenção e combate de cupins, prevenção de danos em fachadas, além da continuidade das pesquisas relacionadas à umidade nas edificações e argamassas de recuperação;

- a realização de um levantamento sobre soluções técnicas dadas ao longo de tempo a problemas em prédios históricos, através de estudos de caso. A verificação dos efeitos positivos ou negativos destas soluções poderia contribuir com a pesquisa de materiais e técnicas de conservação e restauração;
- a compilação de um Caderno de Especificações para Manutenção de Edificações Históricas, a partir de estimativas sobre o tempo necessário para repinturas de fachadas, revisões de telhado, proteção de elementos de serralharia, etc...;
- a compilação de um Manual para o Usuário, contendo as informações necessárias para que também o usuário saiba utilizar o prédio de forma adequada para a sua conservação após a sua restauração.



## REFERÊNCIAS

- AGRAWAL, O. P., DHAWAN, S. (Ed.). International Conference of Biodeterioration of Cultural Property. 1989, Lucknow, India, **Proceedings...** Lucknow: National Research Laboratory from Conservation of Cultural Property, ICCROM, 1989.
- ALLSOP, D.; SEAL, K. J. **Introduction to Biodeterioration**. Londres: Edward Arnold, 1986.
- ALLSOPP, D. O. intercâmbio entre restauradores/bibliotecários e biólogos. In: Curso de treinamento em biodeterioração e conservação em museus, bibliotecas e patrimônio cultural. **Resumos...** Porto Alegre: UNESCO/MIRCEN/UNEP/ICRO/ FEPAGRO/UFRGS, 2000. 1 CD-ROM.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Practice for Developing Accelerated Test to Aid Prediction of the Service Life of Building Components and Materials**. E 632-82 (Reapproved 1996). Annual Book of ASTM Standards, section 14, v. 1402, Philadelphia, 1998.
- ANDRADE, A. L. D. **Um estado completo que pode jamais ter existido**. 1993. 168 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- ANDRADE, J. J. O. **Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no Estado de Pernambuco**. 1997. 148 f. . Dissertação (Mestrado). Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- ANDRADE, R. M. F. La conservación de lugares urbanos. In: **La conservación de los bienes culturales, com especial referencia a las condiciones tropicales**. 2. ed. Paris: UNESCO, 1979.
- ARENDRT, C.; SEELE, J. **Feuchte und Salze in Gebäude**. 2.ed. Leinfelden-Echterdingen: Verlagsanstalt Alexander Koch GmbH, 2001. 168p.
- ARGAN, G.C. **História da arte como história da cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1992.
- ARZTEGUI, J. M. **Parâmetros do Conforto Térmico de Porto Alegre**. Porto Alegre: Curso de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1977.
- \_\_\_\_\_. **Desempenho térmico de janelas: contribuição para o estudo de uma regulamentação de conforto térmico natural nos edifícios**. Porto Alegre: Curso de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1984. Caderno Técnico 75.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14037: Manual de operação, uso e manutenção das edificações**. São Paulo, 1997.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**. 5. ed. RJ: LTC, 1999. 951 p.

BERTUSSI, P. I. In: BERTUSSI, P. I. et al. **A Arquitetura no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1983.

BIANCHIN, A. C. **Influência do proporcionamento dos materiais constituintes no desempenho de argamassas para reboco de recuperação de alvenarias contaminadas por umidade e sais**. 1999. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BRANDI, C. **Teoría de la Restauración**. Madrid: Alianza Editorial, 1993.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. **Código Penal**. 39. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BSI 5262**: External rendered finishes.[S.l.],1976.

CABRITA, A. R.; AGUIAR, J.; APPLETON, J. **Manual de apoio à reabilitação dos edifícios do Bairro Alto**. Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa/Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), 1992.

CASCUDO, O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto - inspeção e técnicas eletroquímicas**. São Paulo: Pini; Goiânia, GO: Editora UFG, 1997.

CASTRO, S. R. **O Estado na preservação de bens culturais: o tombamento**. Rio de Janeiro: Renovar, 1991. 161 p.

CHING, Francis D. K. **Dicionário Visual de Arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 1999. 319 p.

CHOAY, F. **A alegoria do patrimônio**. Título original: L'allégorie du patrimoine. Tradução de Luciano Vieira Machado. São Paulo: Estação Liberdade: UNESP, 2001. 284 p.

CINCOTTO, M. A. **Argamassas de Revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio**. São Paulo: IPT, 1995. Boletim 68. 118 p.

CINCOTTO, M. A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, **Tecnologia de Edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 549-554.

COMITE EURO-INTERNACIONAL DU BETON. **CEB-FIP Model Code 1990 Design Code**. Bulletin D'Information no. 213/214. Suíça, 1993.

CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT POUR LA RECHERCHE L'ÉTUDE ET LA DOCUMENTATION & RÉUNION INTERNATIONALE DES LABORATOIRES D'ESSAIS ET DE RECHERCHES SUR LES MATÉRIAUX ET LES CONSTRUCTIONS. **CIB W80/RILEM 71-PSL. On prediction of service life of building material and components**. Rotterdam, 1983. 98 p.

CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT POUR LA RECHERCHE L'ÉTUDE ET LA DOCUMENTATION. Working Comissions W60. **Working with the performance approach in building**. Rotterdam, 1982. 30 p. CIB Report. Publication, 64.

CONSELHO INTERNACIONAL DE MONUMENTOS E SÍTIOS (Coord.). **Curso de Formação de Agentes de Preservação**. São Paulo, 1989. Apostila.

COSTA, L. M. **Bens Integrados**. Brasília: IPHAN, 1992. Relatório.

CURTIS, J. N. B. **Preservação Urbana: implicação de uma postura e extensão de um conceito**. Porto Alegre: [s.n.], 1981.

CURY, I. (Org.). **Cartas Patrimoniais**. ed. rev. e ampl. Brasília: IPHAN/DEPROM, 2000. 383 p.

D'OSSAT, G. A. **Guide to the Methodical Study of Monuments and Causes of their Deterioration**. Roma: ICCROM, 1972.

DAL MOLIN, D. C. D. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamentos de casos ocorridos no Estado do Rio Grande do Sul**. 1988. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

DUARTE, R. B. Segurança contra o fogo. In: DUARTE, R. B. **Patologia das Edificações I**. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. Notas de aula.

ELDRIDGE, H.J. **Construcción: Defectos Comunes**. Barcelona: GG, 1982

FEILDEN, B. M. **Conservation of historic buildings: technical studies in the arts, archaeology and architecture**. England: Butterworth, 1982. 472 p.

FORTIFIED for the future: Basílica of St. Francis of Assisi in Italy. **Nickel**. The magazine devoted to nickel and its applications. Toronto, mar. 2000, vol. 15, n. 3.

FRANCO, S. C. **Porto Alegre: guia histórico**. 3. ed. POA: UFRGS, 1988. 441 p.

GALVANI, V. Nova ameaça ao Velho Mercado. **Correio do Povo**. Porto Alegre, 06 abr. 1975.

GAYLARDE, C. C. Biodeterioração do patrimônio cultural. In: Curso de treinamento em biodeterioração e conservação em museus, bibliotecas e patrimônio cultural, 2000, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: UNESCO/MIRCEN/UNEP/ICRO/ FEPAGRO/UFRGS, 2000. 1 CD-ROM.

GAYLARDE, C. C.; GAYLARDE, P. M. Biodeterioration of painted walls and its control. In: International RILEM Workshop: Microbial Impact on Building Materials, 1., 2000, São Paulo. **Abstracts...** São Paulo: USP, 2000.

GRATWICK, R. T. **La humedad en la construccion: sus causas y remedios**. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1971. 334 p.

GROTE, Rolf-Jürgen (Org.) **Der Kaiserdom in Königslutter: ein Kulturdenkmal auf dem Prüfstand**. Hannover: Institut für Denkmalpflege im Niedersächsischen Landesverwaltungsamt, 1996. 125 p.

- GUSMÃO F<sup>o</sup>, J. A. G.; JUCÁ, J. F. T.; SILVA, J. M. J. Mecanismos dos movimentos dos morros de Olinda. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, 8., 1986, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1986. p. 135-149.
- HASENACK, H.; FERRARO, L. W. Clima urbano. In: MENEGAT, R. (Coord.) **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre, Ed. Universidade/UFRGS, 1998. p. 147-150.
- INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. Centro Histórico de Goiás. Disponível em: <<http://www.iphan.gov.br/bens/mundial/p.17.htm>>. Acesso em: 10.dez.2002.
- INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Manual de Apresentação de Projetos**. Recife, 2001a.
- INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Manual de Conservação Preventiva**. Recife, 2001b.
- JANTZEN, S. A. D. **Renovação urbana e reciclagem: orientação para a prática de atelier**. Pelotas: Livraria Mundial, 1996.
- JIMÉNEZ, F. J. Tecnologia previa a la restauración de edificios históricos. **Informes de la Construcción**. v. 50, n° 460, p. 5-16, mar/abr. 1999.
- JOHN, V. M. **Avaliação da durabilidade de materiais componentes e edificações: emprego do Índice de Degradação**. 1987. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- KIEFER, F; LUZ, M. La arquitectura de Porto Alegre. **ELARQA - Revista de Arquitectura & Diseño**, Montevideo, Uruguai, n. 33, fev. 2000. Edição bilingüe espanhol/português.
- KLEIN, D. L.; MORO, A. M.; MANDARINO, T. Metodologia para a recuperação de obras históricas. In: V Congresso Iberoamericano de Patología de las Construciones, 5., 1999, Montevideo. **Anais...** Montevideo: CIB W86/ TG40, 1999. vol 3 p. 1599 a 1606.
- LACY, R. E. Driving-rain maps and the onslaught of rain on buildings. In: **Moisture problems in buildings**. RILEM/CIB Symposium. Helsinki, 1965.
- LEAL, F. M. **Restauração e conservação de monumentos brasileiros**. Série Patrimônio Cultural, publ. n° 1 – Curso de Especialização em Restauração e Conservação de Monumentos e Conjuntos Históricos, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1977. 171p.
- LIVI, F. P. Elementos do clima. In: MENEGAT, R. (Coord.) **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1998. p. 73-78.
- MACEDO, F. R. **História de Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS, 1993. 88p., il.
- MASCARÓ, L. R. **Ambiência urbana = Urban environment**. Porto Alegre: Sagra: DC Luzzatto, 1996. 199 p. Edição bilingüe: português-inglês.
- MASCARÓ, L. R. **Energia na Edificação: estratégia para minimizar seu consumo**. São Paulo: Projeto, 1985.

MASCARÓ, L. R. **Energia na Edificação: estratégia para minimizar seu consumo**. São Paulo: Projeto, 1986. Anexos.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. Agregados. In: \_\_\_\_\_. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini, 1994. Cap. 7, p. 239-243.

MEIRA, A. L.G. **O Passado no Futuro da Cidade – Políticas Públicas e Participação dos Cidadãos na Preservação do Patrimônio Cultural de Porto Alegre**. 2001. 271f. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MENEGAT, R. (Coord.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1998. 236p.

MERINO, F. L. Patologia de la madera, hongos e insectos xilófagos, In: Colégio Oficial de Arquitectos de Madrid - (Org.). **Curso de Patologia: Conservación y Restauración de Edificios** - tomo 2 – Madrid: Graficinco, 1991.

OLIVEIRA, M. M. **Tecnologia da Conservação e da Restauração: materiais e estruturas: roteiros de estudos**. Salvador: UFBA, 1995.

OLIVEIRA, M. M.; SANTIAGO, C.C.; LEAL, J.L. **Rudimentos para oficiais de conservação e restauração**. Rio de Janeiro: ABRACOR, 1996. 116p.

ORIAL, G.; BRUNET, A. Alterations des marbres de L'église de Sanit Genis des Fontaines, France: Cas d'une étude microbiologique. Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques, France. . In: International RILEM Workshop: Microbial Impact on Building Materials, 1., 2000, São Paulo. **Abstracts...** São Paulo: USP, 2000.

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

PETRUCCI, E. G. R. **Materiais de Construção**. Porto Alegre: Globo, 1982, 435 p.

PETRUCCI, H.M.C. **A alteração da aparência das fachadas dos edifícios: interação entre as condições ambientais e a forma construída**. 2000. 107p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

POLISSENI, A. E. **Método de campo para avaliar a capacidade impermeabilizante de revestimentos de parede: método do cachimbo**. 1985. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre**. Lei Complementar 434, de 24 de dezembro de 1999. Disponível em <<http://www.portoalegre.rs.gov.br>>. Acesso em 25. maio 2002.

PUCCIONI, S. **Roteiro de preenchimento do formulário sobre o Estado de Conservação do Inventário Nacional de Bens Imóveis**. [S.l.]:IPHAN, 199-.

- REIS FILHO, N. G. **Quadro da Arquitetura no Brasil**. 6. ed. São Paulo: Perspectiva, 1987.
- RIEDERER, J. **Restaurieren und Bewahren - Restaurar e preservar**. Colônia: Paling, 1999. 86 p. Edição bilingüe alemão-português.
- RIETH, J. L. Conservação da Travessa dos Venezianos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARQUITETURA VILANOVA ARTIGAS, 12., 1985, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: [s.n.], 1985.
- RIVERO, R. **Arquitetura e Clima**. Porto Alegre: Luzzatto, 1985.
- SATTLER, M. **Dias climáticos típicos para projeto térmico de edificações em Porto Alegre**. Boletim Técnico, Porto Alegre, CIENTEC, n.9, 1989.
- SCHUMACHER, E. L. **O Restauro do Mercado Público de Porto Alegre**. 1998. Tese (Doutorado) Scuola di Restauro dei Monumenti, Università di Roma "La Sapienza", Roma.
- SEELE, J. **Restauro de edificações históricas..** Tópicos especiais em engenharia. Porto Alegre: NORIE/CPGEC/UFRGS; 2000. Apostila.
- SERVIÇO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Ficha de Inspeção**. Brasília: Fundação Nacional Pró-Memória, (s.a.).
- SHIRAKAWA, M. A. Fungos em ambientes internos e em argamassas. In: Curso de treinamento em biodeterioração e conservação em museus, bibliotecas e patrimônio cultural. **Resumos...** Porto Alegre: UNESCO/MIRCEN/UNEP/ICRO/ FEPAGRO/UFRGS, 2000. 1 CD-ROM.
- SHIRAKAWA, M. A.; CINCOTTO, M. A.; GAMBALE, W. Padronização de teste acelerado para avaliação da resistência de argamassas de revestimentos de interiores ao crescimento de fungos. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 3., 1999, Vitória,. **Anais...** Vitória: PPGEC/ ANTAC. 1999. p. 568-578.
- SILVA LIMA, C. B et al. Emissões atmosféricas: impacto na qualidade do ar. In: MENEGAT, R. (Coord.), **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1998. p. 163-168.
- SILVA, E. A.; MEDEIROS, J. P.; GOIS, T. L.C. **Manual do morador de Olinda**. Olinda: Fundação Centro de Preservação dos Sítios Históricos de Olinda 1992. 97 p.
- SILVA, J. Vandalismo: uma conta de pelo menos 1,6 milhão. **Zero Hora**, Porto Alegre, 09 jun.2002.
- UBER, L. L. **A climatologia aplicada ao ambiente construído: uma contribuição à caracterização climática de Porto Alegre**.1992. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- URIARTT, A. A madeira como material de construção. In: BAUER, L. A. F. (Coord.) **Materiais de Construção**. 5. ed. rev. Rio de Janeiro: LTC, 1999. p. 439-524.
- VAN VLACK, L. **Princípios de Ciência dos Materiais**. 13. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. 427p.

VASCONCELOS, S. **Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos**. 5. ed. Série Patrimônio Cultural, publ. nº 2 – Curso de Especialização em Restauração e Conservação de Monumentos e Conjuntos Históricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1979. 186 p.

VERÇOZA, E. **Impermeabilização na construção**. 2. ed. Porto Alegre: Sagra, 1987. 150 p.

WEIMER, G. Estruturas sociais gaúchas e arquitetura. In: BERTUSSI, P. I. et al. **A Arquitetura no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1983.

**APÊNDICE A – INSTRUMENTO PARA LEVANTAMENTO DE  
DADOS: ESTUDO PILOTO**



<b>QUADRO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS</b>	<b>Fonte: IPHAN - 5a.SR - Recife/PE</b>
--	---

<b>Identificação:</b>		<b>Agentes</b>																
<b>Localização:</b>		<b>MA</b>	<b>Biológicos</b>				<b>Uso</b>				<b>Incêndios</b>				<b>Umidade</b>			
<b>Características gerais da edificação</b>	Entorno: _____ Uso atual: _____ Período de Construção: _____ Área: _____ No. Pavim.: _____	Climáticos	Vegetação	Microorganismos	Insetos	Animais de pequeno porte	Desgaste natural	Sobrecarga	Vandalismo	Intervenções indevidas	Instalações elétricas	Raios	Utilização do imóvel	Ascensional	Condensação	Intempéries (ext.)	Intempéries (int.)	
	<b>PARTES DA EDIFICAÇÃO</b>																	<b>MATERIAIS</b>
		Terra	Pedra	Mad.	Arg.	Cer.	Pint.											
<b>Estrutura</b>	fundação																	
	vigas																	
	pilares																	
	paredes																	
	cobertura																	
<b>Elementos integrantes</b>	aberturas e vãos																	
	esquadrias																	
	portas																	
<b>Partes autônomas</b>	pisos																	
	forros																	
	beirais																	
	serralheria																	
	escadas																	
	revestimentos																	

<b>Observações:</b>
<b>Tipos de reparos:</b>
<b>Custos de recuperação:</b>

**APÊNDICE B– INSTRUMENTO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS:  
ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO**

**QUADRO DE LEVANTAMENTO DE DADOS** Fonte: \_\_\_\_\_ Tipo de documento: \_\_\_\_\_ Ano: \_\_\_\_\_

**Identificação da Obra:** Entorno: \_\_\_\_\_  
 Localização: \_\_\_\_\_ Função: \_\_\_\_\_  
 Período de construção: \_\_\_\_\_ Condições de uso: \_\_\_\_\_

Sistema construtivo	A	B	C	Obs.:		
<b>Parte da edificação</b>	<b>Componentes</b>			<b>Características</b>	<b>Agentes</b>	<b>Mecanismos e Danos</b>
<b>Estrutura</b>	alicerces					
	lajes e entrepisos					
	pilares					
	vigas					
	arcos e abóbodas					
	paredes externas					
<b>Cobertura</b>	paredes internas					
	entelhamento					
	estrutura do telhado					
	cúpulas					
	terraços					
<b>Esquadrias e vãos</b>	calhas e condutores					
	portas internas					
	portas externas					
	portas externas: ombreira/verga					
	janelas					
<b>Elementos autônomos</b>	janelas: ombreira/verga/peitoril					
	beirais					
	platibandas					
	cimalhas					
	elementos decorativos					
	escadas internas					
	escadas externas					
	balaústres					
gradis						
<b>Revestimento</b>	forros					
	pisos internos					
	pisos externos					
	paredes internas					
	paredes externas					

QUADRO DE LEVANTAMENTO DE DADOS		Fonte: IPHAN 12a. SR	Tipo de documento: Relatório de vistoria	Ano: 1996		
<b>Identificação da Obra:</b> NONONO <b>Localização:</b> NONONO <b>Período de construção:</b> 1880-1890		<b>Entorno:</b> urbano, próximo a rio <b>Função:</b> cultural <b>Condições de uso:</b> uso pleno, mas sem manutenção				
Sistema construtivo	A	B	C	Obs.:		
Parte da edificação	Componentes			Características	Agentes	Mecanismos e Danos
<b>Estrutura</b>	alicerces			SC 1.1	TC 2	TC 2.1.2
	lajes e entrepisos			SC 2.1	AC 3 / AB 6	AC 3.1.1d / AB 6.1.1
	pilares			SC 2.1	AC 3 / AB 6	AC 3.1.1d / AB 6.1.1
	vigas			SC 2.1	AC 3 / AB 6	AC 3.1.1d / AB 6.1.1
	arcos e abóbodas			SC 3.4	AC 2	AC 2.1.2
	paredes externas			SC 3.4	AC 3	AC 3.1.2 c
	paredes internas			SC 3.4 / SC 3.6	AC 3	AC 3.1.2 c
<b>Cobertura</b>	entelhamento			CB 1.2	AH 1	AH 1.1
	estrutura do telhado			CB 2.1	AC 3 / AB 6 / AH 1	AC 3.1.1d / AB 6.1.1 / AH 1.1
	cúpulas			não existente		
	terraços			não existente		
	calhas e condutores			CB 5.3	AH 1 / AP 7	AH 1.1 / AP 7.3.2
<b>Esquadrias e vãos</b>	portas internas			EV 1.1	AB 6	AB 6.1.1
	portas externas			EV 1.1	AC 1 / AB 6	AC 1.2 / AB 6.1.1
	portas externas: ombreira/verga			EV 2.3	sem dados	sem dados
	janelas			EV 1.1	AC 1 / AB 6	AC 1.2 / AB 6.1.1
	janelas: ombreira/verga/peitoril			EV 2.3	sem dados	sem dados
<b>Elementos autônomos</b>	beirais			não existente		
	platibandas			EA 1.1	AC 6 / AB 5 / AH 3	AC 6.1 / AB 5.2.2 / AH 3.3.1
	cimalhas			EA 1.1	AC 6 / AH 3	AC 6.1 / AH 3.3.1
	elementos decorativos			EA 1.2	AC 6 / AH 3	AC 6.1 / AH 3.3.1
	escadas internas			EA 2.1	AB 6	AB 6.1.1
	escadas externas			não existente		
	balaústres			não existente		
gradis			existente: portão	AC 3	AC 3.4.1	
<b>Revestimento</b>	forros			R 1.2	AC 3 / AB 6	AC 3.1.1d / AB 6.1.1
	pisos internos			R 2.1	AC 3 / AB 6	AC 3.1.1d / AB 6.1.1
	pisos externos			R 2.6	sem dados	sem dados
	paredes internas			R 3.3 f/c	AC 3	AC 3.1.2 c
	paredes externas			R 3.3 a/f	AH 5	AH 5.2.1

**APÊNDICE C – QUADRO DE CARACTERÍSTICAS DAS  
EDIFICAÇÕES**

Características das edificações			
Sistemas Construtivos			
A - paredes nortantes			
B - estrutura autônoma com paredes de vedação			
C - estrutura mista			
Estrutura	Código	Descrição	
Fundações	SC 1.1	alvenaria de pedra	Argamassa a. barro b. cal c. cimento
	SC 1.2	alvenaria de tijolos maciços	
	SC 1.3	radier	
	SC 1.4	estacas	
Estrutura autônoma	SC 2.1	madeira	
	SC 2.2	concreto armado	
	SC 2.3	metálica	
Paredes (estruturais/vedação)	SC 3.1	taipa	Argamassa a. barro b. cal c. cimento
	SC 3.2	alvenaria de pedra	
	SC 3.3	alvenaria mista - pedra e tijolo maciço	
	SC 3.4	alvenaria de tijolo maciço	
	SC 3.5	alvenaria de tijolo furado	
	SC 3.6	estruque	
Cobertura	Código	Descrição	
Entelhamento	CB 1.1	telha cerâmica tipo capa e canal	
	CB 1.2	telha cerâmica tipo francesa (marselha)	
	CB 1.3	telha de ardósia	
	CB 1.4	telha metálica	
Estrutura do telhado	CB 2.1	madeira	
	CB 2.2	metálica	
Cúpulas	CB 3.1	folha de cobre	
	CB 3.2	folha de zinco	
Terraços	CB 4.1	c/ pavimentação	
	CB 4.2	c/ impermeabilização	
Calhas e condutores	CB 5.1	ferro	a. externos b. internos
	CB 5.2	cobre	
	CB 5.3	zinco	
Esquadrias e vãos	Código	Descrição	
Portas e Janelas	EV 1.1	madeira	
	EV 1.2	metálica	
Portas: ombreira/verga & Janelas: ombreira/verga/peitoril	EV 2.1	madeira	
	EV 2.2	metálica	
	EV 2.3	tijolo	
	EV 2.4	cantaria	
	EV 2.5	argamassa	
	EV 2.6	concreto armado	

Elementos autônomos	Código	Descrição	
Beirais, platibandas, cimalhas, balaústres, elementos decorativos	EA 1.1	alvenaria de tijolo	
	EA 1.2	argamassa (armada ou não)	
	EA 1.3	cantaria	
	EA 1.4	estruque	
	EA 1.5	gesso	
	EA 1.6	madeira	
	EA 1.7	pré-moldados em cimento	
	EA 1.8	telha	
Escadas	EA 2.1	madeira	
	EA 2.2	metálica	
	EA 2.3	alvenaria de tijolo	
	EA 2.4	alvenaria de pedra	
	EA 2.5	concreto armado	
Revestimentos	Código	Descrição	
Forros	R 1.1	estruque	
	R 1.2	madeira: macho-e-fêmea; saia-e-blusa ou gamela	
	R 1.3	gesso	
Pisos	R 2.1	assoalho (taboado corrido)	
	R 2.2	cimento alisado	
	R 2.3	granitina	
	R 2.4	granito	
	R 2.5	ladrilho hidráulico	
	R 2.6	lajota	
	R 2.7	mármore	
	R 2.8	parquet ou tacos	
	R 2.9	pedra grês, tipo lajeado	
	R 2.10	pedra portuguesa	
Paredes	R 3.1	pedra aparente	Acabamentos a. azulejos b. escaiola c. papel de parede d. pintura a cal e. pintura acrílica f. pintura PVA g. pintura mural h. pedra em placa i. pedra em mosaico j. pastilhas k. cirex
	R 3.2	tijolo aparente	
	R 3.3	reboco	

## **APÊNDICE D – QUADRO DE FATORES DE DEGRADAÇÃO**

Características da Edificação			Mecanismos e Danos		
IM	Implantação				
IM 1	Orientação	IM 1.1	diz respeito à insolação, à direção dos ventos predominantes e da chuva.		
IM 2	Condições geotopográficas	IM 2.1	a natureza do terreno onde está assentada a edificação é um fator de entorno extremamente relevante, pois de acordo com as suas características geológicas e geomorfológicas ou ainda a declividade, facilitam ou dificultam a drenagem natural do local, bem como podem influenciar no comportamento estrutural do edifício.		
MA	Materiais				
MA 1	Danos de origem	MA 1.1	Madeira	MA 1.1.1	presença de defeitos como nós, fendas ou fibras torcidas, dependendo da sua distribuição, dimensões e de sua localização, pode comprometer o desempenho da peça.
				MA 1.1.2	tipo de madeira, capacidade de resistência e solicitações a que vai ser submetida.
				MA 1.1.3	condições de secagem.
		MA 1.2	Pedras naturais	MA 1.2.1	fissuras provocadas no processo de conformação.
				MA 1.2.2	danos na sua estrutura resistente causados pelo processo de extração, transporte ou manuseio na obra.
		MA 1.3	Materiais cerâmicos	MA 1.3.1	qualidade da argila.
MA 1.3.2	processo de queima.				
MA 2	Danos causados por agentes	MA 2.1	Madeira	MA 2.1.1	a umidade pode determinar redução na resistência mecânica e variação dimensional.
				MA 2.1.1	ataque de fungos e insetos.
		MA 2.2	Pedras naturais	MA 2.2.1	desgaste ou perda de partes em função dos agentes climáticos.
				MA 2.2.2	desgaste pela ação de agentes biológicos.
				MA 2.2.3	abrasão e desgaste pelo uso normal ou pelo uso abusivo.
		MA 2.3	Materiais cerâmicos	MA 2.3.1	presença de umidade e sais.
MA 2.3.2	solicitações mecânicas ao longo do tempo.				
TC	Técnicas construtivas				
TC 1	Fatores de projeto	TC 1.1	projeto e clima	TC 1.1.1	materiais incompatíveis com o clima.
				TC 1.1.2	elementos cujos materiais apresentam resistência insuficiente para as situações expostas.
				TC 1.1.3	fissuras causadas por movimentação térmica em função da diferença de comportamento de materiais.
		TC 1.2	falta de detalhes construtivos	TC 1.2.1	inexistência de pingadeiras, por exemplo.
TC 2	Defeitos de construção ou erros no processo construtivo	TC 2.1	fundações	TC 2.2.1	alvenaria de pedra ou tijolo: acomodações ou recalques.
				TC 2.2.2	de madeira: apodrecimento.
		TC 2.2	alvenaria e estrutura	TC 2.3.1	cargas excessivas concentradas.
				TC 2.3.2	deterioração das argamassas.
				TC 2.3.3	limitada durabilidade dos materiais.
		TC 2.3	cobertura	TC 2.4.1	deterioração e ruptura das peças.
TC 2.4.2	impermeabilização insuficiente dos terraços.				



Agentes de Degradação			Mecanismos e Danos		
AC	Agentes Ambientais ou Climáticos				
AC 1	Radiação solar	AC 1.1	raios ultravioletas sobre materiais orgânicos, como a madeira, têxteis e pigmentos, causam desbotamento e provocam perda de resistência.		
		AC 1.2	em combinação com trocas rápidas de umidade, pode causar desgaste do material, provocando descolamento.		
AC 2	Temperatura	AC 2.1	variação de temperatura	AC 2.1.1	a variação da temperatura, em conjunto com a presença de água nos materiais, atua como elemento acelerador do processo de deterioração. O aumento do teor de umidade nos materiais provoca a expansão volumétrica, ocorrendo o contrário, ou seja, a retração, quando essa umidade deixa o material. Os fenômenos de expansão e retração são chamados de movimentação higroscópica. No caso de revestimentos, a retração por secagem gera tensões nas argamassas podendo causar fissuras que prejudicam a estética e contribuem para a penetração de umidade no interior dos mesmos.
				AC 2.1.2	fissuras podem apresentar um comportamento de movimentação abertura/fechamento caracterizado como cíclico, com alternância de abertura nos meses mais frios do ano e fechamento nos mais quentes.
AC 3	Água	AC 3.1	umidade	AC 3.1.1	umidade de infiltração
				AC 3.1.2	umidade por capilaridade
				AC 3.1.3	umidade por condensação
				AC 3.1.4	umidade da obra
				AC 3.1.5	umidade acidental
			a. bolor b. bolhas c. eflorescências (sais) d. apodrecimento e. descolamento f. fissuras g. mancha h. desagregação		
		AC 3.2	contaminação ambiental	AC 3.2.1	através do lençol freático, por capilaridade, manifestando sais, ou ainda por gases e partículas dispersas na atmosfera.
		AC 3.3	ação gelo/degelo	AC 3.3.1	congelamento de água nas tubulações e conseqüente rompimento das mesmas.
				AC 3.3.2	a expansão da água que se encontra nas camadas superficiais tem forças suficiente para esfarinhar e remover o material - efeito imperceptível, mas que apresenta danos com a repetição do processo ao longo do tempo.
		AC 3.4	corrosão	AC 3.4.1	corrosão química, conhecida como oxidação, a qual se dá por uma reação gás metal, com formação de uma película de óxido. É um processo lento e não provoca deterioração substancial das superfícies metálicas, exceto quando se tratar de gases extremamente agressivos.
AC 3.4.2	corrosão ambiental, surge a partir da evolução da corrosão química, em função da exposição e ataque dos agentes agressivos presentes na atmosfera ao longo do tempo, levando à perda de massa. Relacionada a elementos metálicos de escadarias externas, terraços ou esquadrias. Geralmente implica na substituição do elemento.				
AC 3.4.3	corrosão eletroquímica é a que efetivamente traz problemas às obras civis. Trata-se de um ataque que ocorre em meio aquoso, como resultado da formação de uma pilha ou célula de corrosão com eletrólito e diferença de potencial entre trechos da superfície do aço. Acarreta perda de massa. Situação mais freqüente: concreto armado.				

AC 4	Vento	AC 4.1	a água da chuva, dirigida pela pressão do vento, penetra em fissuras, fendas e materiais porosos, após atingido o ponto de saturação das superfícies, provocando infiltrações e danos internos.		
AC 5	Chuva	AC 5.1	exposição às intempéries: a água da chuva em combinação com a radiação solar provoca a deterioração gradativa de elementos em madeira como esquadrias, pelos movimentos de expansão e retração.		
		AC 5.2	em pisos externos, em função da exposição às intempéries, pode provocar infiltração, carreamento de material, adensamento e deformação do piso ou degraus.		
AC 6	Constituintes do ar	AC 6.1	contaminantes liberados no ar pelo homem, gases e partículas produzidos pelos automóveis e indústrias, enfim, todo o tipo de poluente atmosférico afeta e traz danos, como manchas escuras e acúmulo de sujidades sobre pinturas murais, cantarias e elementos de decoração das fachadas.		
		AC 6.2	chuva quimicamente ativa.		
		AC 6.3	cloreto de sódio que pode se depositar nas paredes do edifício e penetrá-la através dos poros dos materiais. Este sal dissolvido pela água circula nos materiais porosos e, ao atingir a superfície, evaporando-se a água, cristaliza-se formando as chamadas eflorescências, as quais provocam a degradação superficial nas argamassas.		
AB	Agentes Biológicos				
AB 1	Microorganismos	AB 1.1	fungos	AB 1.1.1	crescimento fúngico ocorre na presença de água ou umidade; leva a danos estéticos, degradação de papel, tinta e mobília, riscos à saúde, alergia e maus odores.
				AB 1.1.2	o crescimento de fungos em revestimentos internos e externos das edificações causa o aparecimento de manchas escuras e sua permanência a longo prazo pode levar à biodeterioração das argamassas; ocasiona alterações cromáticas em revestimentos.
				AB 1.1.3	em combinação com a poluição atmosférica causa sujidades generalizadas conhecidas como "crosta negra".
				AB 1.1.4	aparecem freqüentemente em atuação sobre as estruturas de coberturas em madeira, concomitante com o ataque de cupins, principalmente pela presença de umidade e falta de ventilação adequada.
		AB 1.2	algas	AB 1.2.1	ocorrem na presença de água ou umidade.
				AB 1.2.2	em função de infiltrações pela cobertura, há crescimento de limo nas paredes, deixando-as esverdeadas, ocasionando a deterioração das pinturas decorativas.
		AB 1.3	bactérias	AB 1.3.1	bactérias ou ainda produtos biológicos, incluindo restos e fezes de animais nocivos geram a acumulação de poluentes biológicos e químicos na atmosfera interna dos edifícios, podendo ser percebida pela reação do corpo humano, como por exemplo, através das alergias.
AB 2	Vegetação	AB 2.1	microflora	AB 2.1.1	manifestação em função de acúmulo de água e umidade presente em muros e paredes.
		AB 2.2	pequeno porte	AB 2.2.1	na forma herbácea ou arbustiva, retém água na base do edifício, impedindo a ação da radiação solar e da ventilação.
				AB 2.2.2	favorece o aparecimento de manchas escuras de mofo e o ataque de microorganismos e insetos.
		AB 2.3	médio porte	AB 2.3.1	age como barreira impedindo a ação direta do sol e a ventilação.
				AB 2.3.2	favorece o aparecimento de manchas escuras de mofo e o ataque de microorganismos e insetos próximo às janelas.
				AB 2.3.3	desenvolvendo-se sobre a superfície de paredes, provoca fissuras no reboco e, em maior grau, nas alvenarias.
				AB 2.3.4	desenvolvendo-se nos telhados ou beirais, provoca danos à estrutura do telhado e rompimento de forros.
AB 2.3.5	desenvolvendo-se em calhas, provoca entupimento do sistema de escoamento pluvial.				

		<b>AB 2.4</b>	<b>grande porte</b>	AB 2.4.1	age como barreira impedindo a ação direta do sol e a ventilação sobre áreas que podem chegar à dimensão de uma fachada completa.
				AB 2.4.2	a dispersão de suas raízes no subsolo provoca danos estruturais à edificação agindo sobre os alicerces, pisos externos e internos.
				AB 2.4.3	folhas e galhos de árvores próximas à edificação podem cair sobre o telhado, provocando quebra de telhas ou deslocamento das mesmas, ou ainda obstrução e entupimento de calhas e condutores, provocando, nos dois casos, incidência de umidade por infiltração.
<b>AB 3</b>	<b>Insetos</b>	<b>AB 3.1</b>	<b>cupins</b>	AB 3.1.1	infestação de peças de madeira, principalmente estruturas de coberturas, pisos, forros e esquadrias ou elementos integrados como altares e talhas.
				AB 3.1.2	adiantado processo de deterioração, apresentando redução de massa, provocando perda da resistência do material, em situação de interdição de acesso ao local por questões de segurança.
				AB 3.1.3	adiantado processo de deterioração, apresentando redução de massa, provocando perda da resistência do material, com conseqüente colapso do componente e desmoronamento da estrutura inteira.
		<b>AB 3.2</b>	<b>formigas</b>	AB 3.2.1	desenvolvimento de galerias no terreno sob as edificações, provocando recalques nos alicerces.
				AB 3.2.2	desenvolvimento de galerias no terreno sob as edificações, provocando afundamento de pisos
				AB 3.2.3	desenvolvimento de galerias na parte interna das paredes, principalmente junto aos marcos de portas e rodapés, provocando desagregação de argamassas.
<b>AB 4</b>	<b>Animais de pequeno porte</b>	<b>AB 4.1</b>	<b>roedores</b>	AB 4.1.1	danos em componentes isolados ou artefatos, oferecendo riscos à saúde e maus odores.
				AB 4.1.2	danos na base das paredes, com a existência de ninhos e buracos sob a edificação.
				AB 4.1.3	danos em eletrodutos e na fiação.
				AB 4.1.4	danos nas tubulações hidráulicas, com a existência de vazamentos ou entupimentos.
		<b>AB 4.2</b>	<b>morcegos</b>	AB 4.2.1	acúmulo de fezes sobre forros de madeira ou estuque, significando um excesso de carga, vindo a danificar estes elementos.
				AB 4.2.2	as fezes têm cheiro característico muito forte; os morcegos entram pelas calhas quebradas e telhas faltantes.
		<b>AB 4.3</b>	<b>aves</b>	AB 4.3.1	sujeira nas fachadas através de penas e restos de ração, além das fezes que poluem as paredes e elementos decorativos, provocando reações químicas nos materiais em contato com a água.
				AP 4.3.2	bloqueio de calhas pela acumulação de dejetos, formação de ninhos ou animais mortos.
				AP 4.3.3	quebra de elementos de fachada, como cornijas e decorações.
				AP 4.3.4	quebra ou afastamento de telhas, provocando infiltrações pela água da chuva.
				AP 4.3.5	pássaros sujam prédios, trazem riscos à saúde, bloqueiam calhas externas, insetos deteriogênicos podem desenvolver-se nos ninhos dos pássaros.
<b>FN</b>	<b>Fenômenos da natureza</b>				
		<b>FN 1.1</b>	<b>inundações</b>	FN 1.1.1	problemas de umidade generalizada, principalmente na base e nos porões do edifício.
		<b>FN 1.2</b>	<b>ventos excepcionais</b>	FN 1.2.1	perda de chapas metálicas de cobertura (ou telhas) durante um vendaval.
		<b>FN 1.3</b>	<b>raios (descargas elétricas)</b>	FN 1.3.1	provocam danos nas instalações elétricas;
				FN 1.3.2	provocam incêndios, destruindo parcial ou totalmente a edificação.

AH	Uso e ação do homem				
AH 1	Falta de conservação preventiva	AH 1.1	negligência na manutenção, havendo falta de atenção às condições de conservação do edifício.		
		AH 1.2	falha na manutenção, com falta de cuidado nas operações de rotina.		
AH 2	Intervenções indevidas	AH 2.1	material (substituição)		
				AH 2.1.1	substituição de componentes que não condizem com o desempenho da edificação ou de partes desta.
				AH 2.1.2	utilização de produtos não devidamente ensaiados.
				AH 2.1.3	modificações que venham a contribuir conseqüentemente para a manifestação de outros agentes.
		AH 2.1.4	Danos em elementos causados durante as obras.		
AH 2.2	estrutural (sobrecarga)	AH 2.2.1	Sobrecargas nas estruturas e acréscimos que alteram as cargas e empuxos, levando à instabilidade da edificação.		
AH 3	Desenvolvimento urbano	AH 3.1	obras irregulares		
		AH 3.1.1	Obras realizadas no entorno da edificação, sem autorização dos órgãos responsáveis pela preservação do bem.		
		AH 3.2	alterações no entorno		
		AH 3.2.1	As alterações no terreno circundante através da modificação de fatores geomorfológicos como cortes e aterros, drenagens ou mudanças de declividade podem levar a danos nos alicerces e nas estruturas portantes da edificação, causando recalques ou fissuras.		
		AH 3.3	poluição ambiental		
AH 3.3.1	o crescimento das cidades modificam o macroclima, aumentando a temperatura no ambiente urbano, sendo este, portanto muito mais sujeito a altas concentrações de poluição atmosférica.				
AH 3.3	pavimentação impermeabilizada	AH 3.3.1	Modifica o caminho natural das águas pluviais.		
AH 3.4	tráfego intensificado	AH 3.4.1	Intensificação do tráfego de veículos ou pessoas.		
AH 4	Vandalismo	AH 4.1	roubos		
		AH 4.1.1	Roubo do acervo patrimonial, geralmente com perda de bens móveis.		
		AH 4.2	pichações		
		AH 4.2.1	Ato de destruição intencional específica do homem sobre as construções, através de pinturas indiscriminadas nas fachadas.		
AH 4.3	deturpações	AH 4.3.1	Retirada indiscriminada de elementos da edificação para uso impróprio, como por exemplo, fogueiras.		
AH 4.4	invasões	AH 4.4.1	Em função do estado de abandono, o prédio acaba sendo ocupado por marginais, papeleiros e viciados;		
AH 5	Negligência	AH 5.1	incêndio		
				AH 5.1.1	Causado pelas más condições da rede elétrica;
				AH 5.1.2	Por ignição espontânea, com intenção criminosa;
		AH 5.1.3	Falhas na cozinha		
		AH 5.2	acidentes	AH 5.2.1	Eventos imprevisíveis como choques de automóveis contra pilastras da edificação, por exemplo.
AH 5.3	abandono total	AH 5.3.1	Avançada deterioração devido ao abandono. O local encontra-se fechado, sem ventilação, intensificando os problemas ocasionados pelas infiltrações, e acentuando a umidade interna.		

**APÊNDICE E – LISTA DAS EDIFICAÇÕES DO  
ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO**

## Edificações utilizadas no levantamento do Estudo de Caso

OBRA	Localização	Data Tombo	Nível	Proprietário
Igreja Nossa Senhora das Dores	Rua dos Andradas, 497	20 de julho de 1938	Federal	Comunidade
Solar dos Câmara	Rua Duque de Caxias, 968	20 de agosto de 1963	Federal	Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul
Correios e Telégrafos	Praça da Alfândega, s/no.	29 de janeiro de 1981	Federal	Empresa Brasileira dos Correios e Telégrafos
Palacete Argentina	Rua Independência, 867	14 de março de 1990	Federal	Governo Federal
Observatório	Rua Oswaldo Aranha,	dado não informado	Federal	Governo Federal

Fonte: IPHAN/RS\*

OBRA	Localização	Data Tombo	Nível	Proprietário
Antiga Provedoria da Real Fazenda	Rua Duque de Caxias, 1029	17 de setembro de 1981	Estadual	Estado do Rio Grande do Sul
Museu da Comunicação Social HJC	Rua dos Andradas, 959/963	28 de julho de 1982	Estadual	Estado do Rio Grande do Sul
Antigo Palácio do Governo	Praça Marechal Deodoro, 110	28 de julho de 1982	Estadual	Estado do Rio Grande do Sul
Museu Júlio de Castilhos	Rua Duque de Caxias, 1231	28 de julho de 1982	Estadual	Estado do Rio Grande do Sul
Biblioteca Pública do Estado	Rua Riachuelo, 1190	28 de julho de 1982	Estadual	Estado do Rio Grande do Sul
Antigo Hotel Majestic	Travessa Araújo Ribeiro	03 de dezembro de 1982	Estadual	Estado do Rio Grande do Sul
Museu de Arte do Rio Grande do Sul	Praça da Alfândega s/no.	30 de junho de 1983	Estadual	Governo Federal
Teatro São Pedro	Praça Marechal Deodoro, s/no.	01 de agosto de 1984	Estadual	Estado do Rio Grande do Sul
Palácio Piratini	Praça Marechal Deodoro, s/no.	04 de novembro de 1986	Estadual	Estado do Rio Grande do Sul
Museu da Brigada Militar	Rua Cel. Aparício Borges, 2001	21 de dezembro de 1992	Estadual	Estado do Rio Grande do Sul
Arquivo Público	Rua Riachuelo, 1031	21 de dezembro de 1992	Estadual	Estado do Rio Grande do Sul
Antiga Alfândega**	Rua Capitão Montanha, s/no.	21 de dezembro de 1992	Estadual	Ministério da Fazenda
Secretaria da Fazenda**	Av. Mauá, 1155	21 de dezembro de 1992	Estadual	Ministério da Fazenda
Banco Meridional	Rua Sete de Setembro, 1028	21 de dezembro de 1992	Estadual	Banco Meridional do Brasil
Hospital Psiquiátrico São Pedro	Av. Bento Gonçalves, 2440	21 de dezembro de 1992	Estadual	Estado do Rio Grande do Sul
		09 de dezembro de 1993	Municipal	
Edifício Força e Luz	Rua dos Andradas, 1223	26 de agosto de 1994	Estadual	Companhia Estadual de Energia Elétrica
Capela Bom Pastor	Av. Teresópolis, 2727	23 de setembro de 1994	Estadual	Estado do Rio Grande do Sul
Usina do Gasômetro	Rua Gal. Salustiano, 21	26 de novembro de 1996	Estadual	Estado do Rio Grande do Sul
		07 de janeiro de 1982	Municipal	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Palácio do Vice-Governador	Rua Cristóvão Colombo, 300	28 de dezembro de 1996	Estadual	Estado do Rio Grande do Sul

Fonte: IPHAE\*

\* a situação de tombamento é relativa a fev/2002.

\*\* as edificações não são tombadas, mas foram consideradas por fazerem parte do perímetro da Praça da Alfândega e Entorno, tombado em 21 de dezembro de 1992.

## Edificações utilizadas no levantamento do Estudo de Caso

OBRA	Localização	Data Tombo	Nível	Proprietário
Mercado Público	Largo Glênio Peres	21 de dezembro de 1979	Municipal	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Capela do Senhor Jesus do Bom Fim	Av. Oswaldo Aranha, 462	21 de dezembro de 1979	Municipal	Congregação Missionária Redentorista
Paço dos Açorianos	Praça Montevideo, 10	21 de dezembro de 1979	Municipal	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Solar Lopo Gonçalves	Rua João Alfredo, 582	21 de dezembro de 1979	Municipal	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Casa	Rua Riachuelo, 645	05 de maio de 1980	Municipal	Particular
Conjunto urbano (15 casas)	Travessa dos Venezianos	de 1980 a 1991	Municipal	Particular
Catedral da Santíssima Trindade	Rua dos Andradas, 880	14 de outubro de 1981	Municipal	Igreja Episcopal do Brasil
Galeria Chaves	Rua dos Andradas, 1444	17 de abril de 1986	Municipal	Particular
Casa Torely	Av. Independência, 453	15 de dezembro de 1987	Municipal	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Casa	Rua Félix da Cunha, 1215	21 de março de 1989	Municipal	Particular
Casa	Rua Félix da Cunha, 1167	21 de março de 1989	Municipal	Particular
Fundação de Economia e Estatística	Rua Duque de Caxias, 1691	20 de abril de 1990	Municipal	Fundação de Economia e Estatística
Edifício GBOEX	Rua Riachuelo esq. Rua Caldas Jr.	30 de outubro de 1990	Municipal	Grêmio Beneficente de Oficiais do Exército
Casa	Rua Independência, 1005	26 de dezembro de 1990	Municipal	Particular
Residência Multifamiliar	Rua Comendador Coruja, 261	26 de novembro de 1993	Municipal	Particular
Casa	Rua Fernando Machado, 464	16 de setembro de 1994	Municipal	Particular
Casa	Rua Fernando Machado, 472	16 de setembro de 1994	Municipal	Particular
Palacete H.Theo Möller	Rua Castro Alves, 162	25 de outubro de 1994	Municipal	Particular
Clube do Comércio	Rua dos Andradas, 1058	29 de julho de 1995	Municipal	Clube do Comércio de Porto Alegre
Casa Godoy	Av Independência, 456	26 de novembro de 1996	Municipal	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Casa	Rua Félix da Cunha, 1143	26 de dezembro de 1996	Municipal	Particular
Antiga Fábrica de Discos "A Elétrica"	Rua Sergipe, 220	27 de dezembro de 1996	Municipal	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Confeitaria Rocco	Rua Riachuelo esq. Rua Dr. Flores	06 de janeiro de 1997	Municipal	Particular
Edifício	Rua Riachuelo, 933, 935 e 937	04 de abril de 1997	Municipal	Particular
Casa	Rua Fernando Machado, 480	10 de junho de 1998	Municipal	Particular
Chalé da Praça XV	Praça XV de Novembro, s/no.	30 de junho de 1998	Municipal	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Solar Conde de Porto Alegre	Rua Riachuelo, 579	11 de março de 1999	Municipal	Instituto de Arquitetos do Brasil
Cervejaria Brahma	Av . Cristóvão Colombo, 545, 691 e 695	14 de maio de 1999	Municipal	Particular

Fonte: EPHAC\*

\* a situação de tombamento é relativa a fev/2002.

**APÊNDICE F – OCORRÊNCIAS VERIFICADAS EM FUNÇÃO DAS  
CARACTERÍSTICAS DAS EDIFICAÇÕES**



Características da edificação		Ocorrências verificadas		
Elementos da edificação e materiais		Em função de clima e ambiente	Em função da biodeterioração	Em função da ação do homem
<b>Estrutura</b>				
<b>Fundações</b>				
alvenaria de pedra com argamassa de barro	- umidade ascensional do solo; - umidade por infiltração; - umidade acidental; - acomodação das fundações.	- não foram verificados danos às fundações, mas ao ambiente do porão, com a presença de ratos, provocando ninhos e buracos sob a edificação, e morcegos.	- recalques provocados pelo uso de dinamites nos arredores; - recalques provocados pela trepidação causada pelo trânsito intenso.	
<b>Pilares</b>				
alvenaria de tijolo	- fissuras e descolamento da argamassa de revestimento.	-	- reparos necessários nas bordas de pilares danificados durante a obra de intervenção; - danos no revestimento dos pilares pela passagem de fiação elétrica e lógica.	
madeira	- umidade ascensional do solo, causando apodrecimento.	- ataque de cupins, pela presença de umidade do solo.	- peças carbonizadas por incêndio provocado.	
ferro	- corrosão.	-	-	
concreto armado	- corrosão; - problemas causados por umidade acidental e infiltração, apresentando fissuras e queda do recobrimento.	-	-	
<b>Vigas</b>				
vigas metálicas	- descolamento da argamassa de revestimento.	-	-	
Concreto	- fissuras e queda de partes do recobrimento.	-	-	
arcos em madeira (arco-cruzeiro)	- "a progressiva degeneração das tesouras provoca um esforço lateral nas paredes externas, causando um abaulamento e fissuras; pelo afastamento dos apoios, criam-se lesões também no arco cruzeiro".	-	-	
arcos em alvenaria de tijolo	- fissuras e descolamento da argamassa de revestimento.	-	-	
<b>Lajes e entrepiso</b>				
estrutura de madeira com barrotes	- devido ao abandono e falta de cobertura, a exposição ao sol e chuva causou a deterioração dos entrepisos, apresentando apodrecimento; - a umidade por infiltração causou apodrecimento da madeira.	- ataque de cupins.	- peças carbonizadas por incêndio provocado.	
entrepiso com viga metálica e abobadilhas em cerâmica	- umidade por infiltração pela cobertura atinge os entrepisos; - corrosão.	-	-	
abóbadas em alvenaria de tijolo	- umidade de condensação na parte inferior das abóbadas; - movimento cíclico de fissuras, pela variação sazonal de temperatura.	-	-	
Concreto	- umidade acidental; - corrosão.	-	-	

Características da edificação		Ocorrências verificadas (continuação)		
Elementos da edificação e materiais		Em função de clima e ambiente	Em função da biodeterioração	Em função da ação do homem
<b>Paredes externas</b>				
<b>alvenaria de pedra</b>	- umidade por infiltração.	-	-	-
<b>alvenaria de tijolo maciço com argamassa de cal (portante)</b>	- desaprumo e desestabilização; - esforço lateral; - umidade por infiltração, prejudicando o revestimento; - umidade ascensional do solo, provocando a presença de eflorescências.	- vegetação de pequeno porte na base do edifício, causando manchas e focos de umidade; - vegetação de grande porte, com dispersão de raízes e ameaça de danos estruturais.	-	- fissuras e queda de reboco causadas pelos recalques nas fundações provocados pelo uso de dinamites nos arredores; - fissuras devido à trepidação causada pelo trânsito intenso.
<b>alvenaria de tijolo com argamassa de cal (vedação)</b>	- umidade por infiltração, apresentando manchas no revestimento; - umidade ascensional do solo, apresentando eflorescências.	-	-	-
<b>Paredes internas</b>				
<b>alvenaria mista de pedra e tijolo</b>	- infiltração com descolamento da argamassa de revestimento.	-	-	-
<b>alvenaria de tijolo com argamassa de cal</b>	- umidade ascensional, apresentando mofo; - umidade por infiltração, apresentando fissuras e manchas no revestimento, além de eflorescências; - umidade acidental, apresentando manchas no revestimento; - movimento cíclico de fissuras; - rachaduras e deformação por esforço não definido no relatório.	- médio porte, com as raízes já atravessando a alvenaria, em caso de prédio degradado devido ao período de abandono. -	-	- fissuras e queda de reboco causadas pelos recalques nas fundações provocados pelo uso de dinamites nos arredores; - fissuras devido à trepidação causada pelo trânsito intenso; - lascamento e fissuração da alvenaria devido a incêndio provocado; - rasgos nas alvenarias para alterações de instalações elétricas, deixados expostos e sem acabamento.
<b>Estuque</b>	- umidade por infiltração, provocando a desagregação da argamassa de barro.	-	-	-
<b>Cobertura</b>				
<b>Entelhamento</b>				
<b>telhas cerâmicas tipo capa e canal</b>	- em dias de chuva, permitem entrada de água (umidade por infiltração) pela cobertura. -	- queda de galhos de árvores plantadas próximas à edificação, causando afastamento de telhas; - quebra e afastamento de telhas causados pelos pombos, provocando infiltrações pela água da chuva.	-	- falta de conservação preventiva, permitindo telhas soltas ou quebradas e ausência de telhas; - danos por incêndio provocado.
<b>telhas cerâmicas tipo francesa</b>	- em dias de chuva, permitem entrada de água (umidade por infiltração) pela cobertura.	- queda de galhos de árvores plantadas próximas à edificação, causando afastamento de telhas; - quebra e afastamento de telhas causados pelos pombos, provocando infiltrações pela água da chuva.	-	- falta de conservação preventiva, permitindo telhas soltas ou quebradas e ausência de telhas; - danos por incêndio provocado.
<b>Ardósia</b>	- falta de conservação preventiva, permitindo telhas soltas ou quebradas e ausência de telhas.	-	-	-
<b>Metálica</b>	- “insalubre”.	-	-	-

<b>Características da edificação</b>		<b>Ocorrências verificadas (continuação)</b>		
<b>Elementos da edificação e materiais</b>		<b>Em função de clima e ambiente</b>	<b>Em função da biodeterioração</b>	<b>Em função da ação do homem</b>
<b>Estrutura do telhado</b>				
<b>Madeira</b>	- danos devido à umidade por infiltração, apresentando apodrecimento de peças (1/3 das edificações).	- infestação de peças por cupins (36% das edificações), em alguns casos com perda da resistência do material, exigindo substituição total da estrutura; - desenvolvimento de fungos nas peças em madeira; - desenvolvimento de limo nas peças em madeira e nas paredes do sótão.	- falta de conservação preventiva, permitindo a infestação de cupins; - peças carbonizadas, devido a incêndio provocado; - deturpação, utilizando peças para fogueira.	
<b>Cúpulas</b>				
<b>estrutura em madeira e telhas de cobre</b>	- danos devido à umidade por infiltração.	- infestação de cupins nas peças da estrutura.	-	
<b>estrutura de concreto armado</b>	- movimento cíclico de fissuras, ocasionado pela variação sazonal de temperatura.	-	-	
<b>clarabóias e zenitais</b>				
<b>perfil metálico e telha de vidro</b>	- oxidação das peças metálicas; - umidade por infiltração, falta de estanqueidade.	-	-	
<b>Terraços</b>				
<b>laje de cobertura em concreto armado e revestimento de lajota cerâmica ou pedra portuguesa</b>	- umidade por infiltração, pela inexistência ou perda de impermeabilização; - umidade acidental.	- desenvolvimento de musgos, fungos, crosta e deposição de sujidades nos revestimento e nos ralos de água pluvial.	- falta de conservação preventiva, permitindo a existência de ralos de água pluvial em terraços com problemas de escoamento; - tratamento anterior de impermeabilização insuficiente; - presença de água estagnada; - danos causados por intervenções anteriores, como pisos mal-executados ; - falha na manutenção, permitindo o uso de produtos químicos nos procedimentos periódicos de limpeza, que podem prejudicar os materiais de revestimento.	
<b>Calhas e condutores</b>				
<b>na sua maioria em zinco, outros em materiais não descritos</b>	- corrosão; - ineficiência do sistema, causando infiltrações de água pela cobertura.	- queda de galhos e folhas de árvores plantadas próximas à edificação, causando obstrução e entupimento de calhas e condutores; - bloqueio de calhas pelo acúmulo de dejetos, formação de ninhos ou animais mortos.	- falta de conservação preventiva, permitindo entupimento de calhas e vazamentos ou má condições de tubos de queda pluviais ao longo da fachada.	

Características da edificação		Ocorrências verificadas (continuação)		
Elementos da edificação e materiais		Em função de clima e ambiente	Em função da biodeterioração	Em função da ação do homem
<b>Esquadrias e vãos</b>				
<b>Portas e janelas</b>				
<b>Madeira</b>	- incidência do sol e da chuva provocam envelhecimento do material, apresentando fendas provocadas pela retração e inchamento, além do apodrecimento; - infiltração da água da chuva, pela falta de estanqueidade. -	- infestação de cupins (43% das edificações); - desenvolvimento de fungos.		- falta de conservação preventiva, permitindo a infestação de insetos nocivos; - peças carbonizadas devido a incêndio provocado; - deturpações, utilizando peças para fogueira; - instalação de aparelhos de ar-condicionado em lugar de bandeiras ou trechos de esquadria.
<b>Vidros</b>	-	-		- falta de conservação preventiva, permitindo a existência de vidros quebrados ou faltantes.
<b>Ombreira, verga, peitoril ou soleira</b>				
<b>Madeira</b>	- incidência do sol e da chuva provocam envelhecimento do material, apresentando fendas provocadas pela retração e inchamento, além do apodrecimento.	-		
<b>Pedra</b>	-	-		- desgaste pelo uso em soleira de pedra grês, sendo substituída; - fissuras por sobrecarga em verga em arco de pedra grês, "supõe-se que pelo acréscimo de pavimento".
<b>alvenaria de tijolo</b>	-	- desenvolvimento de microorganismos e proliferação de insetos sobre o peitoril, em função de água estagnada.		- falta de conservação preventiva, permitindo água estagnada sobre o peitoril, com desenvolvimento de microorganismos e insetos.
<b>argamassa armada</b>	- desgaste natural.	-		-
<b>cimento pré-moldado</b>	- desgaste natural.	-		-
<b>Elementos autônomos</b>				
<b>Balaústres</b>				
<b>Pedra</b>	- corrosão e expansão do elemento metálico de fixação, apresentando fissuras, rachaduras e queda de partes.	-		
<b>argamassa armada</b>	- corrosão e expansão do elemento metálico de fixação, apresentando fissuras, rachaduras e queda de partes.	-		
<b>concreto armado</b>	- corrosão.	-		
<b>Beirais</b>				
<b>acabamento em telhas</b>	-	-		- falta de conservação preventiva, deixando telhas faltantes nos beirais; - peças destruídas por incêndio provocado.
<b>concreto armado</b>	- corrosão.	-		-
<b>Cimalhas</b>				
<b>madeira (internas)</b>	- umidade de infiltração, apresentando também fissuras por expansão e retração.	-		

<b>Características da edificação</b>		<b>Ocorrências verificadas (continuação)</b>		
<b>Elementos da edificação e materiais</b>		<b>Em função de clima e ambiente</b>	<b>Em função da biodeterioração</b>	<b>Em função da ação do homem</b>
<b>gesso (internas)</b>		- umidade de infiltração, apresentando queda de partes.	-	- parte destruída por incêndio provocado.
<b>alvenaria de tijolo</b>		- fissuras por sobrecarga; - umidade de infiltração, causando fissuras e descolamento da argamassa de revestimento.	-	- contaminantes do ar e acúmulo de poluição.
<b>argamassa armada</b>		- umidade de infiltração, causando fissuras e descolamento de fragmentos. -	- desenvolvimento de microorganismos em combinação com a poluição atmosférica causando sujidades generalizadas conhecidas como "crosta negra".	- falta de conservação preventiva, deixando o material em estado de desagregação e o acúmulo de sujidades; - contaminantes do ar e acúmulo de poluição.
<b>Corrimão</b>				
<b>ferro</b>		- corrosão.	-	-
<b>Elementos decorativos de fachada</b>				
<b>pedra</b>		- corrosão e expansão do elemento metálico de fixação, apresentando fissuras, rachaduras e queda de fragmentos da argamassa; - manchas causadas por partículas poluentes.	-	-
<b>alvenaria de tijolo</b>		- incidência solar e de chuva, além da variação de temperatura, causando fissuras, infiltrações, desgaste e queda de fragmentos da argamassa de revestimento; - manchas causadas por partículas poluentes.	-	-
<b>argamassa armada</b>		- incidência solar e de chuva, além da variação de temperatura, causando fissuras, infiltrações, desgaste e queda de fragmentos da argamassa; - "chuva ácida"; - manchas causadas por partículas poluentes.	- vegetação de pequeno porte favorecendo o aparecimento de manchas escuras de mofo e o ataque de microorganismos e insetos; - desenvolvimento de microorganismos em combinação com a poluição atmosférica causando sujidades generalizadas conhecidas como "crosta negra";	- contaminantes do ar e acúmulo de poluição.
<b>pré-moldado de cimento</b>		-	- presença de pombos proporcionando a quebra de elementos de fachada.	-
<b>concreto armado</b>		- corrosão e queda de fragmentos.	-	-
<b>Escada externa</b>				
<b>base de alvenaria de tijolos e revestimento em granitina</b>		- infiltração de água e carreamento de material, deformação do piso e dos degraus.	- na forma herbácea ou arbustiva, retendo água na base dos degraus.	-
<b>base em alvenaria de tijolos e revestimento em mármore</b>		- infiltração de água por fissuras existentes.	- desenvolvimento de microorganismos e insetos.	- água estancada provocando o desenvolvimento de microorganismos e insetos; - produtos químicos nos procedimentos periódicos de limpeza que podem prejudicar os materiais de revestimento.
<b>base e revestimento em pedra grês</b>		-	-	- desgaste pelo uso; - falta de conservação preventiva, deixando partes em decomposição.
<b>ferro</b>		- oxidação e corrosão ambiental.	-	-

<b>Características da edificação</b>		<b>Ocorrências verificadas (continuação)</b>		
<b>Elementos da edificação e materiais</b>		<b>Em função de clima e ambiente</b>	<b>Em função da biodeterioração</b>	<b>Em função da ação do homem</b>
<b>Escada interna</b>				
<b>madeira</b>	- umidade de infiltração.	- ataque de cupins.	-	-
<b>alvenaria de tijolo</b>	-	- desenvolvimento de fungos pela presença de umidade.	-	-
<b>ferro</b>	- oxidação.	-	-	-
<b>Gradis, portões e serralheria em geral</b>				
<b>ferro</b>	- - oxidação e corrosão ambiental.	-	-	-
<b>Guarda-corpos</b>				
<b>alvenaria de tijolo</b>	- fissuras e descolamento da argamassa de revestimento.	- pombos causando sujeira nas fachadas através de penas e restos de ração, além das fezes que poluem as paredes e elementos decorativos, provocando reações químicas nos materiais em contato com a água.	-	- sobrecargas e empuxos.
<b>concreto armado</b>	- corrosão.	-	-	-
<b>Laje da sacada</b>				
<b>em tijolo armado</b>	- danos em função da variação de temperatura e desgaste natural.	-	-	-
<b>Platibandas</b>				
<b>alvenaria de tijolos</b>	- incidência solar e de chuva, além da variação de temperatura, causando fissuras, infiltrações, desgaste e queda de fragmentos da argamassa de revestimento; - manchas causadas por partículas poluentes.. -	- desenvolvimento de microorganismos em combinação com a poluição atmosférica causando sujidades generalizadas conhecidas como "crosta negra"; - favorece o aparecimento de manchas escuras de mofo e o ataque de microorganismos e insetos; - vegetação de médio porte, provocando fissuras; - pombos causando sujeira nas fachadas através de penas e restos de ração, além das fezes que poluem as paredes e elementos decorativos, provocando reações químicas nos materiais em contato com a água.	-	- contaminantes do ar e acúmulo de poluição.
<b>concreto armado</b>	- corrosão. - - - - - -	-	-	-

Características da edificação		Ocorrências verificadas (continuação)		
Elementos da edificação e materiais		Em função de clima e ambiente	Em função da biodeterioração	Em função da ação do homem
<b>Revestimentos</b>				
<b>Forros</b>				
<b>madeira</b>	- devido ao abandono e perda da cobertura, ficou exposto à incidência de sol e chuva, com degradação total; - umidade de infiltração pelo telhado apresentando manchas, apodrecimento e fendas.	- infestação de cupins; - infestação de morcegos com depósito de fezes.	- abandono; - falta de conservação preventiva, permitindo a umidade por infiltração e infestação de cupins. - utilização de madeira verde para a recolocação de peças, com o posterior aparecimento de fendas; - peças destruídas por incêndio provocado.	
<b>estruque</b>	- umidade de infiltração, apresentando apodrecimento da estrutura de sustentação em madeira; - fissuras por ação mecânica de esforços e deformações.	- infestação de cupins na estrutura de sustentação em madeira.	-	
<b>gesso</b>	- umidade de infiltração; - umidade de condensação.	- infestação de cupins na estrutura de sustentação em madeira.	-	
<b>laje de concreto</b>	- umidade de infiltração com manchas.	-	-	
<b>Pisos internos</b>				
<b>assoalho (taboado corrido)</b>	- devido ao abandono e perda da cobertura, ficou exposto à incidência de sol e chuva, com degradação total; - umidade de infiltração pelo telhado apresentando manchas, apodrecimento e fendas.	- infestação de cupins.	- abandono; - falta de conservação preventiva, permitindo a umidade por infiltração e infestação de cupins; - peças destruídas por incêndio provocado.	
<b>parquet ou taco</b>	- pela variação de temperatura e presença de umidade, apresenta inchaço e descolamento.	- focos de cupins.	- falta de conservação preventiva, permitindo água estancada e focos de cupins; - peças destruídas por incêndio provocado.	
<b>ladrilho hidráulico</b>	- umidade de infiltração apresentando fissuras e descolamento.	-	-	
<b>granitina</b>	- umidade de infiltração, apresentando manchas.	-	- falta de conservação preventiva, permitindo umidade de infiltração e água estancada.	
<b>Paredes externas</b>				
<b>Reboco interno com pintura</b>	- umidade de infiltração causando manchas, bolor, eflorescências e fissuras no revestimento.	-	-	
<b>Reboco interno com azulejos</b>	- umidade ascensional do solo com eflorescências atrás das peças; - descolamento.	-	- falta de conservação preventiva.	
<b>Reboco interno com papel de parede</b>	- umidade acidental provocando manchas, fissura e descolamento.	-	-	

Características da edificação		Ocorrências verificadas (continuação)		
Elementos da edificação e materiais		Em função de clima e ambiente	Em função da biodeterioração	Em função da ação do homem
<b>reboco externo com pintura</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- umidade de infiltração pela água da chuva e pressão do vento, penetrando em fissuras, fendas e poros do material.</li> <li>- umidade de infiltração, apresentando descolamento, fissuras, desagregação e partes soltas;</li> <li>- retração do revestimento;</li> <li>- umidade ascensional do solo com descolamento;</li> <li>- ação química por contaminantes do ar e acúmulo de sujidades;</li> <li>- envelhecimento pela combinação da do sol e da chuva e contaminação de agentes agressivos da atmosfera urbana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fungos em combinação com a poluição atmosférica, apresentando manchas e a chamada “crosta negra”;</li> <li>- vegetação de pequeno porte, retendo água na base do edifício;</li> <li>- vegetação de pequeno e médio porte provocando o aparecimento de manchas escuras de mofo e o ataque de outros microorganismos e insetos junto às janelas;</li> <li>- pombos provocando sujeira na fachada com penas, restos de ração e fezes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- reboco retirado pelos proprietários, sem tratamento posterior na fachada;</li> <li>- falta de conservação preventiva, permitindo aparecimento de fissuras e decomposição;</li> <li>- substituição por material incompatível;</li> <li>- fissuras provocadas por recalques nas fundações e movimentação da alvenaria, devido ao uso de dinamites nos arredores;</li> <li>- manchas devido à poluição e acúmulos de sujidades;</li> <li>- pichações e deturpações;</li> <li>- danos nas fachadas por incêndio provocado.</li> </ul>
<b>reboco externo com cirex</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- umidade de infiltração pela água da chuva e pressão do vento, penetrando em fissuras, fendas e poros do material;</li> <li>- manchas por partículas poluentes;</li> <li>- envelhecimento pela combinação da do sol e da chuva e contaminação de agentes agressivos da atmosfera urbana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pombos provocando sujeira na fachada com penas, restos de ração e fezes.</li> <li>- desenvolvimento de algas e líquens, além de outros microorganismos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- substituição por material incompatível;</li> <li>- pichações.</li> </ul>
<b>Paredes internas</b>				
<b>madeira</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- umidade de infiltração;</li> </ul>	-	-
<b>estruque com pintura decorativa</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- umidade de infiltração com manchas escorridas.</li> </ul>	-	-
<b>reboco com pintura</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- umidade de infiltração, apresentando eflorescências e descolamento;</li> <li>- umidade ascensional, apresentando bolor, eflorescências e descolamento;</li> <li>- umidade acidental, apresentando bolor;</li> <li>- retração do revestimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- crescimento fúngico sobre o revestimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- falta de conservação preventiva;</li> <li>- destruição total ou parcial por incêndio provocado;</li> <li>- fissuras provocadas por recalques nas fundações e movimentação da alvenaria, devido ao uso de dinamites nos arredores;</li> <li>- substituição por material incompatível;</li> <li>- uso de produtos químicos nos procedimentos periódicos de limpeza prejudicando os materiais de revestimento;</li> <li>- pichações.</li> </ul>
<b>reboco com caiação</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- umidade de infiltração.</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de circulação de público fazendo variar a umidade relativa do ambiente, provocando danos nas pinturas murais e afrescos.</li> </ul>
<b>reboco com azulejo ou pastilhas</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- umidade ascensional do solo com eflorescências atrás das peças;</li> <li>- devido ao abandono e perda da cobertura, ficou exposto à incidência de sol e chuva, com degradação parcial.</li> </ul>	-	-
<b>reboco interno com papel de parede</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- umidade de infiltração provocando manchas e descolamento.</li> </ul>	-	-



