

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**JANICE BERNARDO DA SILVA**

**METODOLOGIA DE ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA MADEIRA  
NA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO**

CURITIBA

2008

**JANICE BERNARDO DA SILVA**

**METODOLOGIA DE ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA MADEIRA  
NA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Pereira da Rocha

Co-orientador: Prof. Dr. Key Imaguire Jr.

CURITIBA

2008

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Márcio Pereira da Rocha, pela orientação e incentivo, ao professor Key Imaguire Jr., pela co-orientação e principalmente pela confiança e amizade.

Ao Professor Jorge Luís Monteiro de Matos e à equipe do Laboratório de Tecnologia da Madeira e Produtos de Madeira da UFPR, pela colaboração e auxílio nas análises.

Aos professores, funcionários e colegas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal em especial à professora Graciela Inês Bolzon de Muniz.

Aos professores Cibele S. Ribeiro Costa, Lúcia Massutti de Almeida, Germano Henrique Rosado-Neto e ao doutorando Edílson Caron – especialistas do Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera (Insecta), Departamento de Zoologia (UFPR).

Ao professor José La Pastina Filho, superintendente da 10ª Regional do IPHAN, por compartilhar da sua experiência frente ao restauro e à arquitetura da madeira no Paraná.

Ao docente da Facoltà di Architettura Civile, Politécnico de Milão, Francesco Augelli, responsável pelo *Osservatorio per la Conservazione delle Opere Lignee*, pelas valiosas informações.

Aos professores Elisabeth Prosser e Daniel Felix Campos pelas revisões e conselhos.

Aos colegas que se dispuseram às análises, aos amigos Jaqueline, Djeison e Rodrigo, que contribuíram para o desenvolvimento do trabalho, além das estagiárias do Curso de Arquitetura Camila, Cíntia, Manuela e Renata.

Aos funcionários da Secretaria de Indústria Comércio e Turismo, de Urbanismo, da Biblioteca e do Instituto de Desenvolvimento Urbano, do município São José dos Pinhais pela sua assessoria e dados fornecidos.

A Ana Bernadete Grochocki e familiares, à historiadora Maria Angélica Marochi e a Valdir Luiz Holtman pela valiosa colaboração.

À arquiteta Paola Arosio que me instruiu e estimulou aos estudos do restauro.

Aos amigos e familiares que direta e indiretamente auxiliaram na conclusão deste estudo, aos meus pais Julio e Maria de Lourdes, em especial ao meu esposo Helio e filho Gabriel.

...Feliz aquele que se compraz no serviço do Senhor  
e medita sua lei dia e noite.  
Ele é como a árvore plantada  
na margem das águas correntes:  
dá fruto na época própria,  
sua folhagem não murchará jamais...

Salmo 1

## RESUMO

O panorama atual das edificações históricas de madeira é marcado pelas degradações intensas associadas ao clima tropical brasileiro, além da falta de consciência cultural de preservação. Projetos de restauração contemplam diagnósticos eficazes que levam à suspensão das causas geradoras da deterioração, de modo a garantir a reabilitação e a integridade das obras às futuras gerações. Para a consecução deste trabalho, optou-se pelo exame da casa Grochocki, localizada na colônia Murici, região metropolitana de Curitiba, construída de troncos de *Araucaria angustifolia*, remanescente da tradição construtiva polonesa e da arquitetura de madeira do Paraná. Foi intuito deste estudo formular uma metodologia de análise e uma ficha de avaliação do estado de conservação da edificação em questão. Foram realizados análises visuais, o mapeamento das degradações e a análise não destrutiva com o equipamento *Stress wave timer*. Uma classe de deterioração foi gerada a partir dos dados qualitativos do equipamento e diferentes profissionais testaram a aplicabilidade da ficha. Obtiveram-se resultados positivos para avaliação da madeira no patrimônio histórico. Pôde-se também verificar que os mais aptos para este diagnóstico caracterizam-se por profissionais que tiveram seus conhecimentos aprofundados em aspectos tecnológicos e patológicos da madeira.

Palavras-chave: Degradação da madeira. Análise não destrutiva. Metodologia de análise. Patrimônio arquitetônico.

## ABSTRACT

The actual scenery of historical wood buildings is characterized by intense degradation related to the tropical brazilian weather, besides the absence of cultural preservation. Projects of restorations need efficient diagnosis to present good results in stopping the causes of degeneration, and in preserving the architeturals woks to the new generations. This research analyses the house called «Grochocki» situated at the Murici Colony, near Curitiba, built by roof timber, trunk and board, with the brazilian wood called *Araucaria angustifolia*. The « logs home » is a remanent of the traditional polish colonization and the local architectural wood construction of Paraná. This study presents a methodology of analysis and a valuation card considering the preservation. It considers also a visual analysis, a degradation mapping and a non-destructive analysis with the *Stress wave timer* equipment. One category of deterioration was created and different professionals testified the relevance of the card. Good results in evaluation of the wooden historical patrimony were found. The best prepared professionals capable to realize the diagnosis, proved to be those with the largest kwnoledges in technological and pathological aspects of wood.

Keywords: Wood Degradation, Analysis Non-Destructive, Methodology Analysis, Architectural Patrimony.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - LIMPEZA E TRATAMENTO QUÍMICO DE COBERTURA (A) CONSOLIDAÇÃO POR MEIO DE CABOS DE AÇO - LORENZO JURINA (B).....	27
FIGURA 2 – DETALHE DAS TORRES DE MADEIRA DA CATEDRAL PREOBRAZENSKIJ EM KIZI, KARELIA.....	28
FIGURA 3 – ANTIGAS HABITAÇÕES DE GREGOS NÔMADES (A) COBERTURA DA EXPO HANNOVER, NA ALEMANHA JULIUS NATTERER THOMAS HERZOG (B).....	29
FIGURA 4 – CASA DE PALHA TÍPICA CONSTRUÍDA POR ÍNDIOS XAVANTES....	30
FIGURA 5 – FORMA DE MADEIRA (TAIPAL) PARA A TÉCNICA DA TAIPA-DE-PILÃO.....	31
FIGURA 6 – TÉCNICA DO PAU – A – PIQUE, PLANTA (A) FRECHAL NA PARTE SUPERIOR, CORTE (B) VISTA FRONTAL (C).....	32
FIGURA 7 - PLANTA BAIXA, NO VESTÍBULO A ESCADA E O QUARTO MAIOR (A) CORTE TRANSVERSAL (B).....	33
FIGURA 8 - CASA DE MADEIRA SERRADA LAMBREQUINS NA VARANDA.....	33
FIGURA 9 - CASA DE TRONCOS ENCAIXADOS NA EUROPA.....	35
FIGURA 10 - ALGUMAS SEÇÕES E TIPOS DE ENCAIXES ENCONTRADOS NA POLÔNIA (A) (B).....	35
FIGURA 11 – ESQUADRIA, A PARTIR DE RECORTE FEITO NOS TRONCOS....	36
FIGURA 12 – ANGIOSPERMA CORTE TRANSVERSAL , TEIXO - <i>Taxus baccata</i> (A) ESTRUTURA ANATÔMICA, FACE TRANSVERSAL E TANGENCIAL LONGITUDINAL (B).....	42
FIGURA 13 – GIMNOSPERMA CORTE TRANSVERSAL, ABETO VERMELHO <i>Picea abies</i> (A) ESTRUTURA ANATÔMICA, FACE TRANSVERSAL E TANGENCIAL LONGITUDINAL (B).....	43
FIGURA 14 – TRAVES SECAS, FISSURAS DE CONTRAÇÃO LONGITUDINAIS (A, B), OBLÍQUAS (C, D).....	46
FIGURA 15 – TIPOS DE DEFORMAÇÕES ARQUEAMENTO (A), TORÇÃO (B), ENCURVAMENTO(C), ENCANOAMENTO (D).....	46

FIGURA 16 – FORMA PIRAMIDAL DA ARAUCÁRIA JOVEM (A) ARAUCÁRIA ADULTA COM OS GALHOS PARA O ALTO (B).....	49
FIGURA 17 – ESTÁTUA DE MADEIRA DETERIORADA POR ANOBÍDEO (BROCAS)..	51
FIGURA 18 – DEGRADAÇÃO FÍSICA, FENÔMENO <i>WEATHERING</i> .....	52
FIGURA 19 – RUPTURA DE VIGA DE MADEIRA POR FLEXÃO.....	54
FIGURA 20 – DESCONEXÃO DOS ELEMENTOS DA TESOURA, PENDURAL SEM EXTREMIDADE.....	55
FIGURA 21 – ASPECTO DA MADEIRA ATACADA POR FUNGOS EMBOLORADORES.....	57
FIGURA 22 – MADEIRA ATACADA POR FUNGO MANCHADOR.....	58
FIGURA 23 – FUNGO DE PODRIDÃO MOLE, EM EVIDÊNCIA ÁREA ATACADA DA SEÇÃO DO TRONCO.....	58
FIGURA 24 – MADEIRA ATACADA POR FUNGO DE PODRIDÃO PARDA.....	59
FIGURA 25 – MADEIRA DETERIORADA POR FUNGO DE PODRIDÃO BRANCA.....	59
FIGURA 26 – INSETO ADULTO <i>Hylotrupes bajulus</i> (A) FUROS DE SAÍDA OVALADOS (B) .....	62
FIGURA 27 – INSETO ADULTO <i>Platypus c.</i> (A) ASPECTO DA MADEIRA ATACADA (B).....	63
FIGURA 28 – <i>Lyctus brunneus</i> ADULTO DA FAMÍLIA LYCTDAE (A) FUROS DE SAÍDA (B).....	64
FIGURA 29 – INSETO ADULTO <i>Anobium punctatum</i> (A) GALERIAS TÍPICAS DAS LARVAS (B) .....	65
FIGURA 30 – CUPINS-DE-MADEIRA-SECA EM COBERTURA (A) TÚNEL DE CUPIM SUBTERRÂNEO EM ESTRUTURA (B).....	66
FIGURA 31 – CASTAS DE CUPINS (A) ASPECTO DA MADEIRA DETERIORADA (B).....	67
FIGURA 32 – APARELHO DE ENDOSCOPIA: SONDA COM HASTE FLEXÍVEL (A) IMAGENS: FURO E FISSURA (B).....	73
FIGURA 33 – FOTOGRAFIA DO IMÓVEL INVENTARIADO, IGREJA DA LAPA.....	74

FIGURA 34 – DETERMINAÇÃO DAS CLASSES DE RISCO BIOLÓGICO PROJETO DE CONSERVAÇÃO DE COBERTURA.....	76
FIGURA 35 – FOTOGRAFIA DA CAPELA (A) MAPEAMENTO DAS DEGRADAÇÕES (B).....	77
FIGURA 36 – CROQUIS, INFORMAÇÕES GERAIS (A) DESENHO E MEDIDAS DETALHADAS (B).....	81
FIGURA 37 – TRECHO DA PAREDE INTERNA ANTES DA APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE LIMPEZA.....	82
FIGURA 38 – MÉTODO DE PERCUSSÃO POR MEIO DE MARTELO DE BORRACHA.....	82
FIGURA 39 – AMOSTRA 1 DIMENSÃO APROXIMADA DE 10X10X5 MM (A) AMOSTRA 2 DIMENSÃO 10X3X3MM (B).....	83
FIGURA 40 – AMOSTRA 3 TRECHO DA PAREDE INTERNA, RETIRADA DO REVESTIMENTO.....	83
FIGURA 41 – NUMERAÇÃO DAS PEÇAS DO PISO (A) PLANTA BAIXA COM A NUMERAÇÃO DAS TÁBUAS (B).....	86
FIGURA 42 – EQUIPAMENTO <i>STRESS WAVE TIMER</i> (A) LEITURA EM MICRO SEGUNDOS (B).....	87
FIGURA 43 - ELEVAÇÃO DIREITA INTERNA PEÇAS DE REFERÊNCIA (LAT-DIR-B4 E LAT-DIR-B5).....	87
FIGURA 44 - ELEVAÇÃO LATERAL ESQUERDA INTERNA LADO A (ESQUERDO) LADO B (DIREITO).....	88
FIGURA 45 - ELEVAÇÃO FRONTAL INTERNA (A) ELEVAÇÃO FUNDOS INTERNA (B).....	88
FIGURA 46 - MAPA ATUAL DO MUNICÍPIO SOBREPOSTO AO MAPA DAS ANTIGAS COLÔNIAS.....	92
FIGURA 47 – LEVANTAMENTO ARQUITETÔNICO – IMPLANTAÇÃO.....	93
FIGURA 48 - PANORÂMICA, A ESQUERDA O PAIOL, AO CENTRO A CASA GROCHOCKI E O POÇO, À DIREITA O FORNO.....	93
FIGURA 49 - ENTALHE 1910, ANO DE CONSTRUÇÃO DA CASA.....	94
FIGURA 50 - PERSPECTIVA DA CASA DE TRONCOS CORPO PRINCIPAL E COZINHA LATERAL.....	95

FIGURA 51 – PLANTA BAIXA COM A DIVISÃO INTERNA E A INDICAÇÃO DA PAREDE INEXISTENTE.....	96
FIGURA 52 - ELEVAÇÃO FRONTAL (NORDESTE).....	97
FIGURA 53 - ENTRADA PRINCIPAL PELA COZINHA, ANEXO DE ALVENARIA...	97
FIGURA 54 - SEÇÃO DA VOLUMETRIA – ELEMENTOS DA ARQUITETURA.....	98
FIGURA 55 - BASE DE TRONCOS (A) DE PEDRAS (B).....	102
FIGURA 56 - PISO TÉRREO (A) PISO SOTÃO (B).....	102
FIGURA 57 - PAREDES DE TORAS ENCAIXADAS (A) PREENCHIMENTO DOS VÃOS (B) ARGAMASSA DE MATÉRIA VEGETAL (C).....	102
FIGURA 58 - PORTA (A) VÃO DA JANELA EXTERNO (B) INTERNO (A).....	103
FIGURA 59 - FORRO DE TÁBUAS, MATA-JUNTA (A) JUSTAPOSTAS (B).....	103
FIGURA 60 - COBERTURA VÃO CENTRAL (A) APOIO LATERAL SUPERIOR (B) CACHORRO INFERIOR (C).....	103
FIGURA 61 - CORTE TRANSVERSAL, TELHADOS E INCLINAÇÕES.....	101
FIGURA 62 - CORTE LONGITUDINAL, ESTRUTURA DA COBERTURA.....	101
FIGURA 63 – ELEVAÇÃO EXTERNA, NÓS SOB O REVESTIMENTO.....	104
FIGURA 64 – NÓS VERTICILADOS EM CAIBRO DA COBERTURA.....	104
FIGURA 65 – RESULTADO DA METODOLOGIA EMPREGADA EM TRONCO DA PAREDE INTERNA.....	105
FIGURA 66 – AMOSTRA 1, CORTE LONGITUDINAL RADIAL, RAIO (A) TRAQUEÍDEOS (B).....	105
FIGURA 67 - TORETE DA BASE PERFURAÇÃO E LIQUENS.....	109
FIGURA 68 – PORTA E ÁREA DE ACESSO DETERIORADA.....	109
FIGURA 69 – PISO DESGASTE MECÂNICO (A) MANCHAS (B).....	109
FIGURA 70 – DEGRADAÇÃO DA PAREDE FRONTAL EXTERNA (A) DEGRADAÇÃO DOS ENCAIXES (B).....	109

FIGURA 71 – ESTADO DA PAREDE INTERNA.....	109
FIGURA 72 – GALERIAS DE ANOBÍDEOS (A) FUNGO DE PODRIDÃO PARDA (B).....	109
FIGURA 73 - COBERTURA DO VÃO CENTRAL (A) PRESENÇA DE NÓ ALIFORME NO CAIBRO (B).....	110
FIGURA 74 – DETERIORAÇÃO DO OITÃO.....	110
FIGURA 75 – DEFORMAÇÕES NOS ENCONTRO DOS TELHADOS.....	110
FIGURA 76 – COBERTURAS, VISTA INFERIOR.....	110
FIGURA 77 – ROMPIMENTO DE PEÇA.....	110
FIGURA 78 – CACHORROS INTENSAMENTE DETERIORADOS.....	110
FIGURA 79 – DEGRADAÇÃO FÍSICA (A) AMOSTRA 2, DESFIBRAMENTO DO MATERIAL (B) .....	111
FIGURA 80 – PERFURAÇÕES E GALERIAS DE ANOBÍDEOS (A) PEÇA INTENSAMENTE DETERIORADA POR TÉRMITAS (B).....	111
FIGURA 81 – AMOSTRA 1 (A) GALERIA AMPLIADA POR MICROSCÓPIO 5X (B) RESÍDUO DO ANOBÍDEO (C).....	112
FIGURA 82 – RESÍDUO GRANULAR DISFORME (A) GALERIAS DE CUPINS (B).	113
FIGURA 83 – INSETO RETIRADO DA ELEVAÇÃO FRONTAL EXTERNA (A) INSETO ALADO DA ORDEM ISOPTERA (B).....	113
FIGURA 84 – <i>Lasioderma serricorne</i> (A) <i>Sitophilus</i> sp. (B).....	114

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PINHO-DO-PARANÁ PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS.....	50
TABELA 2 – FUNGOS DETERIORADORES DA MADEIRA.....	60
TABELA 3 - ELEMENTOS AVALIADOS.....	89
TABELA 4 - CLASSES DE DETERIORAÇÃO DA FICHA DE AVALIAÇÃO.....	89
TABELA 5 – VALORES OBTIDOS DO STRESS WAVE TIMER E O CÁLCULO DA MÉDIA DO TEMPO.....	119
TABELA 6 - CÁLCULO DA VELOCIDADE E A CLASSIFICAÇÃO POR CLASSES DE DETERIORAÇÃO.....	119
TABELA 7 - CLASSIFICAÇÃO POR CLASSES DE DETERIORAÇÃO.....	119
TABELA 8 - VALORES MÁXIMOS E MÍNIMOS DO <i>STRESS WAVE TIMER</i> .....	120
TABELA 9 - VALORES DA FICHA DE AVALIAÇÃO DOS 27 ELEMENTOS.....	124
TABELA 10 – VALORES DA FICHA DE AVALIAÇÃO, DA TESTEMUNHA, GRUPO A, GRUPO B.....	125
TABELA 11 – VALORES DA FICHA DE AVALIAÇÃO DA TESTEMUNHA, GRUPO C, GRUPO D, GRUPO F.....	125
TABELA 12 – TESTE 1 TODOS OS AVALIADORES.....	126
TABELA 13 - TESTE 2 DE HOMOGENEIDADE - AVALIAÇÃO NO GRUPO B.....	127
TABELA 14 – TESTE 3 COMPARAÇÃO DO GRUPO C COM O GRUPO D.....	127
TABELA 15 – TESTE 4 COMPARAÇÃO DA TESTEMUNHA COM O GRUPO A....	128
TABELA 16 – TESTE 5 COMPARAÇÃO DA TESTEMUNHA COM O GRUPO B....	128
TABELA 17 – TESTE 6 COMPARAÇÃO DA TESTEMUNHA COM O GRUPO C....	128
TABELA 18 – TESTE 7 COMPARAÇÃO DA TESTEMUNHA COM O GRUPO E....	128

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
1.1 OBJETIVO GERAL.....	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.3 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	19
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	20
2.1 PATRIMÔNIO E PRESERVAÇÃO.....	20
2.1.1 Patrimônio cultural.....	20
2.1.2 Breve relato sobre a história da restauração.....	22
2.1.3 Princípios da restauração e da conservação preventiva.....	24
2.1.4 Restauração da madeira.....	26
2.2 ARQUITETURA DA MADEIRA.....	28
2.2.1 Arquitetura brasileira e a casa de araucária.....	30
2.2.2 Tecnologia construtiva do imigrante polonês.....	34
2.2.3 Panorama e ocorrência da araucária.....	37
2.3 HISTÓRICO DA COLÔNIA MURICI.....	39
2.4 CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL LENHOSO.....	41
2.4.1 Anatomia e composição.....	43
2.4.2 Propriedades físicas e mecânicas.....	44
2.4.3 Araucária.....	48
2.5 DEFEITOS E DEGRADAÇÃO.....	50
2.5.1 Degradação física.....	52
2.5.2 Degradação química.....	53
2.5.3 Degradação mecânica.....	54
2.5.4 Degradação biológica.....	55
2.5.4.1 Fungos.....	56
2.5.4.2 Insetos.....	61
2.5.4.2.1 Ordem Coleoptera.....	61
2.5.4.2.2 Ordem Isoptera.....	66
2.6 MÉTODOS E TÉCNICAS DE ANÁLISE.....	68
2.7 VERIFICAÇÃO DE METODOLOGIAS EMPREGADAS.....	74

<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	79
3.1 ANÁLISE DO OBJETO.....	80
3.2 ANÁLISE DA MADEIRA.....	81
3.3 ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO.....	82
3.4 MAPEAMENTO.....	84
3.5 ANÁLISE NÃO-DESTRUTIVA.....	86
3.6 CLASSES DE DETERIORAÇÃO.....	88
3.7 FICHA DE AVALIAÇÃO.....	89
3.7.1 Aplicação da ficha .....	90
3.8 ANÁLISE ESTÁTICA.....	91
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	92
4.1 PESQUISA DO OBJETO.....	92
4.1.1 Situação e implantação.....	92
4.1.2 Pesquisa histórica.....	94
4.1.3 Arquitetura e tecnologia construtiva.....	95
4.2 IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE LENHOSA.....	104
4.3 ESTADO DE CONSERVAÇÃO.....	106
4.3.1 Identificação dos agentes biológicos.....	112
4.4 MAPEAMENTO.....	114
4.5 DETERMINAÇÃO POR CLASSES DE DETERIORAÇÃO.....	119
4.6 AVALIAÇÃO COM O AUXÍLIO DAS ONDAS DE TENSÃO.....	120
4.7 UTILIZAÇÃO DA FICHA DE AVALIAÇÃO.....	123
4.7.1 Valores obtidos da ficha de avaliação.....	123
4.7.2 Avaliação com auxílio da ficha.....	126
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	130
<b>6 RECOMENDAÇÕES</b> .....	131
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	132
<b>ANEXOS</b> .....	138

## 1 INTRODUÇÃO

As casas de troncos<sup>1</sup> construídas pelo imigrante polonês no sul do Brasil no século XIX constituem marco histórico na produção arquitetônica, principalmente no Paraná. Segundo Tempski (1982, *apud* Valentini, 1982, p. 12), “Foram as casas de troncos, abundantes nas colônias dos campos de Curitiba, no Sudoeste do Paraná e das regiões serranas do oeste catarinense, a primeira contribuição do imigrante polonês à paisagem brasileira.”

As casas de troncos traduzem a técnica e os saberes transmitidos de geração em geração no país de origem. Constituem aspectos culturais e conhecimentos da tradição das antigas construções de madeira da Europa setentrional, em especial da Polônia. Elementos decisivos para a adoção deste tipo de construção no novo continente, além da matéria-prima em abundância.

Data de 1878 a fundação da Colônia Murici, no Município de São José dos Pinhais, nas proximidades de Curitiba. Nesta colônia há ainda hoje remanescentes destas casas de troncos, patrimônio do primeiro período da imigração polonesa, seguido das de madeira serrada e das de alvenaria. Segundo Imaguire (1981, *apud* Valentini, 1982, p. 15) a produção dos poloneses não se restringe somente à casa: constam também a arquitetura civil e as obras artísticas. É, no entanto, segundo o autor, a arquitetura residencial a que melhor documenta a vida dos imigrantes.

Os remanescentes construídos com madeira de araucária, patrimônio do Paraná, constituem acervo nativo do país. O reconhecimento e a valorização deste acervo encontram, na arquitetura, uma das poucas maneiras de preservação, vista a devastação das florestas (IMAGUIRE, 1993). O patrimônio cultural entendido como atitude de valorização dos aspectos imateriais, materiais e naturais que caracterizam a identidade cultural de um povo, reconhece a necessidade da proteção de seus bens e a sua preservação para os seus descendentes. Neste cenário, a preservação das casas de troncos torna-se relevante como bem regional e da cultural nacional.

As preocupações que envolvem a conservação e a restauração de bens culturais não são recentes. Datam da antiguidade clássica os relatos das primeiras

---

<sup>1</sup> O termo *troncos* é o mais encontrado na literatura pertinente e é o adotado aqui, devido à sua utilização e não ao beneficiamento ou dimensão.

intervenções, realizadas por artistas e artesãos, não preocupados com o valor artístico, mas com a manutenção de símbolos de ordem e poder de governantes e religiosos.

A evolução da teoria e da história da restauração revelou ao longo dos anos o interesse no aprimoramento das técnicas, primando por ações não danosas e que mantenham as obras de arte em sua originalidade e integridade.

Desde 1931, as cartas patrimoniais alertam para o papel da educação, dos poderes legislativos e administrativos, da tutela pelas instituições, bem como da solidariedade entre as nações dirigidas ao interesse de um bem comum e mundial. Tal conceito visa à conservação da história, o respeito pelos monumentos, edificações, sítios, jardins e cidades; busca a proteção global de monumentos isolados ou paisagens características. Contudo, a realidade sociocultural brasileira denuncia o estado precário dos monumentos, que quase sempre sofrem pela falta de recursos e reconhecimento. Centros históricos e edificações são ameaçados e destruídos pelo crescimento das cidades e pela falta de interesse público.

A conservação do patrimônio em madeira no Brasil sofre pela ação da degradação dos agentes externos associados ao clima tropical. Há falta de conhecimento e de tradição do tema “restauração” e da consciência cultural de preservação. Regionalmente, a madeira utilizada foi a *Araucaria angustifolia*, classificada como uma espécie não durável ou de baixa resistência (suscetível aos organismos deterioradores).

Propõe-se, nesta investigação, a formulação de uma metodologia de análise e diagnóstico que vise à ampliação do conhecimento desta madeira e sua utilização histórica na região, além do reconhecimento dos defeitos e agentes degradadores, bem como o mapeamento destas interferências por meio de técnicas de análise não destrutivas. A partir daí será possível prever o grau de deterioração e fundamentar projetos de conservação e restauro, promovendo intervenções que garantam o retorno da utilização das casas em questão, sem o prejuízo do bem cultural.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Contribuir para a preservação do patrimônio histórico e cultural, por meio de metodologia de análise e diagnóstico dos danos em edificações históricas constituídas de *Araucaria angustifolia*.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar uma casa de troncos produzida por imigrante polonês no Paraná;
- realizar o levantamento do estado de conservação da obra por análise visual;
- elaborar o mapeamento de diagnóstico do estado de conservação da obra;
- empregar metodologia de análise por equipamento não destrutivo;
- gerar uma classificação por níveis de deterioração;
- testar ficha de avaliação do estado de conservação com diferentes indivíduos de diversas formações;
- propor subsídio técnico (metodologia e instrumental para diagnóstico) para projetos de restauração de edificações de madeira.

### 1.3 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O início da dissertação, capítulo 2.1, é dedicado ao tema: patrimônio e preservação que apresenta uma breve explanação com conceitos retirados das Cartas Patrimoniais. Contempla os aspectos históricos, os princípios básicos da teoria e da restauração com ênfase à madeira.

O capítulo 2.2 aborda a arquitetura da madeira, a arquitetura brasileira e a casa de araucária, além da arquitetura e da tecnologia construtiva do imigrante polonês, produzida no sul do Brasil a partir do século XIX.

No capítulo 2.3 estão contidos dados sobre a colonização europeia e o histórico da colônia Murici, maior vertente étnica na região de Curitiba.

O capítulo 2.4 está dedicado à revisão das características e propriedades do material lenhoso, bem como as propriedades tecnológicas da *Araucaria angustifolia*.

O capítulo 2.5 aborda os defeitos e as degradações, ou seja, as interferências que podem afetar o material em estudo.

O capítulo 2.6 apresenta metodologias e técnicas de análise empregadas no setor de bens culturais e de tecnologia da madeira.

Foram levantadas algumas metodologias de catalogação do patrimônio histórico e fichas de avaliação e de mapeamento utilizadas de bens imóveis, assim como pré-testes realizados, presentes no capítulo 2.7.

A descrição da consecução da pesquisa, em material e métodos - capítulo 3 seguiu a metodologia proposta que parte da análise do objeto (arquitetura e madeira), seguida pela análise do estado de conservação e agentes biológicos, o mapeamento, a análise não-destrutiva, a determinação de classes de deterioração, a aplicação de ficha de avaliação e a análise estatística.

Os resultados, no capítulo 4, caracterizam o objeto desde os seus aspectos históricos ao seu estado atual de conservação, representado pelo mapeamento. A discussão envolve a determinação de classes de deterioração, os grupos de operadores da ficha de avaliação e a leitura dos dados obtidos da análise não-destrutiva quanto ao diagnóstico do objeto de estudo.

Na parte final, as considerações sobre as metodologias empregadas e os benefícios à preservação do patrimônio histórico de madeira; presentes no capítulo 5 - conclusões e no capítulo 6 – recomendações.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PATRIMÔNIO E PRESERVAÇÃO

#### 2.1.1 Patrimônio cultural

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) obedece a um princípio normativo, atualmente contemplado pelo artigo 216 da Constituição Federal que define o Patrimônio Cultural:

A partir de suas formas de expressão; de seus modos de criar, fazer e viver; das criações científicas, artísticas e tecnológicas; das obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais; e dos conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico. (IPHAN, 2008a).

Classificados como bens materiais (tangíveis) e imateriais (intangíveis), aqueles subdivididos em bens imóveis (edificações, monumentos) e bens móveis (obras de arte), independente de seu suporte: os quadros, as esculturas, os livros, imaginária sacra etc. Os bens imateriais emanam da sabedoria popular de um indivíduo ou de um grupo, pertencem à tradição de uma comunidade e são normalmente transmitidos oralmente. Também os bens naturais, paisagísticos e ambientais, rios, bosques, parques e florestas são considerados patrimônio de uma nação.

Bem cultural e ambiental é tudo o que testemunha a atividade criativa do homem e que exprime o modo de viver ou de pensar de uma certa época histórica, e pode ser considerado um bem a ser conhecido, tutelado e enviado aos descendentes. À respeito da salvaguarda do patrimônio mundial, cultural e natural aprovada na conferência geral de 1972 da UNESCO<sup>2</sup>; “afirma o conceito de universalidade dos valores, de supranacionalidade da cultura e das riquezas naturais que, onde quer que se encontrem, não pertencem a ninguém porque pertencem a todos

---

<sup>2</sup> UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, fundada em 1945, com sede em Paris. No Brasil aproximadamente 17 Bens entre paisagísticos, ambientais e imóveis, sítios históricos. Locais como os Centros Históricos de Salvador, Olinda, Diamantina, Ouro-Preto, mas também os Parques exemplo o Parque Nacional de Iguaçu-Foz do Iguaçu, as ilhas Atlânticas brasileiras (Atol e Fernando de Noronha) e as Reservas do Sudeste de Mata Atlântica SP-PR e pertencentes à floresta de araucária (UNESCO, 2008).

os homens, de hoje e de amanhã”. As organizações internacionais estabelecem regras e modalidades científicas de identificação. Primam pela catalogação, que serve ao cadastro de todo o acervo pertencente a uma nação e que auxilia no âmbito da organização internacional, com fim de evitar a circulação clandestina de peças roubadas e não cadastradas (AROSIO, 2003, v. 1, f. 5-7).

É dever, pois, das entidades públicas e das privadas, declarar a presença de todos os bens, seguindo-se a esta, as atividades de catalogação e o restauro. O que conduz à preservação, definida na Carta de Burra (1980) como a manutenção no estado da substância de um bem e a desaceleração do processo pelo qual ele se degrada. Conforme a Carta, no Artigo 12º; “Não poderão ser admitidas técnicas de estabilização que destruam a significação cultural do bem” (CONSELHO INTERNACIONAL DE MONUMENTOS E SÍTIOS (ICOMOS), 2008).

A ligação do ser humano com sua origem, seus antepassados e a história do local onde habita configuram aspectos da afirmação de sua identidade cultural. O reconhecimento dos valores de uma civilização não passam somente por valores históricos e artísticos; englobam dentre outros: os sociais, os religiosos, os técnicos e os simbólicos. A arquitetura constitui palco da memória, cenário de vários tempos, levando ao futuro a obra preservada.

Segundo Murguia e Yassuda (2007, p. 5):

No Brasil, o patrimônio histórico e artístico nacional foi citado pela primeira vez, como objeto de proteção obrigatória pelo poder público, na Constituição de 1934, sendo que cabia à União e aos Estados proteger as belezas naturais e os monumentos de valor histórico ou artístico. Mais tarde, o Decreto-lei nº 25 de 30.11.37, primeira lei nacional de proteção ao patrimônio no Brasil, oficializa o resguardo dos nossos bens culturais.

La Pastina (2007) ressalta que somente após o Iº Encontro dos Governadores, intitulado Compromisso de Brasília (1970), foi reconhecida a “inadiável ação supletiva dos Estados e Municípios”. O qual marcou a expansão e a reformulação de algumas instituições federais e a criação de órgãos estaduais. E acrescenta; “O Paraná foi um Estado pioneiro contando com lei anterior a esta data”; Lei Estadual nº 1.211 de setembro de 1953, que dispõe sobre o patrimônio histórico, artístico e natural do Estado.

### 2.1.2 Breve relato sobre a história da restauração

Restauração, com a aceitação moderna do termo, remonta do século XVIII, firmando-se como ação cultural no século XIX. No entanto, datam do fim da antiguidade clássica os primeiros relatos de intervenções sobre obras de arte. Neste e em períodos contíguos as ações eram principalmente voltadas à limpeza e à manutenção das obras, danificadas por furtos ou guerras.

Na Idade Média, segundo Arosio (2003, v. 1, f. 11), possuíram o caráter destrutivo à causa das invasões bárbaras e o devocional, pelo forte espírito religioso. Ao gosto renascentista, antigas carpintarias foram substituídas, mudavam-se as molduras dos quadros para a adequação àquele momento. Algumas técnicas ampliaram-se, como os transportes (*Stacco*<sup>3</sup>) e a higienização. No entanto, muitas obras eram refeitas ou repintadas e pouco se mantinha do original. Destaque do período de 1500 às primeiras operações de limpeza dos afrescos da Capela Sistina (1475/83), começou a tomar certa proporção a conservação das obras “modernas” mais famosas.

A redescoberta do mundo antigo durante o Humanismo desloca para os valores históricos e artísticos da obra, digna então a ser conservada. A evolução dos métodos de restauro nas décadas de 1600 é devida à prática de “arrumar” os quadros para as galerias privadas ou para o mercado de antiquários, sendo que de restauro pouco apresentava. Foram criticados por escritores e alguns artistas que inspirados nos princípios classistas acreditavam que a conservação das pinturas dos grandes pintores como Michelangelo Buonarroti (1475-1564) e Rafael Sanzio (1483-1520) garantiriam o envio de seus ensinamentos às gerações futuras. As intervenções menos invasoras promoveriam o reconhecimento dos traços dos artistas, antecipando-se aos conceitos modernos de reversibilidade e de reconhecibilidade (AROSIO, 2003, v. 1, f. 11).

Dos anos de 1700, segundo a mesma autora, a partir da segunda metade do século, surgem laboratórios, numerosos escritos sobre o tema e uma conotação cultural, além das ações técnicas promovidas pelo Iluminismo. Novas e menos laboriosas técnicas de transporte são usadas como o *Strappo*<sup>4</sup> para a remoção de

---

<sup>3</sup> *Stacco*: remoção da pintura com parte do suporte da obra, parede ou reboco.

<sup>4</sup> *Strappo*: remoção somente da película ou camada pictórica, sem o suporte da obra.

afrescos. Muitos métodos estão sendo testados e são ainda extremamente perigosos como a limpeza. Obras sujas e esfumaçadas eram esfregadas e lavadas com água e sabão. É neste período que vem por fim a profissão de restaurador plenamente distinta de pintor. Data do final do século, o auxílio da química e da física ao estudo das técnicas e materiais pictóricos.

A Revolução Francesa (1789/99), assim como outros conflitos ao longo da história, causaram irreparáveis danos ao patrimônio artístico. Muitas obras foram perdidas, vendidas e danificadas.

Na primeira metade do século XIX a teoria do restauro foi influenciada pelo Romantismo. Em consequência, o sentimento de proteção, as atuações denotariam mais cautela nas intervenções. Entre os importantes artistas e críticos desta nova tendência Arosio (2003, v. 1, f. 18-20) destaca: Francesco Milizia (1725-1789), Francisco Goya (1746-1828), Johann w. Von Goethe (1749-1832) e Eugène Delacroix (1798-1863). Salienta ainda, as importantes campanhas de restauro especialmente sobre monumentos tarso-antigos e medievais e as teorias contraditórias de Eugène Emmanuel Viollet-Le-Duc (1814-1879) e John Ruskin (1819-1900); que influenciaram a teoria da restauração em toda a Europa, e são citados até na atualidade. Novos conhecimentos da química, e, sobretudo a descoberta dos raios-X foram relevantes ao desenvolvimento da técnica de conservação ao final do século.

A ênfase no valor documental nos monumentos se firmaria no século XX. Segundo Kühn (2006, p. 19), valiosas contribuições foram dadas por Lois Riegl (1858-1905), o qual ofereceu meios inovadores tanto para a teoria quanto para a prática da preservação dos monumentos históricos. Conforme a autora abarcou “aspectos normativos (na Áustria) e elaborou análises agudas sobre o papel dos monumentos históricos e suas formas de apreensão por uma dada sociedade”.

Segundo Arosio (2003, v. 1, f. 21-22,) em nenhuma época as obras de arte sofreram danos maiores que nos últimos oitenta anos. Rememoram-se os conflitos mundiais e alguns fenômenos econômicos e sociais, a industrialização, a especulação imobiliária; entre outros o vandálico aproveitamento do turismo com irreparável perda do patrimônio artístico e principalmente do construído. A orientação do restauro passou a ser crítica com o aprofundamento teórico e notável inovação técnica, além das Cartas Patrimoniais internacionais que contribuíram ao surgimento

de um movimento amplo de debate e na formulação de princípios fundamentais, traduzidos na criação de entidades e leis.

### 2.1.3 Princípios da restauração e da conservação preventiva

A evolução da ciência e da técnica, do mesmo modo as formulações teóricas que embasaram a prática profissional da restauração no passado, deve na atualidade nortear os projetos de restauração, bem como as metodologias de conservação de monumentos históricos. Segue o elenco de alguns dos principais teóricos e seus preceitos.

Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc (1814-1879) foi um arquiteto francês, restaurador, estudioso e teórico de talentos múltiplos, diretor de canteiros, crítico e desenhista. Realizou intensos estudos da arquitetura medieval, clássica e grega; complementados pelas inúmeras viagens por cidades da França e da Itália. Sua influência foi enorme em vários campos e, quanto à restauração, imprimiu sua marca pessoal e indelével. Entre as várias obras das quais participou estão as restaurações da Catedral Notre-Dame e de St. Deni em Paris. Foi, entre tantas funções, o maior tratadista da arquitetura francesa do seu século, publicando em 1868, o *Dictionnaire Raisonné de l'Architecture Française du XI au XVI Siècle*. Entre os aspectos positivos de seu pensamento destaca-se sua oposição às grandes demolições do período, o acurado estudo que realizava antes do restauro e a genialidade de algumas soluções técnicas. Restaurar, segundo ele, não era apenas a conservação da matéria, mas do espírito da qual ela era suporte (VIOLLET-LE-DUC, 2000, p. 9-23). A Polêmica girava em torno, do princípio de “ripristinação<sup>5</sup> da unidade estilística” que empregava (DELLA COSTA, 1983, *apud* AROSIO, 2003, f. 20).

O inglês Jonh Ruskin (1819-1900) foi um sociólogo, escritor, crítico de arte e de arquitetura, estudioso; assim como Viollet-Le-Duc defensor do estilo gótico. Considerava a questão do restauro por uma ótica completamente diversa, mais de literato que de técnico. Expressou sua obra de restauração, sobretudo no volume

---

<sup>5</sup> Ripristinação: intervenção empírica de substituição histórica e criativa põe-se às vezes contrária a conservação da obra em sua integridade (BRANDI, 2004).

*The seven lamps of Architecture* (Londres, 1849). Ruskin lançava-se contra os restauros de ripristinação e de complemento, considerando ilusória a afirmação de Viollet-le-Duc que o restaurador pudesse operar como o antigo artista. Não era lícito, segundo Ruskin, a qualquer um que fosse falsificar o espírito que o autor quis dar a obra: ela deveria ser enviada aos descendentes no estado mais autêntico possível. Considerava por fim, um particular fascínio no degrado do tempo (AROSIO, 2003, v. 1, f. 20).

Camilo Boito (1836-1914) foi um arquiteto italiano, restaurador, professor, crítico, historiador, teórico, literato; “um analista dos mais argutos do seu próprio tempo. Desempenhou papel relevante na transformação da historiografia da arte na Itália”. Escreveu textos de valia como *Architettura del MedioEvo in italia*, 1880. (BOITO, 2003, p. 9 - 13). Tanto Boito como Viollet-Le-Duc participaram da formação de uma nova cultura arquitetônica em seus países com referência na arquitetura medieval, revestida do caráter nacionalista. Buscaram nas lições da arquitetura do passado, subsídios para as suas formulações. Destacam-se de Camilo Boito o aprofundamento das análises, dos estudos documentais (levantamentos métricos, desenhos, fotografias etc) e a preocupação com os aspectos formais e técnicos-constructivos da obra. E de sua contribuição o respeito pela matéria original da obra e as marcas da passagem do tempo. Quanto às intervenções, aconselhava ao estritamente necessário em procedimentos distintos e registrados. Evitando que a ação contemporânea fosse confundida com aquilo que subsistia da obra, e aos olhos do observador não ocorresse o engano de considerá-la como antiga (KÜHL, 2006, p. 19).

Vale ressaltar a importância de Alois Riegl (1858-1905) historiador pertencente à Escola Vienense de História da Arte, quanto a ampliação do conceito de monumentos históricos, não só as “obras de arte”. Contrapôs-se às políticas de preservação da época que se voltavam somente àqueles de excepcional relevância histórica e artística. Para Riegl não só as obras de arte eram monumentos históricos, mas qualquer obra humana com certa antiguidade (KÜHL, 2006, p. 20).

Por fim o Italiano Cesare Brandi (1906-1988) foi o responsável pela formulação da Teoria do Restauro (1963). Seus escritos, a partir da vasta experiência à frente do Instituto Central de restauro (ICR), estiveram fundamentados em princípios sólidos e coesos, e constituem fonte de partida às modernas reflexões sobre o restauro. Brandi definia a Restauração como o momento metodológico do reconhecimento da obra de arte, na sua consciência física e na sua dúplice

polaridade estética e histórica, com vistas à sua transmissão para o futuro. Enunciou dois princípios básicos, o primeiro: restaura-se somente a matéria da obra de arte; o segundo: deve visar ao restabelecimento da unidade potencial da obra de arte, sem cometer um falso artístico ou um falso histórico, sem cancelar nenhum traço da passagem da obra de arte no tempo (BRANDI, 2004, p. 26-109).

Segundo o autor, a restauração envolve profissionais de várias áreas, possui caráter multidisciplinar, desvinculada de aspirações individuais e arbitrárias. Sobre a restauração preventiva alerta para a tutela, a remoção de perigos e o asseguramento de condições favoráveis à obra, de modo a não solicitar intervenções de extrema urgência. Destaca-se da teoria de Brandi o valor didático de seus preceitos e a importância como fonte constante de reflexão metodológica. Faz parte de seus princípios: a distinguibilidade, pois a restauração deve documentar a si própria e não promover enganos daquilo que existia anteriormente. A reversibilidade, permitindo a remoção, a realização de futuras intervenções; sempre de modo respeitoso ao preexistente. Defende a mínima intervenção, primando pela manutenção da obra em sua constituição como documento histórico, por meio de sua matéria e imagem (BRANDI, 2004, p. 26-109).

#### 2.1.4 Restauração da madeira

Por restauro se entende a intervenção realizada diretamente sobre o bem, voltado a manter a integridade material e assegurar a conservação e a proteção dos seus valores culturais. Pela definição da Carta de Cracóvia (2000) o projeto de restauração resulta de escolhas conservativas, é o procedimento específico com o qual se atua na conservação do patrimônio construído e da paisagem. Um projeto de restauração contém duas etapas principais, a primeira de análise e a segunda de intervenção (AROSIO, 2003, v. 1).

Segundo a Carta de Restauro de 1972, o projeto de restauração de uma obra arquitetônica deverá ser precedido de um exaustivo estudo sobre o monumento. Várias fontes deverão ser consultadas, associadas às pesquisas bibliográficas, iconográficas e arquivísticas, afim da obtenção de todos os dados históricos possíveis. O contexto territorial e o tecido urbano devem ser considerados e a análise arquitetônica aprofundada. Desta forma ficam distintos os aspectos

tipológicos, formais e os sistemas e caracteres construtivos, tanto da obra original como os possíveis acréscimos ou modificações. Por fim o projeto se baseará; “em uma completa observação gráfica e fotográfica, interpretada também sob o aspecto metrológico, dos traçados reguladores e dos sistemas proporcionais e compreenderá um cuidadoso estudo específico para a verificação das condições de estabilidade” (IPHAN, 1995, p. 204).

Para obras de madeira, Tampone (1996) sugere a conservação, reservando ao restauro o caráter de intervenção excepcional, no espírito das Cartas Patrimoniais e a partir de orientações atualizadas. Como procedimento metodológico recomenda o conhecimento das características químicas e físicas, em particular as mecânicas e as deformações do material em estruturas, a ciência destas tipologias e do seu respectivo comportamento.

Significa, segundo o autor, completar uma série de estudos, tais quais: classificação, catalogação, tutela e prevenção. Não só executar operações diretas de eliminação total ou parcial das causas perturbadoras. Realizar a consolidação, o reforço, a adequação, o tratamento de proteção, acabamento, enrijecimento etc.; além disso, documentar a intervenção, monitorar e promover a manutenção ordinária (FIGURA 1).



FIGURA 1 – LIMPEZA E TRATAMENTO QUÍMICO DE COBERTURA (A)  
CONSOLIDAÇÃO POR MEIO DE CABOS DE AÇO – LORENZO JURINA (B)  
FONTE: TAMPONE (1996), A AUTORA (2006)

Acrescenta que por anos persegue uma constante pesquisa por um tipo de restauro alternativo que reduza ao mínimo as alterações da autenticidade estrutural, da matéria, do aparelho do monumento e das suas estruturas portantes. Conclui que adaptações e aperfeiçoamentos aos estudos, em cada caso concreto são inevitáveis, especialmente aqueles relativos à pesquisa aplicada e à tecnologia. E que realizar um

projeto de restauro; “não deve ser um ato de ideação ou de vontade de um único profissional, mas um produto de colaboração dialética entre vários profissionais de nível equivalente e de diversas especializações” (TAMPONE, 1996, p. 283).

## 2.2 Arquitetura da madeira

A madeira participa do bem estar da vida humana desde os primórdios do seu desenvolvimento.

No Paleolítico Inferior, com a ignição da madeira o homem obteve o cozimento de seus alimentos, o aquecimento e a proteção. Além da produção de utensílios e choças, estas as primeiras e mais rudimentares habitações, a partir dos galhos. Em períodos posteriores, com o polimento da pedra os instrumentos tornaram-se mais resistentes permitindo o manuseio e desdobro de árvores e assim a obtenção de arados, armas, canoas e moradas.

Associando a madeira materiais como cipós, palhas, couro, barro, metais, o homem passou a realizar construções que atravessariam séculos. Diversas culturas se apropriaram deste material, aproveitando suas potencialidades, e dando vida a criações de extrema riqueza formal e estética (FIGURA 2).

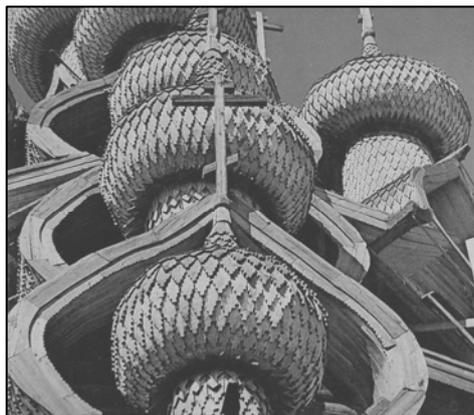


FIGURA 2 – DETALHE DAS TORRES DE MADEIRA DA CATEDRAL PREOBRAZENSKIJ EM KIZI, KARELIA  
FONTE: HANSEN *apud* TAMPONE (1996)

São de espécies de madeiras peculiares os mais belos e perfeitos instrumentos musicais, desde o mobiliário ao mais simples brinquedo. Da decoração de castelos, suporte e molduras de obras de arte a riquíssimos adornos, esteve constantemente presente na arte e na história. Deve-se a ela também a obtenção de

matéria-prima para a indústria, de polpa e papel, de carvão, de gomas, de resinas entre outras. Diz-se da madeira: *Acompanha o homem do berço ao leito de morte.*

É na construção, especificamente em edificações, a sua mais vasta utilização. De refúgios primitivos, abrigos nômades e indígenas, a realização de sofisticadas estruturas na atualidade (FIGURA 3).

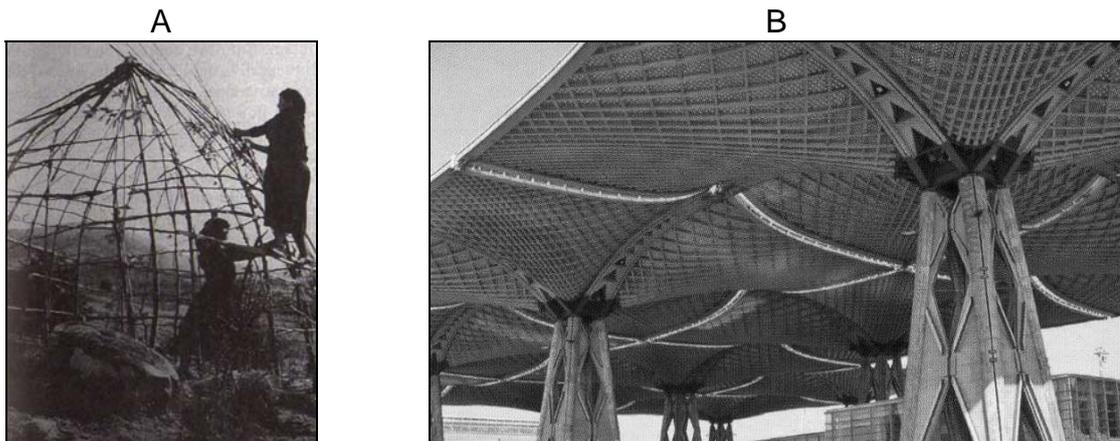


FIGURA 3 – ANTIGAS HABITAÇÕES DE GREGOS NÔMADES (A) COBERTURA DA EXPO HANNOVER, NA ALEMANHA JULIUS NATTERER – THOMAS HERZOG (B)  
 FONTE: DAVEY *apud* TAMPONE (1996) AFLALO (1995)

Conforme o clima, a posição geográfica e a disponibilidade da vegetação, as construções podiam ser muito diferentes, mas basicamente caracterizavam-se pela utilização de um material facilmente encontrado, transportável e de manuseio rápido. Suas qualidades de resistência mecânica, isolamento térmico e acústico, além das propriedades sensoriais como a cor, textura e desenho deram margem a uma vasta produção tanto nas artes como na arquitetura. O incremento da tecnologia e a industrialização propiciaram a padronização dos elementos de madeira, promovendo principalmente a construção em série, com o benefício à grande faixa populacional mundial.

A partir do século XX interesses de grandes oligarquias como a do aço e do concreto influenciaram negativamente a utilização da madeira no Brasil. Não há uma tradição consistente em seu uso como sistema estrutural segundo Wisnik (2005, *apud* Aflalo, 2005, p. 38); “desde o período colonial, terminou sendo empregada, via de regra, quase apenas na confecção de esquadrias e peças de sustentação de coberturas”.

É na atualidade, no entanto, o único material renovável e de baixo consumo energético destinado à construção civil e que garante a fixação do gás carbônico. No estudo das propriedades tecnológicas e no conhecimento de sua utilização que se atingirá uma arquitetura contemporânea de madeira, rica em originalidade técnica e formal, não vinculada a interesses e preconceitos. E seria absurdo, conforme Giordano (1946, *apud* Giordano 1999), continuar a usar o material com desconfiança e com os dimensionamentos demasiados e que não possuem qualquer razão de ser.

Muitas limitações do passado quanto ao dimensionamento, a anisotropia e os aspectos da forma do tronco, além dos problemas relacionados à destruição das florestas nativas, estão sendo superadas por reflorestamentos e por manejo sustentável, por meio de tecnologia e do desenvolvimento de produtos reconstituídos da madeira, como vigas laminadas e a diversidade de painéis (laminado, aglomerado, MDF etc.).

### 2.2.1 Arquitetura brasileira e a casa de araucária

As habitações indígenas foram os primeiros exemplos da utilização da madeira no Brasil. Eram habitações primitivas elaboradas a partir da tradição e das florestas, utilizando as árvores de maneira natural, galhos, cipós e palhas (FIGURA 4).



FIGURA 4 – CASA DE PALHA TÍPICA CONSTRUÍDA POR ÍNDIOS XAVANTES  
FONTE: MUSEU DO ÍNDIO (2005)

Os colonizadores influenciaram o modo de produção e o desenvolvimento de novas tecnologias construtivas correspondentes às tradições culturais que portavam. As edificações surgiam principalmente em função do material predominante na

região e o colonizador português deparou-se com a pedra, o barro e a madeira, que empregou em técnicas que se associaram direta ou indiretamente à madeira.

A imigração, segundo Imaguire (1993, p.15), fez surgir em vários países, associados a suas reservas florestais, uma rica arquitetura de madeira. Na Europa, regiões pobres de pinheiro usaram amplamente a madeira de carvalho, mais densa e durável. De difícil trabalhabilidade, no entanto, foi utilizada apenas nas estruturas, agregada a outros materiais para as vedações. Da evolução desta técnica, surgiram duas outras, trazidas ao Brasil tempos depois: o pau-a-pique ou a taipa-de-mão pelos portugueses e os enxaiméis pelos alemães.

Sánchez *et al.* (1987, p. 7) descreve a predominância da taipa-de-pilão no planalto paulista e o pau-a-pique em Minas Gerais. Da arquitetura do período, destaca Vasconcellos (1979, p. 30) ter sido a madeira a estrutura autônoma mais difundida, presente ainda em arcos, mãos francesas, enquadramentos, escadas, esquadrias, pisos, forros e coberturas. Sobre a técnica da taipa-de-pilão descreve o autor: consistia em armar formas de madeira (taipais) mantendo-as em posição vertical por meio de travessas e paus de prumo; dentro delas o barro compactado era colocado e comprimido a pilão ou com os pés (FIGURA 5).

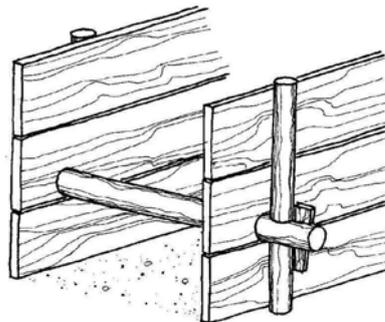


FIGURA 5 – FORMA DE MADEIRA (TAIPAL) PARA A TÉCNICA DA TAIPA-DE-PILÃO  
FONTE: VASCONCELLOS (1979)

Já a técnica do pau-a-pique consistia de paus colocados entre os baldrames e os frechais, neles fixados por meio de furos ou pregos. Aos paus, normalmente roliços e com cascas, eram colocados outros mais finos de ambos os lados amarrados com cipós ou cordas. Também usados pregos ou couro, formando uma trama capaz de receber e sustentar o barro (VASCONCELLOS, 1979, p. 30) (FIGURA 6).

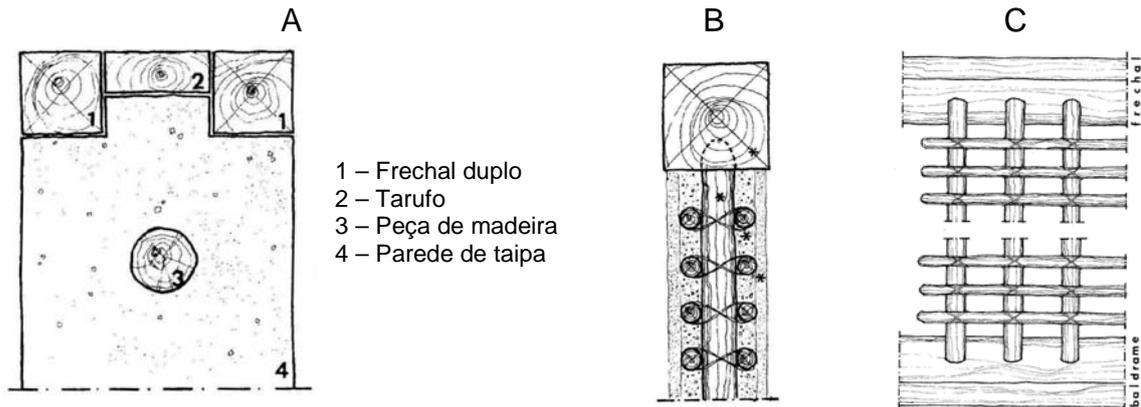


FIGURA 6 – TÉCNICA DO PAU – A – PIQUE PLANTA (A) FRECHAL NA PARTE SUPERIOR, CORTE (B) VISTA FRONTAL (C) FONTE: VASCONCELLOS (1979)

Em técnica similar ao pau-a-pique, também chamada taipa de sebe, os forros de estuque empregavam a madeira em sua estruturação. As soluções podiam ser mais refinadas, incluindo arcos ou abóbadas, que por vezes recebiam pinturas decorativas.

A partir da imigração européia, na segunda metade do século XIX, a diversidade cultural dos imigrantes trouxe modificações nas soluções arquitetônicas, em especial no sul do Brasil. Segundo Sanchez *et al.* (1987, p. 8);

Os imigrantes alemães construíram [em Santa Catarina] suas casas com enxáimeis – estrutura de madeira com peças diagonais de travamento cujos intervalos são preenchidos por tijolos. Os poloneses e italianos, de origem camponesa, estabeleceram-se em colônias próximas as cidades. As casas dos imigrantes italianos eram construídas em alvenarias de tijolos. Os poloneses empregavam [inicialmente] troncos de árvores sobrepostos horizontalmente, com encaixes nos cantos das paredes.

As casas de troncos, como edifícios vernaculares, demonstram o uso racional dos materiais de construção em situações de escassez econômica e atestam a necessidade de sobreviver, otimizando ao máximo os recursos disponíveis (MASCARÓ, 1998, *apud* STINGHEN, 2002, p. 4).

Sobre a arquitetura do imigrante polonês e a casa de araucária, na região de Curitiba, Valentini (1982, p. 29) destaca a técnica empregada:

As três técnicas empregadas na construção da casa de moradia e paióis – taipa de mão, chamada pelos imigrantes de estuque, troncos encaixados e alvenaria de tijolos [...] a preferência por uma delas é em função da procedência dos imigrantes. Os que vêm das regiões de ocupação alemã utilizam taipa de mão e /ou alvenaria de tijolos. Aqueles que procedem das Galícias (ocupação austríaca) constroem com troncos.

Apesar das diferentes técnicas, a autora acrescenta: as habitações mantinham semelhanças quanto ao partido, às soluções de detalhes construtivos e às características plásticas (FIGURA 7).

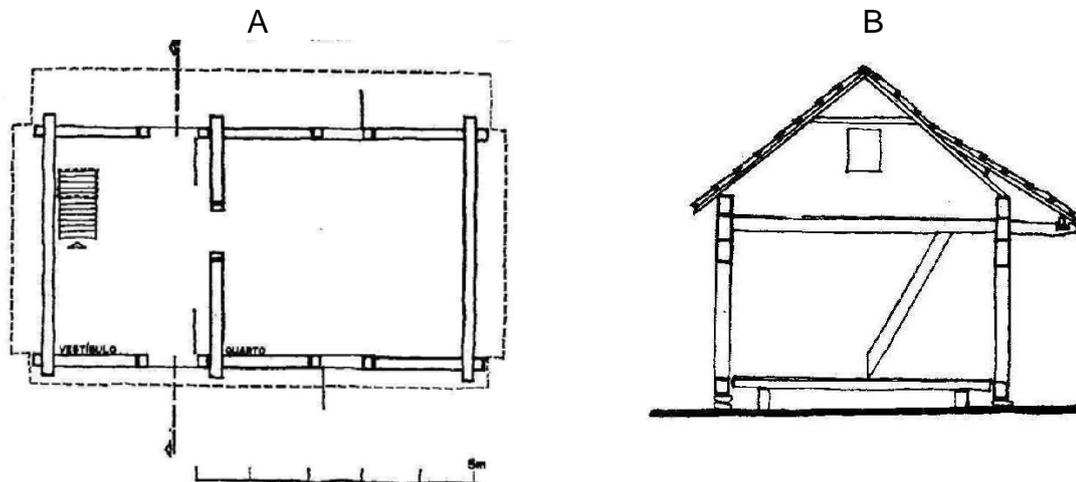


FIGURA 7 – PLANTA BAIXA, NO VESTÍBULO A ESCADA E O QUARTO MAIOR (A)  
CORTE TRANSVERSAL COM A ESCADA EM VISTA (B)  
FONTE: VALENTINI (1982)

No final do século XIX, a matéria-prima em abundância, o baixo custo e a mecanização permitiram a padronização dos elementos construtivos e a difusão da arquitetura de madeira. Passou-se a uma ampla difusão da casa de madeira serrada, a qual se constituía inicialmente de divisão interna simplificada, quarto, sala e cozinha. Posteriormente novas soluções e acabamentos foram acrescentados como as varandas, os arremates de telhados e os lambrequins (SANCHEZ *et al.*, 1987, p. 9) (FIGURA 8).



FIGURA 8 – CASA DE MADEIRA SERRADA LAMBREQUINS NA VARANDA  
FONTE: HOLTMAN (2005)

Os lambrequins<sup>6</sup> em madeira foram empregados como elemento decorativo, além da função de pingadeira, e marcados pelo modismo em voga nas grandes cidades brasileiras do final do século XIX. Em Curitiba, o Código de Posturas de 1919 (parágrafo 7º do Artigo 61), determinava, segundo relata Dudeque (2001, p. 250), que “Sejam as abas dos telhados, excepto as do fundo, guarnecidas de lambrequins.”

A vasta utilização da madeira na construção civil chegou a ser traduzida como um símbolo de posição social inferior. Para contornar esta situação, a fachada frontal de alvenaria foi incorporada em algumas casas de madeira. Para os legisladores, uma urbe civilizada era uma urbe moldada em alvenaria (DUDEQUE, 2001, p. 249-254). A inovação dos materiais e a evolução da tecnologia, propagados no século XX fariam da madeira um produto secundário às edificações. Reforçada pelos dogmas da arquitetura modernista e o culto ao concreto, reduziram a madeira à condição de forma de concreto (IMAGUIRE, 1993, p. 16).

### 2.2.2 Tecnologia construtiva do imigrante polonês

As imensas florestas que cobriam a região propiciaram o surgimento de uma arquitetura peculiar.

Foi a partir dessa minha atividade estradeira que comecei a notar a inserção, na paisagem paranaense, de um novo elemento modificador: A CASA. A casa-de-polaco, a casa-de-alemão, a casa-de-italiano, de alvenaria ou de madeira, mas bem diferentes umas das outras (Tourinho, 1981, *apud* Valentini, 1982, p. 5).

A origem das casas de troncos provém da abundância dos bosques de coníferas do norte e do leste da Europa, em especial àquelas encontradas em Biskupin, na Polônia, desde o ano 700 a. C. Casas de troncos encaixados e dispostos horizontalmente também podem ser encontradas na tradição medieval escandinava (FIGURA 9).

---

<sup>6</sup> Lambrequins: Ornato de madeira ou folha metálica recortada e vazada em forma de rendilhado, utilizado no arremate decorativo de elementos da construção. É característico dos chalés (ALBERNAS, 2000, *apud* DUDEQUE, 2001, p. 252).



FIGURA 9 – CASA DE TRONCOS ENCAIXADOS, NA EUROPA  
 FONTE: JONHSON (1994)

As araucárias eram derrubadas, descascadas e falquejadas a golpes de machados. Eram sobrepostas e encaixadas através dos detalhes nas extremidades. Peças inteiras e amplas constituíam as paredes, utilizando principalmente a madeira do cerne, alcançavam grande estabilidade e rigidez estrutural. Tempski (1971, *apud* Valentini, 1982, p. 44), enfatiza o corte e os encaixes dos troncos (FIGURA 10):

Apesar de na Polônia serem utilizados troncos de variadas seções e diversos tipos de entalhe para encaixe, aqui só encontramos troncos falquejados em quatro faces ou cortados axialmente, e somente um tipo de entalhe para cada seção. Os entalhes para encaixe tem perfil trapezoidal, o que não permite que o quadrilátero se abra pela ação do peso da cobertura.

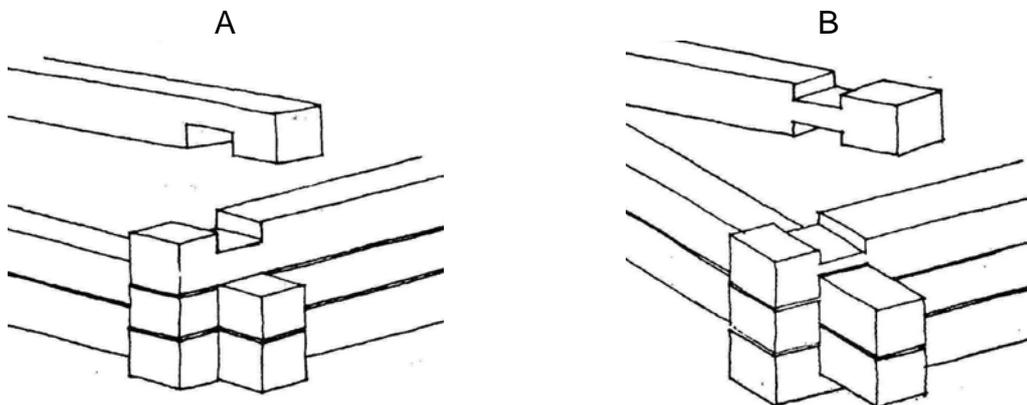


FIGURA 10 – ALGUMAS SEÇÕES E TIPOS DE ENCAIXES ENCONTRADOS NA POLÔNIA (A) (B)  
 FONTE: VALENTINI, 1982

A casa de troncos era o modo mais rápido e de menor custo de se obter a habitação. Neste período, para os imigrantes que necessitavam da terra limpa para o plantio a araucária chegou a ser considerada uma praga.

Implantada em sítios isolados, rodeadas pelas áreas de cultivo da família, a habitação estava fortemente vinculada ao trabalho. Em torno da morada viriam: o paiol, o abrigo para os animais, o abrigo para as ferramentas e instrumentos agrícolas, o poço, o

forno e um pouco mais afastadas, as instalações sanitárias. A cozinha separada do corpo da casa, construída tempos depois em alvenaria. Eram residências pequenas, com área de 90 a 150 metros quadrados. Possuíam poucos cômodos, a planta retangular; no térreo a sala e os quartos. Algumas possuíam sótão, comumente utilizado como quarto das crianças e o acesso a ele por escada interna de tábuas de madeira de elevada inclinação.

As paredes são a estrutura e, ao mesmo tempo, vedação; os esforços da cobertura são distribuídos uniformemente (VALENTINI, 1982, p. 44). A base da edificação era constituída por pedaços de tronco, pedras ou tijolos ficando elevada do chão. Esses apoios evitavam o contato com a terra e a umidade, possibilitando também o nivelamento.

Em alguns casos, mantinha-se a seção redonda da tora. Mais tarde, foram retiradas lascas das laterais, já que uma seção quadrada possibilitava maior estabilidade e as frestas entre os troncos seriam menores. Em geral, as frestas eram vedadas com uma espécie de argamassa de barro, palha de capim e cinza, em casos mais rudimentares, de estrume. A maioria das habitações permanecia sem pintura ou recebia um acabamento branco de cal. Pinturas artesanais e decorativas repetitivas são encontradas somente em casas de madeira serrada.

As portas e janelas surgiam a partir de recortes feitos nos troncos; constituíam ainda as vergas, soleiras e peitoris. As ombreiras, peças falquejadas que se encaixavam nos troncos das paredes. As esquadrias fixadas por meio de dobradiças apresentavam apenas uma folha, de tábuas com juntas-secas, presas por uma peça transversal na parte interna. Soluções mais aprimoradas foram incorporadas depois, como vidros e venezianas, além de aberturas no sótão, somente no oitão, salvo em casos excepcionais (VALENTINI, 1982, p. 44) (FIGURA 11).

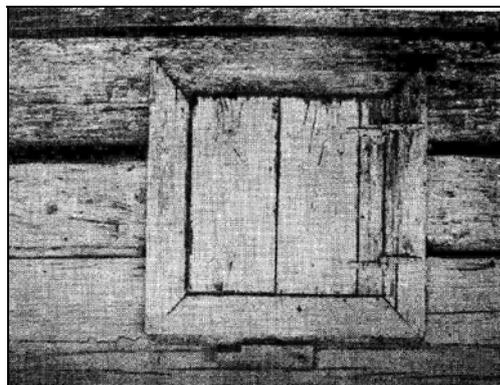


FIGURA 11 – ESQUADRIA, A PARTIR DE RECORTE FEITO NOS TRONCOS  
FONTE: VALENTINI (1982)

O madeiramento de forro e piso, segundo Tempski (1982, *apud* Valentini, 1982, p. 11), era primitivamente realizado com as costaneiras dos pinheiros também usadas para a construção dos paióis. Tábuas constituíam o piso do térreo e do sótão, colocadas com juntas-secas, apoiadas sobre barrotes no térreo, em apoios independentes mantendo as tábuas do piso elevadas do solo. Dificilmente o sótão possuía forro; somente nas áreas de cozinha e alpendre. Segundo Valentini (1982, p. 58), “A casa do imigrante polonês é sempre assoalhada”.

Cascas de pinheiro cobriam inicialmente a morada, depois tabuinhas, também chamadas aduelas (em polonês *gonty*). Dada a pouca durabilidade foram substituídas por telhas chatas de argila e tempos depois por telhas francesas. Tesouras de madeira suportavam os telhados de duas águas, de inclinações elevadas; segundo Valentini (1982, p. 58) podiam formar uma nova água a partir das primeiras, com diferentes inclinações abrigando as ampliações laterais, destinadas a depósitos de ferramentas. O fechamento lateral dos oitões era feito com tábuas verticais. E para garantir sua proteção bem como das paredes, eram instalados pequenos telhados, evitando infiltrações.

Na ausência de pregos e para reforço da união de caibros e das tesouras, de acordo com Tempski (1982, *apud* Valentini, 1982, p.11); “Foram utilizados tarugos de madeiras de dimensões avantajadas, talhados em madeira dura e sadia, caprichosamente selecionada”.

Segundo o mesmo autor, todas as casas possuíam imagens de santos, em especial de Nossa Senhora de Czestochowa, vindas da Polônia. Era costume gravar a data da construção em uma das vigas da casa, com uma cruz ou as iniciais da eucaristia católica *JHS*, simbolizando a fé católica ou ainda colocar uma ferradura para trazer sorte e felicidade. Com o tempo e conforme a situação da família era construída uma nova morada, com melhores condições de conforto. A antiga era abandonada ou utilizada como depósito.

### 2.2.3 Panorama e a ocorrência da araucária no Paraná

Se por um lado a extensa floresta bloqueava a produção agrícola e os colonos tinham urgência em construir suas habitações, a qualidade e exuberância

das matas impressionavam. Na Polônia, segundo Wachowicz (1981), possuir uma grande quantidade de madeira era sinal de status social, e aqui tinham de derrubar as árvores e queimá-las.

A exploração no Estado começou com a exportação das florestas litorâneas desde 1801, para o Rio de Janeiro (IMAGUIRE, 1993, p. 25). Data do ano de 1890 o início do desmatamento, de acordo com Dudeque (2001, p. 338); “O Paraná foi transformado em campos, lavouras e pastagens. O Brasil se transformou em um dos maiores exportadores de madeira de lei do mundo”. Somado ao cultivo do café no norte do estado, atingindo relevância econômica no panorama nacional.

O nascimento da indústria madeireira, como atividade institucional e participante da economia da nação, deu-se conforme os dados da COMPANHIA DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO PARANÁ (CODEPAR, 1966, p. 7) no início do século XX, com as primeiras serrarias montadas no Primeiro Planalto, para explorar o pinheiro nativo e abastecer o mercado local. O primeiro grande investimento madeireiro foi pela Companhia Florestal Paranaense, fundada por Antônio Pereira Rebouças Filho em 1872, e que fracassou devido à deficiência da rede ferroviária. A exploração firmou-se com a regularização do escoamento através das ferrovias.

Durante muito tempo, o pinheiro brasileiro enfrentou concorrência com o pinho-de-riga da Europa. Após os conflitos mundiais, a exportação da araucária atingiu certo vulto, tendo inclusive a seu favor o parecer por parte da *Food Agriculture Organization* (FAO) em Genebra, recomendando esta espécie à reconstrução européia. Em 1939, foi o maior item de exportação do Estado, configurando no cenário normalmente dominado pela erva-mate e o café (IMAGUIRE, 1993, p. 27-33).

Dudeque (2001, p. 338) faz ressalva para as devastações no norte na década de 1930 (local onde surgiram as cidades de Londrina e Maringá). Disputas pelo território a sudoeste e as intrincadas confusões judiciais da República depois dos anos 1940, quando o Estado foi quase mutilado com a perda de um quarto de seu território. E acrescenta: “No sudoeste do Paraná, região de divisa com a Argentina, estava a maior reserva de pinheiros do país e uma das maiores reservas de madeira de lei do planeta”.

A reputação do pinho na construção civil apresentou oscilações. Em 1905, foi proibida a construção de casas de madeira nas principais ruas de Curitiba. O Código de Posturas e Obras de 1953 manteve a proibição e estabeleceu restrições

às demais áreas da cidade (IMAGUIRE, 1993, p. 29).

Durante muitos anos as crises econômicas, as divergências pela posse das terras e as disputas pela madeira marcaram o cenário do Estado. As crises não interromperam, no entanto, o avanço sobre os pinhais sendo extraídos de forma predatória e sem margem à recuperação (CODEPAR, 1966, p. 7).

Diante do alerta de extinção das reservas florestais de araucária, foi elaborado em 1966 um relatório pela Comissão dos Estudos dos Recursos Naturais Renováveis do Estado do Paraná (CERENA). Das informações preliminares obtidas em 1963 para o relatório, estimava-se uma área de cobertura de araucária de 1.500.000 ha, a maioria espalhada pelo sul e sudoeste. A estimativa de madeira explorável era de 45.000.000 m<sup>3</sup> e o corte anual de pinheiros em mais de 3.000.000 m<sup>3</sup> (dez vezes superior ao incremento natural por ano). Este primeiro documento alertava já para a liquidação das reservas em 15 anos, e também para a indústria da serraria (CODEPAR, 1966).

No artigo publicado no jornal o Estado de São Paulo em 21/09/2006, encontra-se o alerta para a derrubada das florestas; “Sobram no Paraná 0,8% das suas matas nativas de *Araucaria augustifolia* e mesmo reduzidas a esse ponto terminal, continuam caindo essas árvores que surgiram na terra há 300 milhões de anos” (CORREA, 2006). A falta de conhecimento das reservas conforme a CODEPAR (1966, p. 7), “também se constituiu num obstáculo à adoção de medidas concretas para racionalizar a utilização do nosso patrimônio florestal”.

### 2.3 HISTÓRICO DA COLÔNIA MURICI

No final do século XIX, vários imigrantes europeus destinaram-se ao Brasil impulsionados por um panorama de crises econômicas, sociais e políticas. A “Europa expulsora” caracterizou-se, segundo Marochi (2006, p. 19), pelo crescimento demográfico, a industrialização, a concentração de terras na mão de poucos proprietários, o desemprego, a concorrência desleal dos produtos agrícolas no mercado interno e o aumento exagerado dos impostos. Propriedades rurais diluíam-se após gerações, com o aumento do número de pessoas e a subdivisão por heranças e os pequenos proprietários tornaram-se incapazes de dar continuidade ao plantio e ao sustento das famílias.

A pobreza assolava diversos países, dentre eles a Itália e a Polônia, detentores dos maiores grupos de imigrantes a se instalarem em São José dos Pinhais (MAROCHI, 2006, p. 20). Crises territoriais e epidemias agravavam a situação na Polônia dominada em 1773 e dividida entre Rússia, Prússia e Áustria, ficando reduzida a um pequeno território.

Enormes extensões de terra, a promessa de uma nova vida, a possibilidade de tornar-se dono de boas terras e a propaganda divulgada pelas companhias e agentes de imigração, fez do Brasil um território atrativo. A lavoura cafeeira aumentava a necessidade de mão-de-obra, principalmente após o fechamento dos portos para os navios negreiros em 1850. Diversas tentativas e divergências marcaram o período da emigração européia e da constituição de uma política imigratória.

O Paraná carecia da ocupação do território e a necessidade de aproximação das vilas e freguesias incomunicáveis entre si. Curitiba, por sua vez, dependia da produção agrícola para o abastecimento do centro urbano. Teve início a implantação das pequenas propriedades agrícolas, organizadas em colônias particulares ou subvencionadas pelo governo. Em 1867 um decreto imperial aprovou o “Regulamento das Colônias do Estado” com o fim de minimizar os desentendimentos e melhorar as condições no estabelecimento dos colonos. A aceleração do processo da entrada dos imigrantes foi maior a partir de maio de 1875, segundo Marochi (2006, p. 37), “quando Adolpho Lamenha Lins assumiu a presidência da província, durante o seu governo foram tomadas importantes decisões que beneficiariam a entrada de vários grupos”.

No ano de 1890, chegou ao Brasil aproximadamente 30.000 poloneses, segundo Wachowicz (1970, citado por Rodycz, 2002, p. 45), o período conhecido como o da “febre emigratória brasileira” (1890-91), constituindo o maior grupo de imigrantes do Estado.

Localizada nos arredores de Curitiba a Colônia Murici foi uma das primeiras colônias instaladas em São José dos Pinhais. O nome dado à colônia foi em homenagem ao médico Dr. José Cândido da Silva Murici que atuava em Curitiba, e a data provável de sua fundação foi em 1878.

A Colônia Murici surgiu na terceira etapa da colonização polonesa no Paraná. Anteciparam-se a ela as colônias pioneiras Pilarzinho (1871), Abranches (1873) e Santa Cândida (1875), bem como o conjunto da Nova Polônia (1876), [...] Lamenha, Santo Ignácio, Orleans, D. Pedro II, D<sup>a</sup> Augusta e finalmente Rivière (hoje Ferrara) de 1877. (TURBANSKI, 1978, p. 9).

Em São José dos Pinhais, entre 1876 e 1908 foram criadas nove colônias agrícolas oficiais, sendo sete estaduais, uma municipal e uma particular. Segundo Marochi (2006, p. 58), no primeiro mapa de divisão territorial, constava a Colônia Murici de 73 lotes em área total de 8.755.782 m<sup>2</sup>. O cadastro dos proprietários informa que em quase sua totalidade foi ocupada por imigrantes poloneses galicianos e poloneses prussianos (ANEXO 1).

Até a inauguração das linhas férreas em 1885, a vinda dos imigrantes dava-se através de carroções do porto de Paranaguá a Antonina, depois às hospedarias em Curitiba e finalmente até a colônia. Ali se mantinham em barracões comunitários até que suas casas estivessem prontas. Viviam da agricultura de subsistência, da criação de animais e da venda destes produtos em Curitiba. Enfrentavam ainda a escassez de recursos e bons acessos ao escoamento da produção.

Os imigrantes valeram-se da fé e da união para conquistar o novo território. A princípio construíram uma capela de madeira; depois uma maior de pedra e argila. Insistiram na manutenção dos costumes, das tradições, da língua e da religiosidade; por muitos anos as missas e as aulas foram ministradas em polonês.

## 2.4 CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL LENHOSO

Tanto para a utilização racional desta matéria-prima como na conservação de bens móveis e imóveis, faz-se necessário o conhecimento de suas características e o entendimento de seu comportamento. A avaliação da qualidade do material, sua idoneidade em uso, o tratamento preventivo ou curativo eficaz, logo, a preservação do patrimônio histórico de madeira, surgirão do aprofundamento do tema.

Anatomicamente, “a madeira é o xilema da árvore. Ela é o produto do câmbio e consiste de células ou elementos que passaram por várias fases de desenvolvimento, envolvendo a divisão celular, diferenciação e maturação para formar a madeira” (REMADE, 2008). Sofre enquanto produto natural a influência do clima e do solo, a concorrência da vegetação circunstante, a ação da fauna e do homem. A madeira apresenta alteração estrutural e produzem deformações desiguais em pontos variados de uma mesma peça, fator que a diferencia de materiais como a pedra, a cerâmica e o aço, mais homogêneos (GIORDANO, 1999). Sua instalação em

condições ambientais pode propiciar degradações físicas e biológicas relativamente rápidas. É, portanto, um material heterogêneo, higroscópico e anisotrópico.

As espécies lenhosas estão compreendidas entre dois grandes grupos: as angiospermas (folhosas, porosas ou *hardwoods*) e as gimnospermas (coníferas, resinosas, não porosas ou *softwoods*). As angiospermas (do grego *semente protegida*) (FIGURA 12) caracterizam-se pela presença de vasos e apresentam um maior número de células e uma estrutura anatômica mais complexa que as gimnospermas (LEPAGE, 1986, p. 42). Entre as espécies do primeiro grupo, utilizadas no Brasil estão: a imbuia, o angico, o jatobá, o mogno, a cerejeira e a peroba. Pertence a este grupo a maioria das madeiras nativas brasileiras.



FIGURA 12 – ANGIOSPERMA CORTE TRANSVERSAL, TEIXO - *Taxus baccata* (A)  
ESTRUTURA ANATÔMICA, FACE TRANSVERSAL E TANGENCIAL LONGITUDINAL (B)  
FONTE: ENCICLOPÉDIA LIVRE (2008) BUTTERFIELD, MEYLAN (1980)

As gimnospermas (do grego *semente nua*) são exemplos primitivos remanescentes do período jurássico. Caracterizam-se por células longas, tubulares e pela presença de resinas em algumas espécies. Cerca de 90% dos seus constituintes celulares são compostos de traqueídeos, que desempenham função de sustentação e condução dos fluidos na árvore (FIGURA 13). Pertence a este grupo a *Araucaria angustifolia*, árvore nativa brasileira surgida há cerca de 300 milhões de anos. Também são desse grupo, ainda, as exóticas pinus, cipreste e tuia, e a nativa pinheiro-bravo.

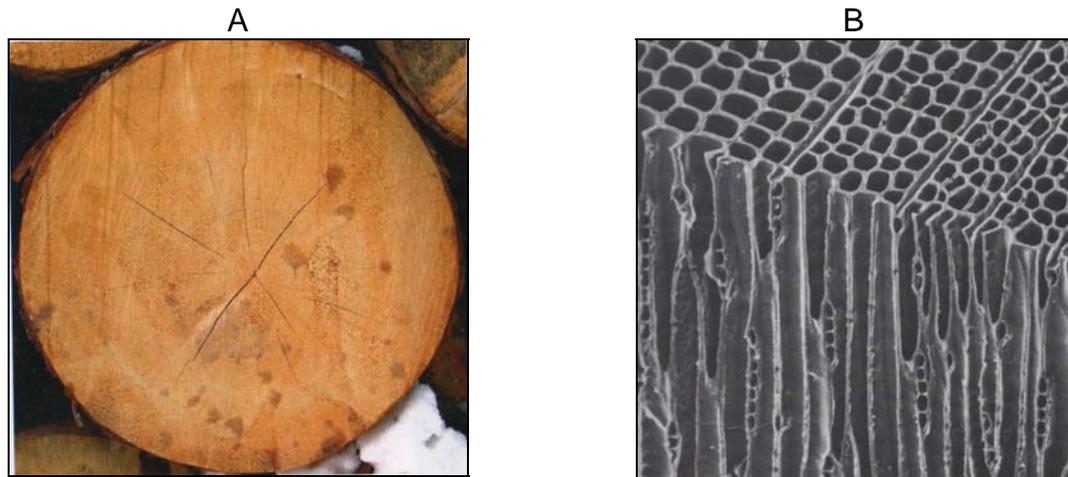


FIGURA 13 – GIMNOSPERMA CORTE TRANSVERSAL, ABETO VERMELHO – *Picea abies* (A) ESTRUTURA ANATÔMICA, FACE TRANSV. E TANGENCIAL LONGITUDINAL (B)  
 FONTE: AUGELLI (2006) BUTTERFIELD, MEYLAN (1980)

#### 2.4.1 Anatomia e composição

Na anatomia do lenho estão presentes células similares que formam tecidos, que, conforme sua função, distinguem-se em tecido de sustentação, de condução e de reserva. O tecido de sustentação corresponde a células alongadas. Ocupam o maior volume do caule, assegurando a resistência da árvore e as solicitações externas. Os traqueídeos axiais nas gimnospermas podem chegar a uma proporção de até 95% como na *Araucaria angustifolia*, referentes ao lenho tardio. Nas angiospermas, as fibras representam de 20 a 80% do lenho (RICHTER; BURGER, 1991, p. 60-70).

O tecido condutor formado por células (vasos ou traqueídeos) com diâmetro variável está orientado no sentido longitudinal do tronco e paralelo ao tecido mecânico, sendo responsável pela circulação dos fluidos. O tecido de reserva ou parenquimático é constituído por células dispostas no sentido radial e longitudinal do tronco, organizadas em faixas horizontais do centro à periferia. Têm como função disponibilizar as substâncias necessárias ao desenvolvimento da planta (GIORDANO, 1999, p. 4).

O crescimento da árvore com a produção de novas células, tanto em folhosas como em coníferas, ocorre no “câmbio”, localizado na parte externa do tronco, entre a madeira e a casca interna. Na primavera inicia-se a atividade vegetativa com a formação de células, com cavidades maiores e paredes finas, de coloração mais clara, denominado lenho inicial ou primaveril. Decresce

progressivamente no verão, finalizando no outono, quando as células possuem cavidades menores e paredes mais espessas, de coloração mais escura, configurando o lenho tardio ou outonal.

Normalmente, nas gimnospermas a distinção cromática é maior e os anéis são mais evidentes que nas angiospermas. Os anéis mais estreitos são consequência de solos menos férteis, temperaturas baixas, poucos períodos de insolação e precipitação. Enquanto os anéis mais largos denotam condições favoráveis, mais comuns à vegetação das regiões tropicais. Nestas regiões os anéis podem não ser regularmente periódicos, pois não sofrem a interrupção do inverno como ocorre nas árvores de regiões temperadas (GIORDANO, 1999).

O fuste da árvore adulta caracteriza-se por duas zonas distintas: uma periférica (alburno) em plena atividade, rica em nutrientes; e uma interna (cerne), sem atividade fisiológica e com a deposição de extrativos em muitas espécies (GIORDANO, 1999, p. 5).

Aparentemente estéticas, as propriedades organolépticas (cor, cheiro, textura, brilho, desenho e grã) podem revelar outros aspectos, como a durabilidade natural, a trabalhabilidade, a resistência mecânica e a deterioração por agentes biológicos. Dada a complexidade da avaliação da cor da madeira, sadia ou deteriorada, Richter e Burger recomendam a utilização da tabela de cores de Munsell (*Munsell color chart for plant tissues*, 1952, *apud* RICHTER; BURGER, 1991, p. 41).

As modificações das propriedades organolépticas configuram também dados de análise da deterioração da madeira, fundamentais para uma avaliação geral das condições do material instalado. A madeira torna-se escurecida na presença de umidade, pela oxidação das substâncias orgânicas contidas nela, quando exposta à radiação solar ou pela ação de microorganismos (MORESCHI, 2004, p. 2). Também o odor natural é transformado pela presença de bactérias; os fungos provocam manchas no lenho além do amolecimento e da perda do brilho; os insetos desenvolvem galerias e orifícios modificando sua textura e aparência.

#### 2.4.2 Propriedades físicas e mecânicas

Para a compreensão do desempenho da madeira, da sua condição em uso ou da ocorrência de degradações, são relevantes as seguintes propriedades físicas:

densidade e umidade; além das propriedades mecânicas: resistência à compressão, à tração, à torção, ao cisalhamento, à penetração e à flexão. Segundo Richter e Burger (1991, p. 114), a densidade de massa reflete a composição química e o volume de matéria lenhosa por peso. Dos valores atribuídos a ela derivam a classificação das madeiras, bem como as avaliações das propriedades físicas e mecânicas, fundamentais à sua utilização.

Por ser a madeira um material constituído de células ocas, e diferindo entre elas tanto em dimensão quanto no conteúdo de umidade e substâncias acidentais, sua massa específica varia amplamente (GIORDANO, 1999, p. 12). A madeira mais leve conhecida é a balsa (*Ochroma lagopus*) e a mais pesada o guaiaco (*Guajacum officinale*). Com massa específica aparente a 15% de umidade de 0,13 – 0,20 g/cm<sup>3</sup> e 1,23 – 1,40 g/cm<sup>3</sup> respectivamente para as espécies citadas (IPT 1978, *apud* MORESCHI, 2004, p. 16). Entre esta faixa oscilam os valores das diversas espécies existentes no mundo.

Não se pode atribuir um valor único e constante a dada espécie de madeira, já que a densidade de massa recebe inúmeras influências internas e externas (solo, o clima, a umidade). Assim como a idade, a madeira de lenho adulto apresenta densidade básica maior que a de lenho juvenil (LATORRACA *et al.*, 2000, *apud* LOBÃO, 2004, p. 890). Na base da árvore, a massa específica é maior, diminuído em direção à copa, nas folhosas a região próxima à medula é mais densa enquanto nas coníferas geralmente a parte mais externa do lenho. Normalmente, as madeiras mais densas são mais resistentes que as leves; no entanto, podem apresentar maior variabilidade e dificuldade em seu processamento.

A umidade é outra importante propriedade física. Comum entre as árvores recém-abatidas, o seu elevado teor de umidade é normalmente acima de 50%. Valores de 12 a 15% correspondem à madeira a umidade normal e a 0% ao seu estado anidro (madeira seca em estufa). A retirada da água livre pouco altera a madeira, mas com a perda da umidade a baixo do ponto de saturação das fibras (25 - 30%) por ocasião da secagem, ocorrem as alterações do volume (contração) e as fissurações. A Figura 14 mostra alguns tipos de fissuras: nas traves A e B (esquerda), elas acompanham a direção longitudinal da peça, e nas traves C e D (direita) o desvio das fibras determinou fissurações oblíquas, estas por sua vez implicam em um sensível decréscimo as solicitações mecânicas (TAMPONE, 1996, p. 17).

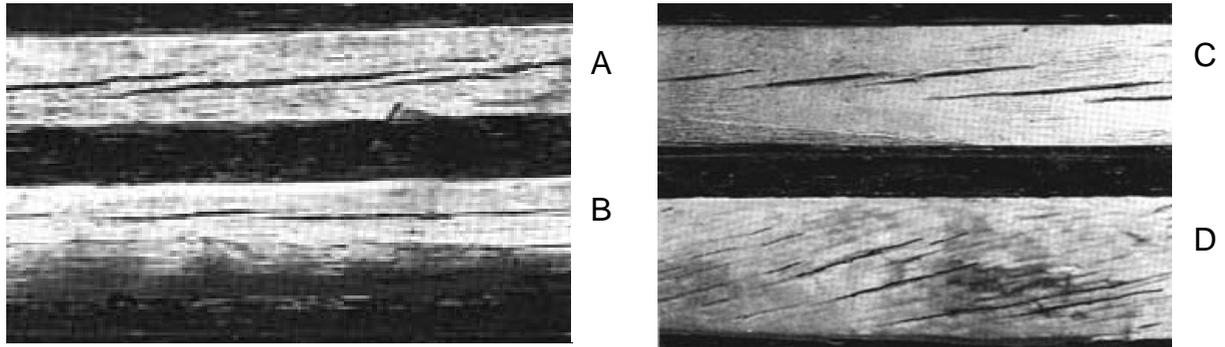


FIGURA 14 – TRAVES SECAS FISSURAS DE CONTRAÇÃO,  
LONGITUDINAIS (A, B), OBLÍQUAS (C, D)  
FONTE: TAMPONE (1996)

A anisotropia dimensional da madeira é fator relevante ao surgimento de defeitos e deformações. A variação dimensional é maior no sentido tangencial e menor no sentido longitudinal: cerca de 5,5% a 15% no sentido tangencial, de 3 a 7,5% no radial e de 1% ou menos no sentido axial, ocasionando os seguintes tipos de deformações (TAMPONE, 1996, p. 15), (FIGURA 15):

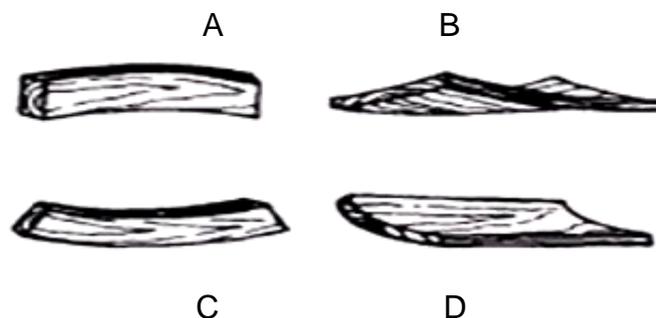


FIGURA 15 – TIPOS DE DEFORMAÇÕES: ARQUEAMENTO (A), TORÇÃO (B),  
ENCURVAMENTO (C) ENCANOAMENTO (D)  
FONTE: WINANDY (1994)

Também relacionado ao teor de umidade, há o aparecimento de alguns organismos xilófagos na madeira. As fissuras, por sua vez, configuram local idôneo à deposição de ovos de insetos.

Com relação às propriedades mecânicas, diversos autores afirmam a relação da variação da densidade com as propriedades mecânicas. Segundo Forest, Kollmann e Côté (1974, 1968, *apud* Silva *et al.*, 2005), as propriedades mecânicas da madeira são fortemente influenciadas por fatores diversos, como idade da árvore, ângulo da grã, teor de umidade, temperatura, constituintes químicos, fadiga, apodrecimento, massa específica, constituição anatômica e presença de nós, entre outros.

A determinação da relativa resistência mecânica de uma peça depende da direção da aplicação dos esforços considerando a orientação das fibras, ou seja, na direção axial, tangencial ou radial. A resistência à compressão é concentrada em média entre 40 e 50N/mm<sup>2</sup>, sendo máxima na direção das fibras; é a tangencial menor do que radial. A madeira apresenta-se particularmente adequada à resistência à tração. Com resistência de duas a três vezes superiores com respeito à sollicitação de compressão, se o esforço é aplicado na direção axial (AROSIO, 2003, v. 4, f. 71-74).

A resistência ao cisalhamento, segundo Klock (2005, p. 8), é de grande importância para as vigas treliçadas, elementos com cavilhas e peças com outros tipos de recortes: “consiste na separação das fibras da madeira por um esforço no sentido paralelo as mesmas”. Já a resistência à dureza corresponde à capacidade do material lenhoso de resistir à introdução de instrumentos de trabalho (pregos, pinos, cilindros etc). Em geral, a dureza no sentido axial é menor que a dureza no sentido tangencial, que é aproximadamente igual à dureza radial (AROSIO, 2003, v. 4, f. 71-74).

Entende-se por resistência à flexão, segundo a mesma autora, a capacidade da madeira de retornar à sua forma original, quando cessada a aplicação da força, sem atingir-lhe o limite de elasticidade. Importante no estudo das deformações, o módulo de elasticidade (E), que indica para valores altos, madeiras com resistência elevada e baixa deformabilidade, inversamente os valores baixos alertam para a qualidade inferior dos materiais (MORESCHI, 2004, p. 89). A resistência aos esforços de flexão estática (módulo de elasticidade e o módulo de ruptura), a densidade de massa e a retratibilidade são considerados por Tsoumis (1991, *apud* SILVA *et al.*, 2005) os mais importantes para a madeira sólida, dentre os parâmetros físicos-mecânicos utilizados. Para a madeira instalada, segundo Tampone (1996, p. 6-14), a determinação de “E” é muito aleatória, às vezes impossível, não só pela variabilidade das seções, das características do material, mas também pela ocorrência de deteriorações. Recomenda o autor, o procedimento por tentativas assumindo valores médios de tabela, com aplicação de eventual coeficiente reductivo.

As espécies lenhosas não se comportam do mesmo modo no confronto às sollicitações mecânicas ou às agressões físicas e biológicas, já que possuem características especiais ou aspectos anatômicos relacionados à sua durabilidade natural. Geralmente, o alburno tem pouca resistência natural. A riqueza de materiais

nutritivos armazenados torna-o mais procurado por insetos e fungos, a deterioração é intensificada em situações ambientais propícias. O cerne normalmente de coloração mais escurecida, apresenta deposição de extrativos e presença de tilos em algumas angiospermas, obstruindo o lúmen dos vasos.

A durabilidade ou resistência natural é normalmente considerada alta, em madeiras de alta massa específica. Nelas, as paredes são mais densas ou impregnadas com substâncias tóxicas, inibidoras do desenvolvimento dos agentes destruidores. As sílicas, cristais ou substâncias especiais são mais comuns no cerne caracterizando uma área mais durável da árvore. Os extrativos apresentam normalmente coloração mais escurecida, surgindo daí a afirmação de que as madeiras mais escuras são também as mais resistentes (RICHTER; BURGER, 1991, p. 115-116).

### 2.4.3 Araucária

Segue a descrição florestal da espécie *Araucaria angustifolia*, pertencente à família Araucariaceae segundo Lorenzi (2002, v. 1, p. 51);

Nomes populares: parana-pine, curi, curiúva, pinheiro-do-paraná, pinheiro, pinho, cori, pinho-brasileiro, pinheiro-são-josé, pinheiro-macaco, pinheiro-caiová, pinheiro-das-missões.

Sinonímia botânica: *Columbea angustifolia* Bertol., *Araucaria brasiliensis* A. Rich., *Araucaria brasiliensis* Lamb.

Características morfológicas: Planta dióica de 20-50 m de altura, com tronco retilíneo, de 90-180 cm de diâmetro. Folhas coriáceas, glabras, agudíssimo-pungentes, de 3-6 cm de comprimento.

A árvore jovem tem forma piramidal diferente da adulta, esta com os galhos recurvados para o alto, concentrados em anéis na parte superior do tronco (FIGURA 16).



FIGURA 16 – FORMA PIRAMIDAL DA ARAUCÁRIA JOVEM (A) ARAUCÁRIA ADULTA COM OS GALHOS PARA O ALTO  
 FONTE: A AUTORA (2007), LORENZI (2002)

O mesmo autor ressalta sua ocorrência, nos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul, em regiões de altitude acima de 900m (no sul acima de 500 metros).

Quanto à utilidade da sua madeira ela, “é própria para forros, molduras, ripas, para a confecção de cabos de vassoura, caixotaria, brinquedos, estruturas de móveis, palitos de fósforos, pás de sorvete, lápis, carretéis, etc. É amplamente cultivada no sul do país para produção de madeira e pasta celulósica” (LORENZI 2002, v. 1, p. 51).

Na atualidade, não se aplicam alguns dos usos descritos pelo autor, pois leis federais e estaduais protegem a mata e os remanescentes desta floresta. No Estado do Paraná, é considerado crime ambiental o corte desta espécie sem a devida autorização.

Quanto às propriedades organolépticas e tecnológicas, a aparência da madeira recém-cortada demonstra escassa diferença entre cerne e alburno, ambos branco-amarelados. Com o passar do tempo, o cerne torna-se de tonalidade ocre. Os veios, segundo Tortorelli (1956, p. 235), são suavemente demarcados pela diferença de densidade de tecido inicial e tardio; com muita freqüência aparecem frisos de cor cinza e pardos, porém os mais comuns são os rosados. A araucária possui textura média a fina; sua grã é reta tendendo a oblíqua, apresentando os tecidos axiais orientados paralelamente ao eixo principal. É uma madeira leve, macia e pouco durável.

Alguns elementos constituintes do lenho, comuns às coníferas, são pouco visíveis a olho nu. No entanto, os anéis de crescimento em corte transversal podem alcançar mais de 1 cm de espessura. Tortorelli (1956, p. 236) salienta a ocorrência de

anéis com até 2 centímetros de espessura nos 3 primeiros anos, o que indica um crescimento extraordinário. Não ocorrem segundo o autor, os traqueídeos ou as células com depósitos resinosos. O parênquima lenhoso é escasso ou nulo nesta espécie.

Segundo Jonkowsk *et al.* (1990, v. 1, p. 148);

A madeira de araucária é classificada como de características médias em relação à densidade, resistência mecânica e retratibilidade. [...] Fácil de ser trabalhada com ferramentas manuais ou máquinas. Se a madeira de compressão está presente então pode ter considerável distorção quando é feito o aplainamento ou resserragem. Fácil de colar e aceita bem acabamentos superficiais.

Suas principais indicações são para tábuas de forros e formas de concreto, molduras, guarnições, ripas, caibros e vigas em construções temporárias; entre outras (JONKOWSK *et al.*, 1990, v. 1, p. 148). A Tabela 1 apresenta as principais propriedades da araucária.

TABELA 1 – PINHO-DO-PARANÁ – PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS

DENSIDADE de massa aparente 15% (g/ cm <sup>3</sup> )	CONTRAÇÕES		COMPRESSÃO AXIAL  (paralela as fibras) Limite de resist. da madeira15%	FLEXÃO ESTÁTICA		DUREZA (janka) topo
	Radial	Tang.		Limite de resistência da madeira15%	Módulo de elasticidade verde	
0,55	4,00%	7,80%	422Kgf/cm <sup>2</sup>	873 Kgf/cm <sup>2</sup>	109.300 Kgf/cm <sup>2</sup>	274 Kg

FONTE: IPT (1989) MODIFICADA

## 2.5 DEFEITOS E DEGRADAÇÃO<sup>7</sup>

Segundo Augelli (2006, p. 43) por defeito da madeira compreende-se as modificações morfológicas, fisiológicas e patológicas por causas intrínsecas e extrínsecas do material. Provindas de alterações fisiológicas ou da cultura, do clima, do solo; ou ainda do beneficiamento, ou da instalação inadequada.

Os defeitos são de grande importância na comercialização das madeiras, fator determinante na sua classificação. Promovem a desvalorização, prejudicam ou levam a inutilização do produto. Com relação a madeira instalada em edificações

<sup>7</sup> O termo *Degradação* é o mais encontrado na literatura pertinente à restauração e é o adotado aqui; definida pelas ações danosas por causas intrínsecas e extrínsecas, que alteram ou prejudicam a constituição da matéria do bem imóvel ou móvel, levando a perda da qualidade e dos seus valores culturais (N. A.).

históricas, os defeitos preocupam no que diz respeito a redução de sua resistência e eficiência em elementos estruturais. Tampone (1996, p. 12), ressalta a importância da identificação para este caso, dos seguintes defeitos: grã desviada e inclinada, nós e fissuras de contração.

A presença de nós, porção basal de um ramo, é normal e fisiologicamente essencial à vida da árvore. Quando da utilização da madeira e sob o ponto de vista tecnológico podem ser considerados defeitos. Provocam a descontinuidade dos tecidos lenhosos e das características mecânicas e estruturais. Determinam uma maior dureza a qual prejudica a trabalhabilidade. Nós soltos, podem deixar perfurações em tábuas, interferindo na aparência e nas propriedades físico-mecânicas. (RICHTER; BURGER 1991, p. 114)

Entre as coníferas, os ramos se inserem sobrepostos regularmente ou verticilados, tal disposição segundo Giordano (1999, p. 59), determinam zonas nos quais a resistência das seções transversais é fortemente reduzida, esta característica é fortemente evidenciada na araucária.

A degradação da madeira ocorre pela ação de diversos agentes, com danos tanto às obras recentes como às antigas, trazendo grande prejuízo ao acervo mundial (FIGURA 17). A madeira está sujeita a deteriorações rápidas, pela ação do fogo ou mais lentas pela ação dos agentes atmosféricos ou biológicos. Além dos abalos climáticos, geológicos, os conflitos e os atos vandálicos provocam extensas e irreparáveis perdas. Portanto, quando não relacionadas à sua estrutura e composição, as degradações ocorrem em grande proporção pela ação dos agentes externos. Estas podem ser classificadas quanto a sua natureza abiótica ou biótica (LIOTTA, 1998, p. 11-13).



FIGURA 17 – ESTÁTUA DE MADEIRA DETERIORADA POR ANOBÍDEO (BROCA-DE-MADEIRA)  
FONTE: LIOTTA (1998)

De natureza abiótica, as alterações físicas são causadas pelos agentes atmosféricos (intempéries), a radiação solar, os poluentes, o fogo e a umidade. De natureza biótica, correspondem o ataque por fungos e insetos. As degradações são também classificadas em: física, química, mecânica e biológica.

O tempo não é a causa principal da sua degradação. Em condições ambientais adequadas, a madeira é capaz de resistir por séculos, mantendo suas características inalteradas (AROSIO, 2003, v. 4, f. 77).

### 2.5.1 Degradação física

O calor ambiental provoca alguma variação cromática, mas geralmente não tem conseqüências sobre a estabilidade da madeira. A radiação ultravioleta ocasiona a alteração da cor da madeira. A luz, segundo Liotta (1998, p. 11-13) pode conferir leve alteração na composição química e pode ocorrer a redução da lignina entre outros componentes.

A chuva dissolve tanto produtos derivados da lignina como produtos de degradação dos extrativos após as radiações. A madeira exposta por muito tempo assume uma coloração acinzentada, [...] acompanhada da perda de celulose em conseqüência da citada perda da lignina e da lamela média. A perda é mais sensível na zona do lenho primaveril, que do lenho outonal (LIOTTA, 1998, p. 12).

A ação danosa do sol acrescenta o mesmo autor, associada aos poluentes, o orvalho e a chuva provocam o fenômeno *Weathering* – mal do tempo. Associados a fatores de calor, SO<sub>2</sub>, abrasão por partículas sólidas do vento, resultam em superfícies ásperas, rugosas, escamosas e com empenamentos propiciando ainda infestações por organismos xilófagos. A madeira perde sua cor natural tendendo aos tons acinzentados como mostra a Figura 18.



FIGURA 18 – DEGRADAÇÃO FÍSICA DA MADEIRA, FENÔMENO *WEATHERING*  
FONTE: AUGELLI (2006)

Segundo Arosio (2003, v. 4, f. 78), “A umidade é sem a menor dúvida um dos fatores mais importantes na manutenção da madeira. Mesmo em pequenas quantidades, pode de fato causar sérios danos ao elemento em obra”. Cita algumas situações de perigo, a exemplo as estruturas em locais com umidade permanente (infiltrações em telhados), em situações de pouca ventilação ou ainda, o caso de caibros incrustados em paredes não ventiladas. A umidade proporciona condições favoráveis ao desenvolvimento de fungos e alguns insetos. Seja de condensação ou de precipitação promove ainda micro-fissurações relacionados com a variação dela mesma após os repetidos inchamentos e contrações (GIORDANO, 1971, *apud* LIOTTA, 1998, p. 13).

O fogo constitui degradação física rápida, devastando construções em curtíssimo espaço de tempo. No que se refere ao patrimônio histórico, as edificações antigas apresentam sistemas de instalação elétrica ultrapassados. Os sistemas de prevenção contra incêndios são muitas vezes inexistentes, sendo a causa de enormes acidentes com perdas inestimáveis do acervo nacional.

### 2.5.2 Degradação Química

Alguns tipos de produtos químicos ocasionam a deterioração da madeira. “O ataque químico do lenho é devido principalmente ao fato de ser a composição das células da madeira principalmente ácidas, sendo danificada por produtos básicos e suporta mal os ácidos com exceção do ácido fosfórico.” (AROSIO, 2003, v. 4, f. 78)

A degradação química reduz as propriedades físico – químicas da madeira e interfere nas propriedades mecânicas (ROCHA, 2001, f. 3).

Costa (2004, p. 11) descreve o aspecto da madeira degradada: “A madeira torna-se normalmente amolecida, com aparência desfibrada em forma de cabeleira”. Alguns exemplos deste tipo de degradação, segundo o mesmo autor, são as madeiras em contato com ferragens, pregos cravados e os pisos de fábricas de produtos químicos.

### 2.5.3 Degradação mecânica

A madeira está sujeita a vários tipos de movimentos. O desgaste ou degradação mecânica corresponde aos esforços submetidos tanto em superfície como em peças estruturais (FIGURA 19).



FIGURA 19 – RUPTURA DE VIGA DE MADEIRA POR FLEXÃO  
FONTE: MANUAL DO RESTAURO (2001)

Abrasões e impactos alteram o desenho e a planura das peças, quando em grandes intensidades geram marcas e até perdas do suporte.

*Dissestos*<sup>8</sup> estruturais são caracterizados por manifestações exteriores denominadas lesões (propriamente deformações permanentes e ou fissurações), que atingem elementos e encaixes e são acompanhadas por fenômenos secundários tais como, movimentos rígidos e outros que contribuem com a perda da estabilidade (TAMPONE, 1996, p. 227).

Sobre a degradação de encaixes em estruturas antigas, observada na Figura 20, o mesmo autor adverte sobre as escassas considerações que o passado dava aos efeitos das contrações (variações dimensionais), fendas e as deformações pelas variações higrométricas. Os efeitos são o progressivo alargamento dos encaixes, as deformações das sambladuras e o distanciamento da superfície inicial de contato, acarretando na concentração das tensões mecânicas em uma área restrita (TAMPONE, 1996, p.172). Têm-se como exemplos de desgaste mecânico da madeira os esforços a que são submetidos dormentes, escadas, pontes, cais e atracadouros, rodas de madeira, cabos de ferramentas etc.

<sup>8</sup> *Dissesto*: problemas ligados às alterações do equilíbrio estático estrutural do modelo construtivo. As alterações são classificadas em *dissesto* ou *degrado*, estas ligadas à ação dos agentes biológicos (T.A.).

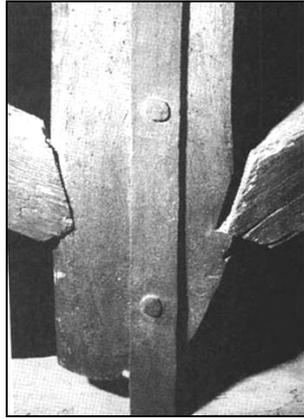


FIGURA 20 – DESCONEXÃO DOS ELEMENTOS DA TESOURA, PENDURAL SEM EXTREMIDADE  
 FONTE: TAMPONE (1996)

#### 2.5.4 Degradação biológica

O lenho é fonte de energia, e possui três componentes celulares principais: celulose, hemicelulose e lignina; em menores quantidades materiais nitrogenosos, pectina, amido, açúcares, proteínas etc, os quais servem de alimento para diversos organismos capazes de sintetizá-los. Segundo Oliveira *et al.* (1986, p. 101), os diferentes organismos reconhecem os polímeros naturais da parede celular como fonte de nutrientes, e alguns deles possuem sistemas enzimáticos capazes de metabolizá-los em unidades digeríveis.

Conforme o ambiente em que a madeira se encontra, organismos com características próprias podem produzir a sua deterioração. Entre os principais grupos estão as bactérias, os fungos, os insetos, os moluscos e os crustáceos. Os xilófagos marinhos são de relevante importância a construções costeiras e embarcações, e causam enormes prejuízos econômicos. Neste estudo não serão abordados por sua ocorrência extraordinária e em menor proporção sobre o patrimônio histórico local.

Os microorganismos caracterizam-se pelo desenvolvimento dentro das células da madeira. De uma forma um tanto abrangente, pois diferentes espécies de um mesmo grupo taxonômico podem ocupar diferentes posições. Käärik (1975, *apud* Oliveira *et al.*, 1986, p. 101) propõe uma classificação dos microorganismos com base em suas atividades enzimáticas, a saber:

- Microorganismos que utilizam as substâncias do lúmen e que não decompõe as

paredes celulares, como os fungos emboloradores e fungos manchadores.

- Organismos capazes de promover a degradação enzimática das paredes celulares, com capacidade limitada as bactérias e com alta capacidade os fungos apodrecedores.

As bactérias manifestam-se normalmente em madeiras com altos teores de umidade, submersas por semanas ou submetidas a condições de anaerobiose, como as estacas de fundações. Pequenas manchas são evidenciadas distribuídas aleatoriamente na superfície da peça deteriorada; em estágios avançados torna-se amolecida e apresenta mau cheiro. A madeira atacada pode apresentar perda de resistência mecânica (ROCHA, 2001, f. 4).

Assim como as bactérias, os fungos xilófagos dependem da umidade, fator fundamental a sua ocorrência. Abaixo de 20%, o ataque é pouco freqüente. A condição ideal de umidade, segundo Oliveira *et al.* (1986, p. 103), encontra-se acima do ponto de saturação das fibras (PSF). Outros fatores contribuem ao desenvolvimento de fungos como a temperatura, considerada ideal entre 25 a 30° C e o oxigênio. De maneira geral, a ausência de oxigênio inibe o aparecimento de fungos e à baixa temperatura, a velocidade de decomposição tende a diminuir. Os fungos desenvolvem-se em um valor de pH ótimo de 4,5 a 5,5; o que coincide com o valor da maioria das espécies de madeira (ROCHA, 2001, f. 6).

#### 2.5.4.1 Fungos

Segundo Arosio (2003, v. 4, f. 78), os fungos responsáveis por danos da madeira são principalmente os basidiomicetos. Existem, todavia, fungos xilófagos também nas classes dos deuteromicetos, os quais pertencem alguns mofos (fungos com micélio algodado e filiforme). Os mais difusos são aqueles pertencentes aos gêneros: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Diplodia* e *Ceratostomella*. A Tabela 2, na página 60, apresenta os aspectos de alguns fungos e as características da madeira deteriorada. Entre esta classe de fungos destacam-se: os emboloradores, os manchadores, os de podridão mole, os de podridão parda e os de podridão branca.

O emboloramento é comum em toras recém-abatidas devido à quantidade elevada de substâncias de reserva ou em madeiras em ambientes com umidade

elevada. Macroscopicamente, na superfície é comum a uma formação pulverulenta, ou algodoada de coloração variada, esta camada é devida à produção, de massas de esporos coloridos. As hifas produzidas pelos fungos podem penetrar profundamente no alburno (OLIVEIRA *et al.*, 1986, p. 1) (FIGURA 21).



FIGURA 21 – ASPECTO DA MADEIRA ATACADA POR FUNGOS EMBOLORADORES  
FONTE: A AUTORA (2005)

Os fungos emboloradores, assim como os manchadores alimentam-se de substâncias depositadas no lúmen das células. As hifas colonizam principalmente as células de parênquima, especialmente o radial, por ser este tecido rico em nutrientes.

Quando intensamente embolorada, a madeira apresenta o aumento da permeabilidade e redução na sua resistência ao impacto, porém com poucas alterações nas demais propriedades mecânicas.

Os fungos manchadores, segundo Oliveira *et al.* (1986, p. 112), desenvolvem-se em toras recém-abatidas e em peças de madeira serrada quando da perda da água capilar. Macroscopicamente, a madeira atacada apresenta no alburno áreas de coloração variável nas superfícies longitudinais e quando observadas em cortes transversais, distribuem-se radialmente. E acrescenta o mesmo autor:

Grande número de espécies de Ascomicetos e Deuteromicetos são capazes de provocar manchas profundas no alburno da madeira. Estas manchas são devido ao desenvolvimento, no interior da madeira, de hifas pigmentadas (na grande maioria dos casos) ou hifas hialinas que secretam substâncias coloridas.

De acordo com Fuentes (1998, cap. IV, p. 4), estes fungos também chamados cromógenos são os que produzem manchas profundas no alburno da madeira, sendo

mais comum a mancha azul que ocorre na madeira armazenada, serrada e em troncos, Esta coloração não pode ser eliminada, desvalorizando-a para alguns usos (FIGURA 22).

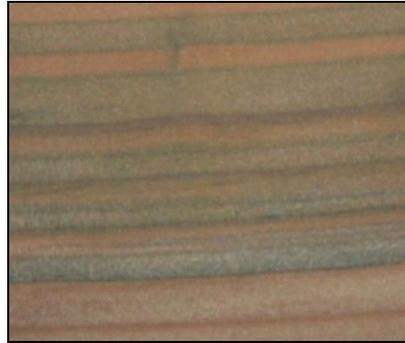


FIGURA 22 – MADEIRA ATACADA POR FUNGO MANCHADOR  
FONTE: ROCHA (2001)

A podridão mole pode ser causada por diversas espécies de Ascomicetos e Deuteromicetos (fungos imperfeitos), que são capazes de desenvolver hifas no interior da parede secundária das células da madeira. Macroscopicamente, a madeira apresenta externamente uma camada escurecida, facilmente removível. A profundidade do apodrecimento é de cerca de 2 cm. A madeira quando seca, tende a apresentar pequenas fissuras paralelas e perpendiculares a grã. Com a destruição dos elementos estruturais a madeira intensamente deteriorada, apresenta redução de suas propriedades mecânicas, o apodrecimento, no entanto é geralmente superficial (OLIVEIRA *et al.*, 1986, p. 117) (FIGURA 23).

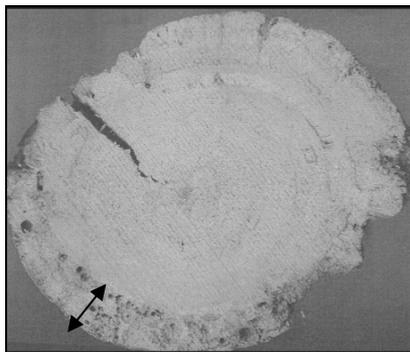


FIGURA 23 – FUNGO DE PODRIDÃO MOLE, EM EVIDÊNCIA ÁREA ATACADA DA SEÇÃO DO TRONCO  
FONTE: ROCHA (2001)

Também conhecida por podridão cúbica, a podridão parda é provocada por Basidiomicetos. Estes fungos nutrem-se dos hidratos de carbono, componentes da parede celular. Eaton (1993, p. 80) cita a existência de mais de 106 espécies de fungos

de podridão parda, entre eles o *Merulius lacrimans*. Macroscopicamente, inicialmente a madeira assume uma aparência escurecida e posteriormente uma coloração pardo-escuro. Neste tipo de apodrecimento camadas profundas são atingidas bem como suas propriedades físico-mecânicas. Quando seca a madeira apresenta trincas paralelas e perpendiculares à grã, o aspecto da madeira é de material queimado (FIGURA 24). Não se observam alterações na morfologia das paredes celulares, pois a lignina residual mantém a forma da célula; entretanto em estágios avançados ocorre o colapso (OLIVEIRA *et al.*,1986, p. 121).



FIGURA 24 – MADEIRA ATACADA POR FUNGO DE PODRIDÃO PARDA  
FONTE: ROCHA (2001)

A podridão branca é um tipo de alteração na qual o resultado é o branqueamento da madeira. Os fungos consomem os hidratos de carbono e a lignina utilizando-as para nutrição. Segundo Eaton (1993, p. 90), podem degradar extensivamente a lignina enquanto degradam outros componentes da parede celular. Macroscopicamente, a madeira torna-se mais clara, mais macia, perdendo seu brilho natural. As regiões apodrecidas podem estar delimitadas por linhas escuras (FIGURA 25).

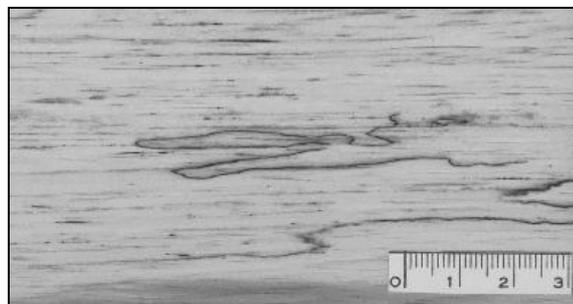


FIGURA 25 – MADEIRA DETERIORADA POR FUNGO DE PODRIDÃO BRANCA  
FONTE: ROCHA (2001)

TABELA 2 – FUNGOS DETERIORADORES DA MADEIRA

Lenho atacado	Características do ataque	Aspecto da madeira atacada
<b>FUNGOS EMBOLORADORES</b>		
	Ascomicetos e Deuteromicetos	Formação de superfície pulverulenta
Coníferas e folhosas	Alimentam-se das substâncias de reserva do lúmen As hifas penetram profundamente no alburno	Poucas alterações nas propriedades mecânicas
<b>FUNGOS MANCHADORES</b>		
	Ascomicetos e Deuteromicetos	Áreas no alburno com coloração variável (azul ou cinza)
Coníferas e folhosas	Alimentam-se das substâncias de reserva do lúmen As hifas pigmentadas penetram profundamente no alburno	Poucas alterações nas propriedades mecânicas Aumento da permeabilidade e tolerância a alguns preservativos
<b>PODRIDÃO MOLE</b>		
	Ascomicetos e Deuteromicetos	Camada superficial escurecida (úmida) bastante amolecida e facilmente removível
Coníferas e folhosas (Camada superficial)	Consumo dos materiais de reserva Destruição das paredes celulares. Toda a camada S2 pode ser destruída	Fissuras paralelas e perpendiculares à grã (seca) Redução em todas as propriedades mecânicas
<b>PODRIDÃO PARDA</b>		
	Basidiomicetos	Aparência escurecida - coloração parda, aspecto de queima do material
Preferencialmente Coníferas (camadas profundas)	Consumo dos materiais de reserva Destruição das paredes celulares	Apresenta trincas, quando seca, paralelas e perpendiculares à grã, Diminuição da densidade Afeta drasticamente as propriedades físico-mecânicas
<b>PODRIDÃO BRANCA</b>		
	Basidiomicetos	Torna-se mais clara, mais macia, perde seu brilho natural. Podridão delimitada por linhas escuras
Preferencialmente Folhosas (camada profundas)	Remoção de hidratos de carbono e remoção da lignina Gradativo afinamento da parede celular Degradação a partir de S3 (dentro para fora)	Diminuição da densidade e enfraquecimento Afeta drasticamente as propriedades físico-mecânicas

FONTE: OLIVEIRA *et al.* (1986) MODIFICADA

#### 2.5.4.2 Insetos

Os insetos fazem parte do Filo Arthropoda, sendo o grupo dominante dos animais da Terra. A Classe Insecta é subdividida em 30 ou mais ordens, no qual segundo Eaton (1993, p. 219), cinco são as ordens xilófagas de importância na deterioração das madeiras: Coleoptera (brocas), Isoptera (térmitas), Hymenoptera (formigas, abelhas), Lepidoptera (mariposa) e as Ephemeroptera (efeméridas).

Segundo Liotta (1998, p. 14), para colocarem-se em prática medidas válidas do tratamento curativo e preventivo, a fim de recuperar os monumentos de interesse histórico-artístico é necessário, no caso dos insetos, determinar a espécie responsável pelos danos, conhecer a biologia e o comportamento; entre outros. Os adultos podem apresentar hábitos alimentares diferentes. Em geral, nos coleópteros, são as larvas no interior da madeira que geram os maiores danos à madeira instalada. Segundo Eaton (1993, p. 209-211), as mandíbulas das larvas destes insetos são adaptadas à perfuração no interior da madeira. Quando incapazes de sintetizar a celulose, são os microorganismos (bactérias, protozoários ou fungos) que auxiliam na digestão. A quantidade e qualidade do alimento têm efeito no ritmo de crescimento e algumas vezes também nos processos reprodutivos; refletindo na intensidade de deterioração da madeira.

Os órgãos externos podem ser importantes na identificação de alguns insetos. Variando em tamanho e forma, as antenas, por exemplo, além da função sensitiva auxiliam na identificação de algumas espécies. Assim como os tipos de galerias, a forma e o tamanho dos furos se saída e as características dos resíduos e excrementos. De acordo com Liotta (1998, p. 15), as duas ordens que mais danificam as estruturas de interesse artístico são: Coleoptera e Isoptera.

##### 2.5.4.2.1 Ordem Coleoptera (besouros)

A ordem Coleoptera corresponde o número estimado de 350.000 espécies descritas (EATON, 1993, p. 231). Variam de tamanho de 1 a 200 mm, possuindo geralmente dois pares de asas: o primeiro par duro e brilhante, cobrindo as asas posteriores e o segundo par, mais longas e membranosas. As espécies xilófagas

atacam madeira seca, árvores vivas, recém-derrubadas ou em decomposição; utilizam-se ainda de produtos armazenados, roupas, alimentos, livros etc. O ciclo vital dos coleópteros corresponde ao holometábolo, pois assumem uma metamorfose completa. Às condições favoráveis reduzem o período larval e aumentam o número de gerações, assim como os danos na madeira (TAMPONE, 1996, s.p.).

A família Cerambycidae é uma das maiores da ordem, com mais de 20.000 espécies descritas e seu tamanho varia de poucos milímetros até 20 cm. Os cerambicídeos são fitófagos, sendo muitos deles conhecidos como “serradores ou serra-paus”. A maioria deles são brocas caulinares; apresentam corpo alongado e cilíndrico, com antenas longas muitas vezes maiores que o corpo e olhos emarginados; muitos são de colorido vistoso (BORROR, 1988, p. 256) (FIGURA 26).



FIGURA 26 – INSETO ADULTO *Hylotrupes bajulus* (A) FUROS DE SAÍDA OVALADOS(B)  
 FONTE: ZOOLOGICAL INSTITUTE OF RUSSIAN (2008), LIOTTA (1998)

Todas as espécies no estágio larval atacam árvores vivas, recém-abatidas, madeira seca e troncos apodrecidos (OLIVEIRA *et al.*, 1986, p. 150). Deterioram intensamente o alburno e atingem também o cerne. Depositam seus ovos em superfícies rugosas; os furos de saída e as galerias são ovaladas, característica importante na sua identificação.

A fase larval passa-se no interior da madeira, mantendo intacta apenas uma fina camada externa. Liotta (1998, p. 32) e Tampone (1996, p. 220) afirmaram que os cerambicídeos são os mais perigosos para a resistência de elementos estruturais, pois as larvas atingem galerias com até 1 cm de largura em várias direções, e podem, ao atingir o eixo de uma trave, comprometer a sua estabilidade estrutural. Segundo o primeiro autor, poucas espécies interessam às obras de madeira de interesse histórico e artístico, entre elas: *Hylotrupes bajulus*, *Hesperphanes cinereus* e *Stromatium fulvum*.

No mundo são conhecidas 6000 espécies da família Scolytidae; e da família Platypodidae há mais de 250 espécies na Região Neotrópica (OLIVEIRA *et al.*, 1986, p. 152). Incluem-se nesta categoria as brocas da madeira que se alimentam de fungos dos gêneros *Ambrosia* e *Raphaella*.

Os platipodídeos não ultrapassam 10mm de comprimento; apresentam coloração geralmente parda e são alongados, delgados e cilíndricos, com a cabeça levemente mais larga que o pronoto. Os escolítídeos são menores têm corpo cilíndrico e coloração preta ou parda (BORROR, 1988, p. 271). A cabeça é coberta pelo pronoto (semelhante a um capacete). Ambos atacam folhosas e coníferas recém-abatidas ou doentes, injuriadas ou árvores saudáveis, chegando a lhes causar a morte (FIGURA 27).

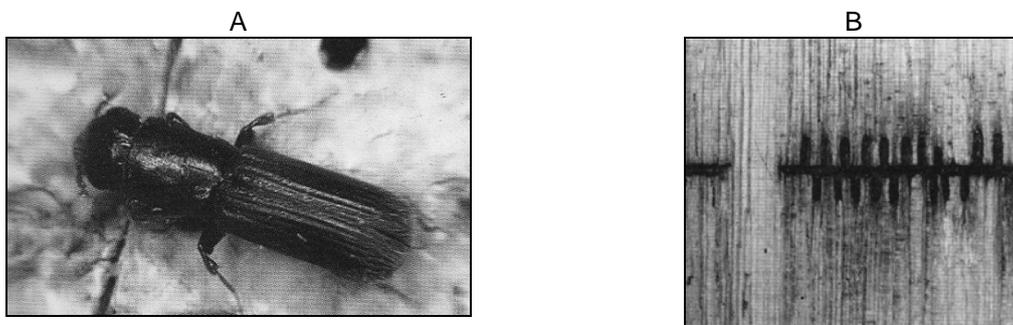


FIGURA 27 – INSETO ADULTO *Platypus c.* (A) ASPECTO DA MADEIRA ATACADA (B)  
 FONTE: AUGELLI (2006)

Para que haja a infestação da madeira, o teor de umidade é fundamental, associado à mutualidade entre inseto e fungo. O besouro ambrosia utiliza como fonte de alimento o fungo, que se desenvolvem nas paredes de seus túneis, estes geralmente do tipo manchador. O sistema de galerias construído por estas brocas é complexo e peculiar, sendo muitas vezes possível a identificação por especialistas, do gênero e até da espécie (OLIVEIRA *et al.*, 1986, p. 154). Eaton (1993, p. 253) ressalta o significativo prejuízo comercial, em árvores vivas e toras, bem como em chapas e compensados e das propriedades alteradas pela complexidade das galerias.

A família Lyctidae já foi considerada por muitos autores como uma subfamília de Bostrychidae, com cerca de 50 espécies descritas (OLIVEIRA *et al.*, 1986, p. 158). São alongados de pequena dimensão 3-5mm de comprimento, essencialmente xilófagos e destroem gravemente madeiras reduzindo a finíssimo pó, semelhante a talco expelido

através dos orifícios de emergência. Este aspecto contribui na sua caracterização (FIGURA 28).

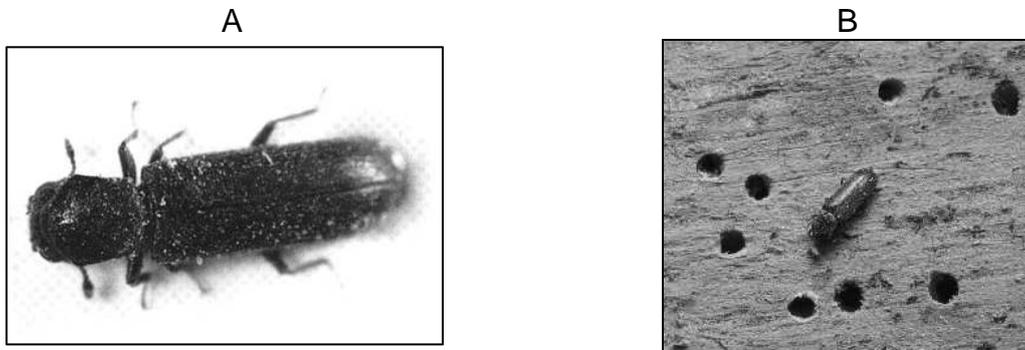


FIGURA 28 – *Lyctus brunneus* ADULTO DA FAMÍLIA LYCTDAE (A) FUIROS DE SAÍDA (B)  
 FONTE: LIOTTA (1998), ROCHA (2001)

Encontrados em madeira de folhosas pela presença dos vasos em sua constituição anatômica, a fêmea deposita os ovos dentro deles, buscando nelas a quantidade de amido bem como tamanho dos vasos adequados. As espécies mais comuns consideradas por Lepage (1986, p. 157-159) são o *Lyctus brunneus* e *Minthea rugicollis*. O *Lyctus brunneus* apresenta cor marrom escuro, de 3 a 5 mm de comprimento com antenas mais claras. É de origem tropical, superando em número e importância o *Lyctus linearis* na Europa e tornando-se cosmopolita (LIOTTA, 1998, p. 29). Atacam portas, móveis, estruturas de telhados, causando sérios danos a obras de arte, esculturas e suporte de pinturas. O *Minthea rugicollis* pode se desenvolver também em países temperados, com propagação limitada pelas condições climáticas.

Segundo Oliveira *et al.* (1986, p. 157), “a família Bostrychidae tem aproximadamente 520 espécies descritas, das quais mais de 100 vivem na Região Neotrópica”. Pertence a esta família a broca do bambu (*Dinoderus minutus*) cujas espécies são alongadas, lembrando a forma cilíndrica e com a cabeça dobrada para baixo pouco visível superiormente e apresentando coloração escura. Seu comprimento é variável de 1mm a 30mm (2mm no *Dinoderus minutus*, 32mm no *Apate terrebrans*). Alimentam-se principalmente do amido do alburno das angiospermas e são incapazes de digerir a celulose (OLIVEIRA *et al.*, 1986, p. 157-159). Infestam árvores sadias, recém-derrubadas, comuns em serrarias durante o processo de secagem. O dano é normalmente semelhante ao *Lyctus*, porém as galerias são maiores e mais circulares.

A família Anobiidae, segundo Yoshioka (1978, *apud* Oliveira *et al.*, 1986, p. 160), “tem aproximadamente 1150 espécies descritas, das quais 350 são da Região

Neotrópica”. São besouros pequenos e cilíndricos, com o comprimento de 2 a 9mm, a coloração pode variar de vermelho ao marrom escuro (FIGURA 29). Segundo Liotta (1998, p. 18),

Sua capacidade de digerir o lenho não esta ligada à atividade das secreções intestinais, que não são idôneas a atacar a lignina e a celulose, mas sim a ação de microorganismos hospedados nas células epiteliais dos vasos intestinais. Assim atua uma verdadeira simbiose, neste caso dita endossimbiose, pelo fato que os microrganismos estão hospedados no corpo do inseto.

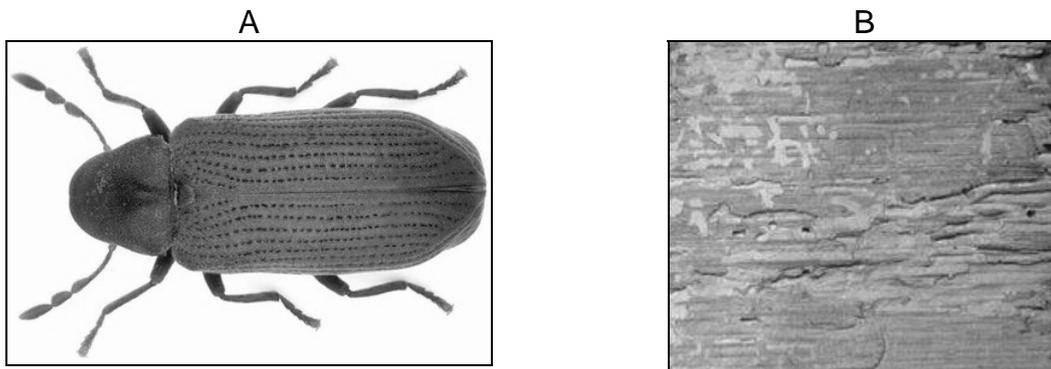


FIGURA 29 – INSETO ADULTO *Anobium punctatum* (A) GALERIAS TÍPICAS DAS LARVAS (B)  
 FONTE: ZOOLOGICAL INSTITUTE OF RUSSIAN (2008), ROCHA (2001)

Estes organismos podem ser fungos, protozoários e bactérias hereditários de uma geração a outra. Segundo o mesmo autor, na Itália, é a família mais largamente representada. Seu ataque dá-se além de estruturas, também em estátuas e molduras; nos planos de suporte das pinturas e nos objetos de madeira da cultura material. Oliveira *et al.* (1986, p. 160-161) descrevem, entre as espécies mais conhecidas, o *Anobium punctatum*, alguns destruidores de livros; e o *Lasioderma serricorne* (besouro-do-fumo). O *Anobium punctatum* é conhecido como “Broca dos Móveis” na Europa e América do Norte, com aparente preferência por madeiras antigas. É uma das brocas mais danosas a estruturas e objetos de madeira. Ataca o alburno e o cerne de madeira de coníferas e folhosas, sendo mais freqüente no alburno. A devastação das obras literárias por anobídeos já foi considerada superior que a causada por incêndios e inundações, entre eles o gênero *Tricorynus* (Oliveira *et al.*, 1986, p. 161) e o *Nicobium castaneum* (LIOTTA,1998, p. 18-26).

#### 2.5.4.2.2 Ordem Isoptera (cupins)

A ordem Isoptera contém mais de 2000 espécies distribuídas em sete famílias. Os cupins, ou térmitas, são, no grupo dos insetos, os maiores causadores de danos à madeira, tanto em obras antigas como edificações recentes. Prejudicam não somente o aspecto estético, mas alteram seriamente a resistência mecânica dos componentes estruturais. No entanto, proporcionam a reciclagem de nutrientes (degradação da celulose) e melhoram as características do solo. No caso das espécies subterrâneas, aumentando a porosidade e a aeração (ROCHA, 2001, f. 27).

Distinguem-se três grupos de cupins de maior interesse ao patrimônio histórico: cupim-de-madeira-seca, cupim-de-madeira úmida e cupim-de-solo (FIGURA 30).



FIGURA 30 – CUPINS-DE-MADEIRA-SECA EM COBERTURA (A)  
TÚNEL DE CUPIM-SUBTERRÂNEO EM ESTRUTURA (B)  
FONTE: LIOTTA (1998)

No Brasil, são encontrados representantes de quatro famílias de cupins: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae e Serritermitidae, esta ocorrendo somente no Brasil com uma única espécie (ARAÚJO 1970, *apud* OLIVEIRA *et al.*, 1986, p. 137). Os cupins da família Kalotermitidae vivem exclusivamente em galerias dentro da madeira e a espécie *Cryptotermes brevis* é uma das mais importantes economicamente no Brasil. Os cupins da família Rhinotermitidae desenvolvem-se no solo ou em madeira em contato com este, com colônias extensamente populosas. Ninhos da espécie *Coptotermes havalandi* são elaborados e muito encontrados em porões de edificações ou em materiais deixados sob as construções (OLIVEIRA *et al.*, 1986, p. 137).

Os cupins ou térmitas são hemimetábolos, ou seja, possuem metamorfose incompleta (ovo, ninfa e adulto) alimentam-se de celulose da madeira e associam-se a microrganismos capazes de sintetizá-la (protozoários ou bactérias). Podem digerir

matéria orgânica degradada por microrganismos, principalmente fungos. Escavam galerias na madeira, mantendo uma fina camada na superfície, sendo somente perceptível as perfurações, abertas ocasionalmente para a liberação de pelotas fecais.

Segundo OLIVEIRA *et al.* (1986, p. 140-147), a casta típica da ordem é o reprodutor alado ou imago que possui o aparelho bucal do tipo mastigador e dois pares de asas membranosas. Estas não são permanentes, pois após a revoada, quando da fundação de novas colônias são descartadas. A população de uma colônia de cupins compreende três categorias de indivíduos: reprodutores, operários e soldados (FIGURA 31).

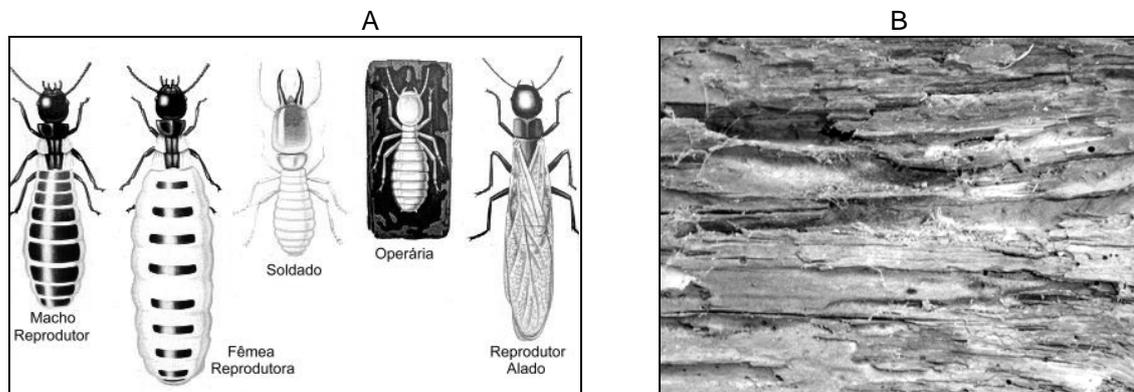


FIGURA 31 – CASTAS DE CUPINS (A) ASPECTO DA MADEIRA DETERIORADA (B)  
 FONTE: ROCHA (2001), A AUTORA (2006)

Normalmente há um casal reprodutor (real ou fundador), com a morte destes ocorre à morte da colônia ou o aparecimento de reprodutores de substituição. Os machos são geralmente pequenos e as fêmeas podem atingir, em algumas espécies até 8 cm. São os mais desenvolvidos sexualmente tendo asas complementares desenvolvidas, que são perdidas após o acasalamento; olhos compostos e coloração escura (ROCHA, 2001, f. 28).

A categoria dos operários é formada por ninfas e adultos (estéreis) de cor pálida. São ápteros e geralmente não têm olhos compostos e suas mandíbulas são pequenas. Realizam quase todas as atividades da colônia: alimentação, construção do ninho, cuidado dos ovos, e alguns casos participam da defesa. Os soldados cuja função é a defesa, são adultos estéreis de cabeça e mandíbulas ampliadas, usualmente maiores que os operários podendo ter olhos compostos.

A ovoposição ocorre em uma semana logo após o acasalamento (até 100 ovos podem ser colocados) dependendo da espécie. No período de incubação

(algumas espécies levam 3 meses) e na primeira fase, a ninfa será alimentada com secreções salivares e anais pelo rei e a rainha, posteriormente procurará seu próprio alimento no interior da galeria (EATON, 1993, p. 261).

Os cupins-de-madeira-seca não requerem substancial quantidade de água, vivem em madeira com umidade de 10 a 12%, iniciam o ataque diretamente pelo ar, durante a revoada. O casal penetra na madeira por rachaduras ou aberturas naturais formando uma nova colônia. Segundo Rocha (2001, f. 32), iniciam a escavação orientando as galerias no sentido paralelo as fibras. Permanecem no interior da peça e são percebidas, normalmente quando o ataque encontra-se em estágio avançado.

Ao grupo cupim-de-madeira-úmida pertencem os insetos que atacam exclusivamente a madeira com alto teor de umidade. Segundo Fontes e Araújo (1999, p. 35-90), as colônias são pequenas e muitas vezes não têm operárias, sendo as ninfas a realizar as tarefas. A infestação ocorre diretamente pelo ar durante o enxame, preferem madeiras em condições abafadas e já apodrecidas.

Os cupins-subterrâneos são freqüentes em regiões temperadas e tropicais, apreciando umidades elevadas. As colônias, segundo Rocha (2001, f. 30), localizam-se abaixo da superfície do solo e através das galerias os cupins buscam alcançar a madeira. Constroem túneis de barro ou outros materiais para atacar madeira seca ou isolada, mantendo assim a umidade necessária a sua sobrevivência.

## 2.6 MÉTODOS E TÉCNICAS DE ANÁLISE

A evolução das análises empregadas no setor de bens culturais veio aprimorar as novas técnicas de intervenção e de restauro. Os conhecimentos da química, e, sobretudo a descoberta dos raios-X ao final do século XIX, entre outros, foram de fundamental importância ao desenvolvimento da técnica de conservação.

Uma das mais tradicionais, a fotografia, há muitos anos acompanha o restaurador e configura documentação à origem da obra, servindo de suporte aos levantamentos, aos desenhos gráficos durante a elaboração dos projetos de restauro. Os equipamentos fotográficos podem ser acoplados a equipamentos microscópicos, gerando imagens minuciosas, tanto dos agentes como dos constituintes celulares da

madeira. Na atualidade, os recursos da informática, servindo desde a catalogação, o armazenamento de dados e a ampla gama de programas de análises, associam-se a outros como os da física, avançados recursos de avaliação, em benefício à agilidade e à precisão das informações.

Estudos de avaliação das propriedades da madeira empregam os métodos destrutivos, importantes para a determinação da qualidade e o emprego racional do produto. No entanto, ocorrem com a perda do material e em geral resultam em dados representativos para um determinado lote, avaliados em condições diferentes das originais (GORNIAK; MATOS, 2002). Já com os métodos não-destrutivos, as informações são precisas e não causam a destruição da peça ou floresta. Em muitos casos os testes são realizados *in loco*. Por este motivo é que, no campo da conservação dos bens imóveis, são os mais apropriados, associados a outros benefícios, como a não-agressão à matéria constituinte do patrimônio.

Justifica-se, no entanto, segundo Arosio (2003, v. 3, p. 132), a utilização de métodos destrutivos, ou preferencialmente os micro-destrutivos, tendo em vista a elaboração de técnicas capazes de bloquear os processos de degradação, que levariam a danos irreversíveis. O levantamento que precede a uma análise deve ser detalhado para a escolha de uma amostra, sendo em ponto significativo e que forneça conteúdo expressivo.

É importante salientar que as amostras de análise, no campo da restauração com ênfase em obras de arte, são de dimensão infinitesimal, para não constituir um dano à obra, preparados muitas vezes a partir de estratigrafia<sup>9</sup>.

Segue a descrição de alguns Métodos não-destrutivos empregados no setor de bens culturais e tecnologia da madeira:

#### a) Método visual

O método visual é um método direto e simplificado, baseia-se essencialmente na experiência e acuidade do profissional responsável pela análise. Configura-se na observação dos aspectos gerais da madeira tanto os superficiais como os estruturais. Assim, busca-se detectar a presença de amolecimentos, partes faltantes, fissuras, esfoliações, perfurações, galerias, excrementos, pós e cavacos;

bem como as alterações de cor, textura e odor. Quanto aos aspectos estruturais, compreendem as rachaduras, abaloamentos, encurvamentos e todas as demais deformações que comprometem o desempenho da peça frente às solicitações.

Este método apresenta limitações, pois nele são observados apenas valores qualitativos. Para Gorniak e Matos (2002), as reais condições podem ser mascaradas, uma vez que a avaliação fica condicionada às faces exteriores, o que não garante com certeza o desempenho da madeira durante seu uso. Outra restrição diz respeito aos locais sem acesso direto ou na junção de peças.

A análise visual auxilia também na verificação dos aspectos anatômicos e na identificação macroscópica da madeira. À eficiência desta, associam-se lupas e outros instrumentos que ampliam a acuidade visual.

#### b) Método de percussão

O método de percussão é utilizado diretamente sobre as peças, este método requer o emprego de objeto rígido (martelo) que produza vibração na madeira golpeada. Ao tipo de som produzido associa-se à constituição, à rigidez da madeira e à presença de partes ocas em seu interior, supostamente à causa de deteriorações. O som é gerado pelo deslocamento de ar e no caso de partes ocas dentro da peça ocorrerá o efeito de uma “caixa de ressonância” comum aos instrumentos de percussão.

Este método caracteriza-se por ser uma prática intuitiva e da tradição de antigos construtores. A umidade presente na madeira, bem como a porosidade da espécie arbórea, interfere no resultado das análises. Não é indicado para peças em processo de desagregação ou com superfícies revestidas por pinturas artísticas.

#### c) Análise Microscópica

A análise microscópica é utilizada na identificação de madeiras, bem como na classificação dos agentes deterioradores. Recorre-se a microscópios óticos, os mais comuns, na identificação de fungos e insetos. Cavalcante (1982, p. 12) recomenda a análise microscópica para detectar o ataque de fungos, através da coloração das células

---

<sup>9</sup> Estratigrafia: consiste em uma micro-amostra retirada ao longo de plano perpendicular de uma superfície de uma obra de arte; de modo a evidenciar as várias camadas. Preparada através de resina transparente, o bloco é seccionado e analisado com o auxílio de microscópios (AROSIO, 2003, v. 3, p. 133).

da madeira e das hifas, permitindo a visualização dos danos e a caracterização do tipo do fungo.

A microtécnica descreve os métodos e procedimentos de preparação da madeira para observações microscópicas. Produtos químicos e alguns procedimentos como a maceração<sup>10</sup> são necessários à transformação da madeira em objeto transparente, possível a ser observado (RICHTER; BURGER, 1991, p. 102).

A microscopia eletrônica de varredura, por sua vez, oferece elevado poder de resolução em comparação ao microscópio óptico, capaz de ampliar a imagem em até 300.000 vezes. A imagem eletrônica de varredura é formada pela incidência de um feixe de elétrons no material.

No campo de policromia em esculturas, segundo Souza (1996), este método permite uma definição precisa das características superficiais e granulométricas dos pigmentos. Fornece ainda, a seqüência de camadas em cortes estratigráficos, a caracterização de processos de envelhecimento e a formação de compostos de degradação.

#### d) Método de ondas de tensão ou emissão acústica

Segundo Emerson *et al.* (1998, *apud* Gorniak e Matos, 2002) a aplicação e medição por ondas de tensão consiste na colocação de dois transdutores nas extremidades de uma peça em sentido longitudinal. A emissão de onda por meio de martelo ou pêndulo entre o acelerômetro de partida e chegada fornecerá uma contagem de tempo em micro-segundos, através da peça. A variação do tempo percorrido pela onda revelará as condições internas do material. A coesão das células, ou seja, em material sadio, o tempo é menor, enquanto que na madeira deteriorada o tempo é maior. Quão intensamente estiverem as discontinuidades, os nós, as resinas, e as deteriorações; maiores serão os valores lidos.

Outra vantagem apresentada pelo autor diz respeito ao pequeno porte do equipamento e seu transporte, permitindo a verificação de peças instaladas, a exemplo do equipamento *Stress wave timer*. É possível ainda, determinar o módulo de elasticidade

---

<sup>10</sup> Maceração: método de dissociação das células da madeira (N. A.).

e o módulo dinâmico de membros de estruturas, além de outros parâmetros de resistência da madeira utilizando correlações estatísticas (GORNIK; MATOS, 2002).

#### e) Método do Raio-X

A utilização do Raio-X no campo da conservação é precioso, pois este tipo de raio pode atravessar corpos opacos de notável espessura. Na restauração de obras de arte, a radiografia de um quadro, por exemplo, pode fornecer informações sobre as subcamadas existentes, a técnica utilizada pelo pintor e pode ajudar ainda a determinar a autenticidade da obra (AROSIO, 2003, v. 3, f. 131).

No campo da indústria madeireira, este método é empregado na seleção de toras, na inspeção de postes e na análise da superfície da madeira, bem como na detecção dos defeitos internos, vazios, nós, degradações, manchas minerais, lenhos de reação etc.

O método utiliza absorção fotoelétrica para produzir uma imagem interna da madeira. O porte do equipamento de raios-X e a necessidade de se ter acesso às várias faces do material constituem-se no principal entrave na utilização do método de radiografia na avaliação de membros de estruturas *in situ* (EMERSON *et al.*, 1998, *apud* GORNIK; MATOS, 2002).

#### f) Ultra-som

O ultra-som é um equipamento de grande estima na obtenção de informações sobre a descontinuidade de um material. Segundo Gorniak e Matos (2002), o princípio básico do equipamento consiste em emitir uma onda ultra-sonora, inaudível ao homem, que ao encontrar um obstáculo é refletida por ele; voltando ao emissor. Através do tempo obtido, calculam-se os valores de distância e velocidade, chegando-se ao módulo de elasticidade dinâmica. É usado no campo da restauração tanto para a realização de diagnósticos, como na realização de intervenções (limpeza de objetos de arte).

#### g) Método de Pilodyn

O método do Pilodyn consiste na penetração perpendicular por pino (diâmetro 2,5 mm e comprimento máximo 110,2 mm) de aço na madeira, acionado com uma mola pré-carregada. Por meio da profundidade atingida, pode-se deduzir a

resistência à compressão. Para a determinação do módulo de elasticidade, os autores Turrini e Piazza (1983, citados por Tampone, 1996, p. 208-209) sugerem que se adote um valor reduzido de cálculo para o módulo “E” em peças deterioradas e irregulares. Sendo 80 para peças livres de defeito e 50 para peças fortemente defeituosas (nós, fendas, fissuras), coligando “E” ao parâmetro R, valor da força (in Newton), necessária para afundar de 5 mm na superfície lateral da viga uma esfera de aço de 10 mm.

#### h) Endoscopia

A endoscopia constitui de um equipamento aprimorado dotado de sonda com fonte luminosa na extremidade. De pequena dimensão e haste flexível, possui objetivas intercambiáveis, capaz de penetrar em pequenos furos, permitindo a verificação do número de anéis de crescimento e demais características no interior das galerias e frestas. Este equipamento possui campo de visão de 60° a 95°, as imagens são transmitidas a um monitor (TAMPONE, 1996, p. 210) (FIGURA 32).

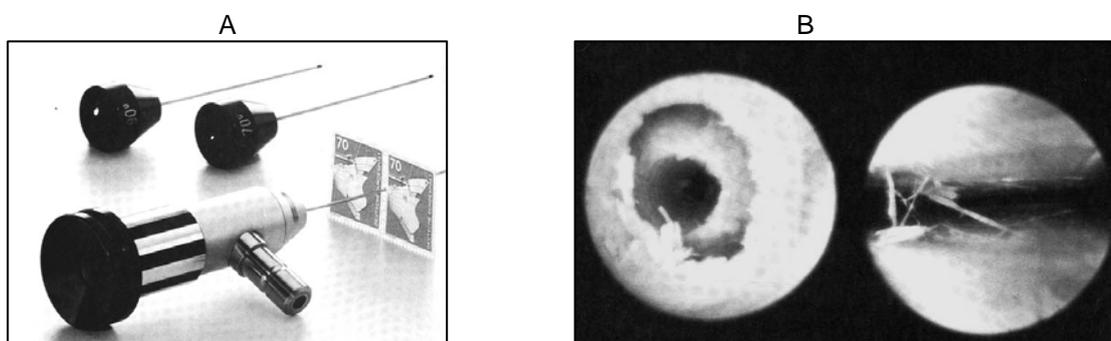


FIGURA 32 – APARELHO DE ENDOSCOPIA: SONDA COM HASTE FLEXÍVEL (A)  
 IMAGENS: FURO E FISSURA (B)  
 FONTE: NAMICON BERGAMO APUD TAMPONE (1996)

Além destes, outros métodos são citados por Arosio (2003, v. 3, f. 140), como: “*Cromatografia, spettrofotometria de assorbimento, diffrattometria ai raggi X, fluorescenza ai raggi X, spettrofotometria di assorbimento atômico, spettrometria di massa*”. Especialmente utilizados para obras de arte, são exames que oferecem resultados extremamente precisos, sem dano ao objeto de estudo. Necessitam, no entanto, de aparelhos sofisticados e custosos, além de técnicos especializados.

## 2.8 VERIFICAÇÃO DE METODOLOGIAS EMPREGADAS

Visando a elaboração da metodologia proposta neste estudo foi realizado o levantamento de algumas metodologias aplicadas no cadastro e caracterização de bens imóveis; selecionadas quanto à sistematização das informações e o modelo de descrição. Buscou-se aqui a individualização dos aspectos relevantes como fonte de comparação para a proposição da metodologia e do diagnóstico, principal tema da dissertação.

As Metodologias finais constituem-se em pré-testes realizados, além de parecer técnico-profissional e uma atividade didática durante disciplina ministrada no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Em visita a 10ª Superintendência Regional – Paraná foi verificada algumas fichas utilizadas pela Instituição. O superintendente arquiteto José La Pastina Filho descreveu os materiais disponíveis, salientando que fichas próprias são desenvolvidas, tendo em vista as especificidades de cada projeto. O Inventário Nacional de Bens Imóveis (IBA) – Bens Arquitetônicos, no entanto, criado em 2000, teve por objetivo cadastrar os bens tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e de interesse nacional de Conservação. Constituído por relatórios e sub-formulários, com anexo, os desenhos técnicos e as fotos. Como exemplo desta metodologia segue a descrição do inventário da Igreja Matriz da Lapa (FIGURA 33), realizado em 2005 por arquitetos do instituto.



FIGURA 33 – FOTOGRAFIA DO IMÓVEL INVENTARIADO, IGREJA DA LAPA  
FONTE: IPHAN (2008b)

O primeiro campo da ficha apresentou um relatório com dados gerais da edificação e a descrição das técnicas construtivas empregadas (ANEXO 2). Os sub--

formulários relacionavam as características tipológicas e históricas, bem como os órgãos de proteção, os restauros realizados e as informações iconográficas.

No campo do estado de conservação, constam os itens dos elementos de arquitetura a serem relacionados aos danos, tais como: destruição parcial ou total, problemas evidentes, peças deterioradas entre outros. O item “Biodegradação” ao final da ficha traz as seguintes opções de anotação: ataque parcial ou generalizado de insetos / microorganismos, focos de insetos ou nenhum problema evidente (ANEXO 3).

O inventário IBA do IPHAN apresentou uma organização sistemática o qual integra informações importantes ao acervo nacional. A análise do estado de conservação da obra, no entanto, é genérica, pois não fornece informações sobre os tipos de degradações ou as causas de interferência na matéria construída.

Por sua vez, a metodologia empregada no *Corso di Restauratore Architettonico Decorativo*<sup>11</sup> (2003) era composta de três fichas: ficha de arquitetura, ficha dos elementos decorativos e ficha dos manufatos. A ficha da arquitetura continha os dados gerais da obra (localização, função, autor, tombamentos, restauros etc.), além de um breve histórico e do contexto urbano. Assim como a descrição da arquitetura (tipologia, forma, programa etc.) e da tecnologia construtiva (estruturas subterrâneas, vedações, arcos e abóbadas). Em conjunto faziam parte da documentação os desenhos, as fotografias e as referências às fontes documentais (ANEXO 4). O estado de conservação constituiu elemento de análise a todos os objetos cadastrados, da arquitetura aos manufatos (mobiliário, obras de arte, esculturas etc.), sendo realizado ainda, o mapeamento da degradação das edificações (ANEXO 5).

O resultado das fichas propostas pelo CCI foi o cadastro e diagnóstico de 22 bens edificados da Igreja católica na região de Curitiba. Esta metodologia proporcionou não somente a leitura dos aspectos histórico-técnicos das obras, mas uma leitura voltada à sua conservação, na identificação das patologias existentes.

Francesco Augelli<sup>12</sup> descreve sua metodologia por meio do manual técnico *La diagnosi delle opere e delle strutture lignee: Le Inspezioni* (AUGELLI, 2006). O autor embasou-a em normas técnicas da madeira e de restauração de bens

---

<sup>11</sup> O curso Restaurador Arquitetônico Decorativo foi uma iniciativa do Centro de Cultura Italiana (CCI), com a cooperação da Universidade Federal do Paraná e da Fondazione KEPHA do Vaticano (N. A.).

<sup>12</sup> Francesco Augelli: é docente da *Facoltà di Architettura Civile*, da escola - Politécnico de Milão, responsável pelo laboratório de conservação de obras de madeira (N. A.)

culturais, utilizando as normas da UNI (organismo italiano de normatização), as recomendações do ICOMOS e outras normas européias.

Em seu manual, apresenta os levantamentos e análises, além de uma ordem na organização para tramitação processual, ressaltando a premissa da *avaliação preventiva* do estado de conservação e das condições de todos os elementos constituintes de obras de madeira. Fornece ainda um resumo de anatomia e fisiologia botânica para a identificação da espécie lenhosa e outros conhecimentos de tecnologia da madeira, relacionando os tipos de alterações e anomalias do lenho, bem como os defeitos, patologias e as respectivas causas. Além disso, utiliza a Classe de Risco Biológico prevista pela UNI EN 335, empregada para madeiras de novo uso, segundo as possíveis situações de instalação, ocorrência de umidade e degradação biológica, e deduz então, os locais e os agentes concernentes nas cinco classificações da norma. Por fim, propõe elaboração gráfica, legenda de cores, do Risco 1 (verde ou layer mais claro) para nenhum risco urgente, ao Risco 4 e 5 (cor vinho ou layer mais escuro) para casos mais graves, alertando para as providências urgentes nestes casos (AUGELLI, 2006, p. 129-133). As classes 4 e 5 não estão incluídas no mapeamento da Figura 34, pois correspondem a peças em contato com terreno ou imersas.



FIGURA 34 – DETERMINAÇÃO DAS CLASSES DE RISCO BIOLÓGICO, PROJETO DE CONSERVAÇÃO DE COBERTURA  
FONTE: AUGELLI (2006)

Augelli (2008) recomenda ainda que os operadores provenham de equipe multidisciplinar, composta por especialistas da madeira graduados em ciências florestais, arquiteto conservador que tenha aprofundado seus conhecimentos em aspectos técnicos e patológicos da madeira, ou por técnico habilitado de um curso de especialização idôneo.

Seus diagnósticos são elaborados a partir de ficha de avaliação (Anexo 6), ressaltando ser um método rápido em obra para o levantamento e organização dos dados. Em entrevista, o autor declarou que a utiliza desde 1994 e em geral técnicos florestais a executam. Os itens fazem parte das recomendações da norma e acrescenta; *“Può cambiare la veste gráfica della scheda ma il contenuto minimo (requisiti essenziali) non cambia.”*<sup>13</sup> (AUGELLI, 2008). E, quanto à estimativa da seção residual, informa que resultam da somatória dos defeitos e das degradações.

No Parecer técnico desenvolvido pela autora para o Projeto de Restauração das Edificações do Bosque João Paulo II, de responsabilidade da empresa ArquiBrasil – Arquitetura e Restauração, a metodologia caracterizou-se pela descrição e mapeamento dos agentes deterioradores por meio de análise visual para as sete edificações em estudo (FIGURA 35).

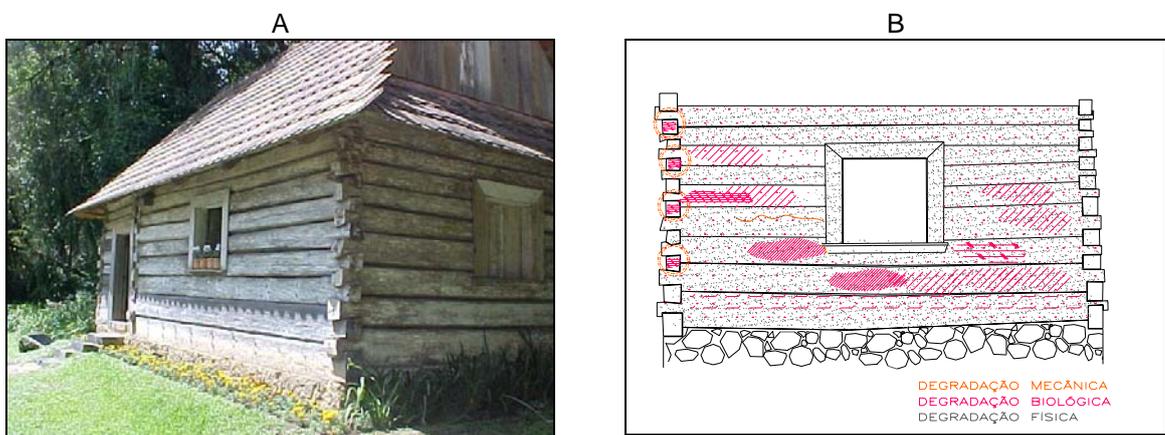


FIGURA 35 – FOTOGRAFIA DA CAPELA (A) MAPEAMENTO DAS DEGRADAÇÕES (B)  
 FONTE: ARQUIBRASIL (2006), A AUTORA (2006)

Foi realizada a análise não-destrutiva com o equipamento *Stress wave timer* para alguns troncos das paredes, a partir da qual uma tabela de valores numéricos passou a equivaler a uma classe de degradação 0, 1 e 2, sendo atribuído “0” para as

<sup>13</sup> Pode-se modificar a forma gráfica da ficha, mas o conteúdo mínimo (requisitos essenciais) não muda (T. A.).

peças *Levemente Deterioradas* (valores entre 3000 a 2500), “1” para as *Deterioradas* (valores 2499 a 900) e “3” para as *Severamente Deterioradas* (valores 899 a 300).

O mapeamento e a classificação auxiliaram no projeto de restauração e na determinação do tratamento curativo indicado, bem como na seleção das peças comprometidas a serem substituídas.

A análise da Casa Santana foi uma atividade desenvolvida com os alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo durante a disciplina “Restauração e Conservação Preventiva de Edifícios Históricos”, esta Dividida em quatro etapas organizadas em ficha cadastral específica.

A etapa 1 - SITUAÇÃO E IMPLANTAÇÃO continha a análise do entorno, os aspectos locais e a relação com a micro-região e com o histórico. A etapa 2 - PESQUISA HISTÓRICA contemplava as entrevistas, as fotos e documentos antigos, visando levantar os valores autênticos e originais da obra. A etapa 3 - ANÁLISE DA ARQUITETURA consistia dos levantamentos métricos, da análise dos elementos construídos e decorativos da obra (ANEXO 7). A etapa 4 - ESTADO DE CONSERVAÇÃO, apresentava a caracterização das degradações e o mapeamento dos agentes, tais como: insetos, fungos, fissuras, eflorescências, perda de suporte, descascamento, etc. (ANEXO 8).

À execução da atividade, precederam aulas de conteúdo teórico sobre patrimônio histórico, restauração, patologias, causas e métodos de tratamento da madeira, entre outros. O resultado foi satisfatório, demonstrando a apreensão do tema através do material produzido. As maiores dificuldades concentraram-se na avaliação dos agentes patológicos e na definição do grau de deterioração.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a consecução do presente estudo, optou-se pelo exame de uma casa de troncos localizada na Colônia Murici, Região Metropolitana de Curitiba. Devido ao fato de a degradação em casas construídas com a *Araucaria angustifolia* ser a mesma, quer nas casas de troncos quer nas de madeira serrada, as análises, os diagnósticos e os resultados obtidos mediante o estudo de uma única casa podem ser aplicados a outras e, eventualmente, a outros bens da cultura da madeira. O universo da casa pesquisada permitiu a avaliação de elementos arquitetônicos de diferentes seções como troncos, tábuas, caibros, vigas, toretes, tanto elementos de vedação quanto estruturais, o que, mais uma vez, permite o uso da metodologia desenvolvida em projetos de restauração de edificações históricas.

O suporte teórico obtido da revisão bibliográfica embasou a organização das etapas do trabalho de campo bem como a escolha dos materiais e técnicas mais pertinentes ao tema.

Para a formulação da metodologia proposta partiu-se das análises do objeto e da madeira, documentos essenciais tanto no confronto dos dados históricos à legitimidade da obra como das características do bem cultural; e por fim à definição das demais análises necessárias. Compreendem ainda análises primárias à elaboração dos projetos de restauração, à definição de técnicas de intervenção, dos profissionais etc.

A leitura da obra voltada à sua condição atual caracterizou o desenvolvimento de duas etapas: a análise do estado de conservação e o registro gráfico pelo mapeamento. Segundo Gallo (2007), “é na análise do estado de conservação que se identificam todos os fatores de degradação do edifício, sejam provocados pela ação do tempo, como os advindos do uso ou os causados pelos elementos externos”.

Foi aplicado o método de análise não-destrutiva, a fim de gerar comparações aos métodos visuais empregados e obter dados numéricos, suporte às demais avaliações. A partir deles à determinação de classes de deterioração, e fez-se o exame identificador do grau de risco de cada elemento constituinte da obra.

A ficha de avaliação constitui material de análise da madeira instalada e elemento de classificação de operadores aptos à realização de diagnósticos de edificações históricas.

### 3.1 ANÁLISE DO OBJETO

Buscou-se caracterizar o objeto em sua constituição total, desde os aspectos gerais às particularidades; o objeto como um documento, amplamente compreendido e suporte para análises palpáveis.

Entrevistas com os proprietários, antigos moradores e pessoas da comunidade auxiliaram no delineamento dos aspectos históricos e originais da obra. O mapeamento da Colônia Murici, etapa realizada para a montagem dos painéis culturais orientou na caracterização e descrição do sítio (SILVA, 2007, Prancha 2).

O levantamento arquitetônico constituiu etapa primária da metodologia, de maneira detalhada e mais precisa possível, buscando-se levantar os dados métricos, geométricos, morfológicos e técnicos do objeto de estudo “A Casa de Troncos”. É durante o processo de levantamento que a obra abre-se à consciência do profissional e ao final da operação, ele estará em grau de conhecer todos os seus significados culturais. O levantamento foi, portanto, não somente uma operação de medição. Sobretudo, realizou-se uma leitura orientada verso à consciência crítica da obra (AROSIO, 2003, v. 3, f. 7).

O levantamento direto<sup>14</sup> foi o escolhido, sendo as peças diretamente medidas, até mesmo o ponto mais alto, a cumeeira, tendo-se acesso interno pelo sótão auxiliado por escadas. Os instrumentos utilizados foram: trenas, níveis e material de desenho. O método da trilateração<sup>15</sup> foi complementarmente testado para a conferência da ortogonalidade do retângulo do vão principal e para conferência geral de medidas.

Feita a escolha do método, da técnica e dos instrumentos, uma equipe de alunas do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Paraná (UFPR) foi orientada na execução desta etapa. O trabalho de campo iniciou com as medições e a realização de croquis (FIGURA 36), complementados pelo levantamento fotográfico suporte a todas as análises.

---

<sup>14</sup> Levantamento direto: neste sistema de medição o operador mantém contato imediato com a *fisicità della fabbrica* (fisicidade da construção) e por meio do metro, haste rígida graduada, entre outros; mede tocando materialmente todas as partes do edifício (AROSIO, 2003, v. 3, f. 14, T.A.).

<sup>15</sup> Trilateração: baseia-se no fato que um triângulo pode ser definido suficientemente da medida de três lados. A trilateração procede na coligação progressiva de todos os pontos previamente definido no projeto (AROSIO, 2003, v. 3, f. 17, T.A.).

Foi previsto um limite de erro e incerteza, a causa de variações geométricas da própria obra, locais de difícil acesso, planos inclinados e o grau de exatidão dos instrumentos, a fim de facilitar a correspondência entre as medidas colhidas e a representação gráfica (AROSIO, 2003, v. 3, f. 9).



FIGURA 36 – CROQUIS, INFORMAÇÕES GERAIS (A) DESENHO E MEDIDAS DETALHADAS (B)  
 FONTE: SILVA *et al.* (2007)

Os desenhos livres foram transformados em representações convencionais da arquitetura (plantas, cortes, e fachadas), além de outros desenhos volumétricos gerados a partir do programa Autocad® e do programa Sketch-Up®.

### 3.2 ANÁLISE DA MADEIRA

Para a análise da madeira e identificação da espécie, Augelli (2006, p. 33) recomenda uma limpeza prévia à análise visual. Sugere a limpeza à seco com pincel ou escova de fibra ou nylon, com solvente idôneo ou, quando possível com instrumento de corte retirando o eventual revestimento externo.

Não foi necessário o corte da madeira para a sua classificação e os métodos visuais puderam ser utilizados. Algumas peças de madeira encontravam-se passíveis de análise macroscópica dada à perda do revestimento à causa das degradações externas.

Internamente a madeira se encontrava mais íntegra, o que possibilitou a análise a seguir: foi selecionado um trecho onde já havia a perda do revestimento, com uma lixa fina, e pano úmido fez-se a limpeza superficial (FIGURA 37).



FIGURA 37 – TRECHO DA PAREDE INTERNA ANTES DA APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE LIMPEZA<sup>16</sup>

### 3.3 ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO

Estado de conservação é o estado da obra tal qual ela se encontra, sendo a leitura das alterações presentes e das causas geradores. O objetivo desta etapa foi levantar os tipos de degradação e defeitos encontrados na edificação. Através de análise visual, de forma gráfica, estas interferências foram registradas no mapeamento. A fim de complementar a análise, o método de percussão foi também utilizado (FIGURA 38).



FIGURA 38 – MÉTODO DE PERCUSSÃO POR MEIO DE MARTELO DE BORRACHA

Nesta análise, não se buscou uma classificação geral do estado da edificação, pouco eficiente em se tratando de edificação histórica, mas individualar os agentes e o grau de ataque nas peças de madeira. Com o intuito da não-danificação da obra, e o princípio da interferência mínima, providenciaram-se amostras de

<sup>16</sup> As figuras e tabelas que não apresentarem fonte são de autoria de Janice Bernardo da Silva.

reduzidas dimensões, em locais menos visíveis; e retirou-se quando possível, componentes já em processo de desagregação (FIGURA 39).

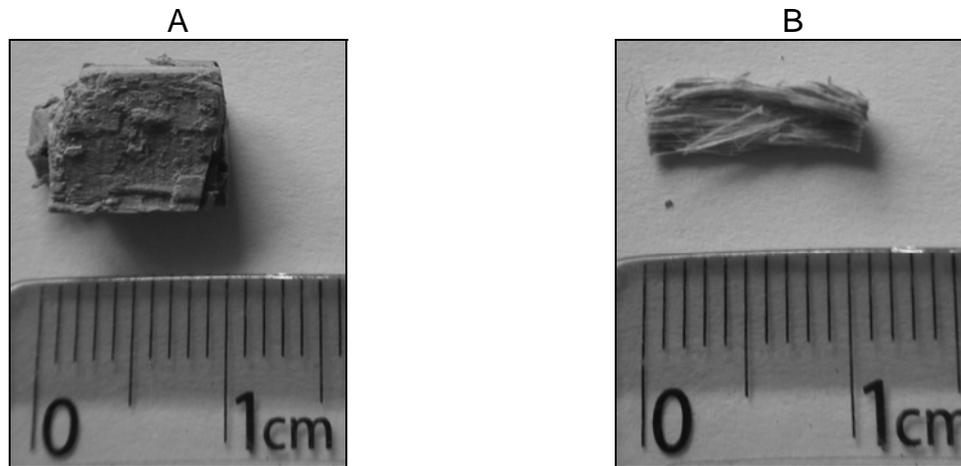


FIGURA 39 – AMOSTRA 1 DIMENSÃO APROXIMADA DE 10X10X5 MM (A)  
AMOSTRA 2 DIMENSÃO 10X3X3MM (B)

A partir de uma área interna com o revestimento danificado, fez-se o procedimento de retirada da película por meio de espátulas, configurando este trecho a amostra 3 (FIGURA 40), o que auxiliou na análise do estado de conservação e na determinação dos agentes de degradadores.



FIGURA 40 – AMOSTRA 3 TRECHO DA PAREDE INTERNA, RETIRADA DO REVESTIMENTO

Para a análise dos agentes biológicos foram coletados insetos, resíduos de galerias e outros agentes, que em uma análise visual primária, demonstraram interesse. As coletas realizaram-se no período compreendido entre julho a novembro de 2007.

A identificação dos insetos foi realizada pela equipe de especialistas do Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera (Insecta) – Universidade Federal do Paraná. Os insetos em geral são identificados em sua fase adulta,

através das características das asas, antenas, patas etc; e por meio de chaves dicotômicas. Para a identificação dos agentes o equipamento empregado foi a Lupa Zeiss – Stemi SV 6, além dos utensílios, pinças, estiletes entre outros.

As fotos coloridas foram obtidas através do equipamento de captura de imagem do laboratório. O equipamento consiste de uma câmera digital Sony, Cyber-Shot DSC – S75, acoplada a um estereomicroscópio Zeiss Stemi 2000-c.

### 3.4 MAPEAMENTO

Para o mapeamento, assim como para a análise por ondas sonoras, foi selecionado o corpo principal da casa de troncos sem a área de alvenaria. Todos os elementos arquitetônicos de madeira foram observados e medidos.

Coube ao mapeamento a representação gráfica das interferências e patologias existentes, organizadas a partir do referencial bibliográfico.

Por meio da metodologia de análise visual e do levantamento, foi realizado um registro prévio no local, os quais ofereceram dados que auxiliaram na execução dos desenhos. As alterações e os danos do material lenhoso foram então classificados em degradação mecânica - defeitos, degradação física e degradação biológica; apresentados na legenda da página 85.

### 3.5 ANÁLISE NÃO-DESTRUTIVA

De modo quantitativo obtiveram-se dados da integridade das peças por análise não destrutiva, por meio do equipamento de emissão de ondas de tensão – *Stress Wave Timer*, do Laboratório de Tecnologia da Madeira e Produtos da Madeira da UFPR.

As análises foram realizadas entre os meses de agosto e setembro de 2007. A imagem do piso na Figura 41 demonstra a numeração das peças no local e a transformação em material gráfico, o que permitiu a identificação e análise de todos os elementos da edificação.

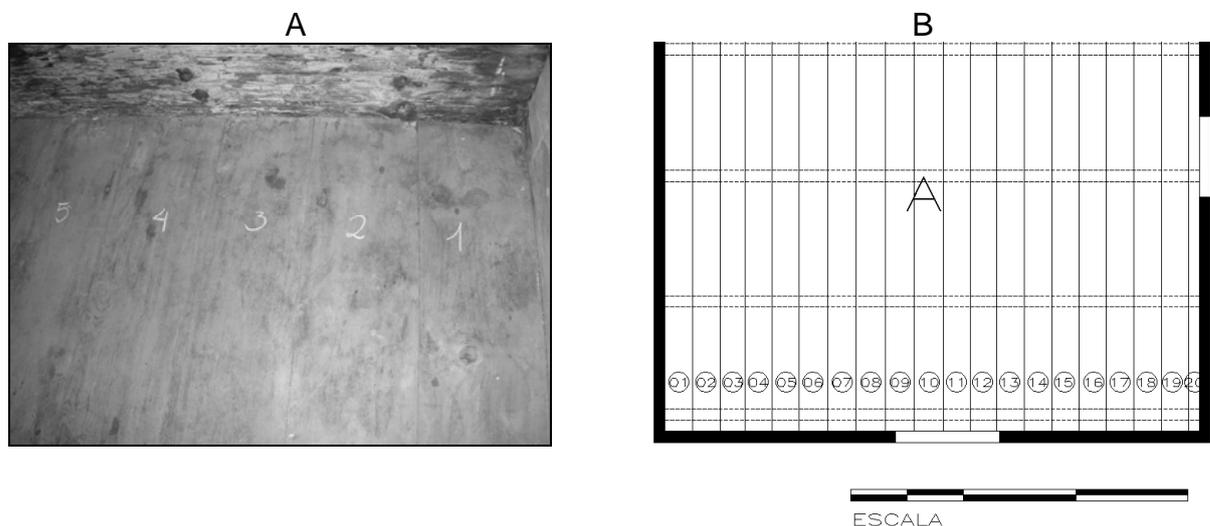


FIGURA 41 – NUMERAÇÃO DAS PEÇAS DO PISO (A)  
PLANTA BAIXA COM A NUMERAÇÃO DAS TÁBUAS (B)

Não foram considerados as coberturas dos anexos, o forro, o piso e a divisória da cozinha. Foram excluídas peças rompidas, ou onde a ação dos martelos poderia gerar a desintegração do material, ou ainda em locais que oferecessem risco aos operadores.

As leituras foram realizadas na presença de três operadores, dois no manuseio do equipamento e um nas anotações. O martelo de impacto era acionado até calibragem; na seqüência três valores eram registrados (FIGURA 42).

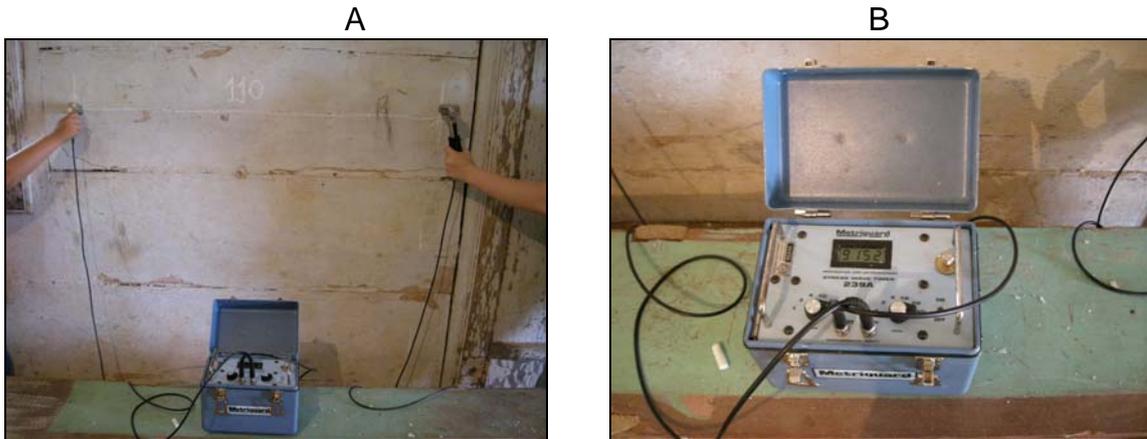


FIGURA 42 – EQUIPAMENTO *STRESS WAVE TIMER* (A)  
LEITURA EM MICRO SEGUNDOS (B)

Dois troncos da parede lateral direita (LAT-DIR-B4 e LAT-DIR-B5) situadas no térreo, local de fácil acesso, serviram de parâmetro, ou seja, para a calibragem do equipamento ao início de um novo dia de análise (FIGURA 43).

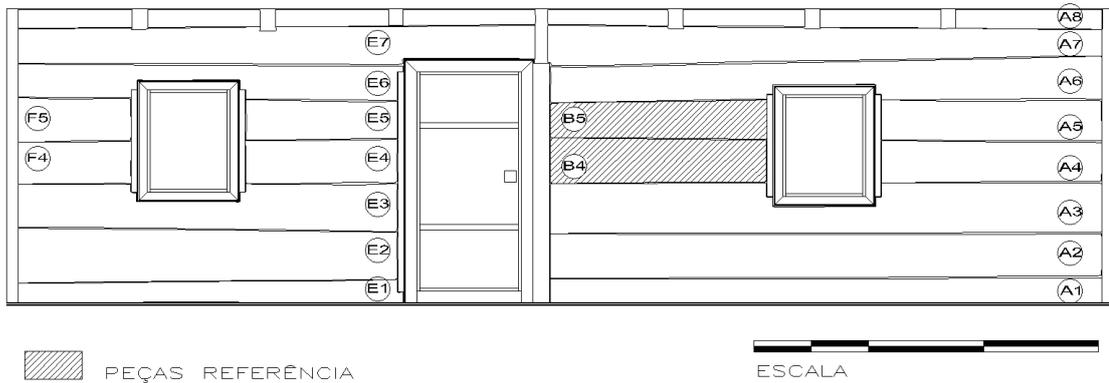


FIGURA 43 – ELEVÇÃO DIREITA INTERNA, PEÇAS DE REFERÊNCIA (LAT-DIR-B4 E LAT-DIR-B5)

O alcance de medição dos cabos do equipamento é de aproximadamente 5,50 metros lineares. Por este motivo as peças com medidas superiores, foram divididas em dois ou três trechos. Com o auxílio de escadas teve-se acesso as madeiras do telhado.

Nas Figuras 44 e 45, dispõe-se a representação gráfica das paredes, com a indicação da numeração e posição de cada tronco medido.



FIGURA 44 – ELEVAÇÃO LATERAL ESQUERDA INTERNA, LADO A (ESQUERDO) LADO B (DIREITO)

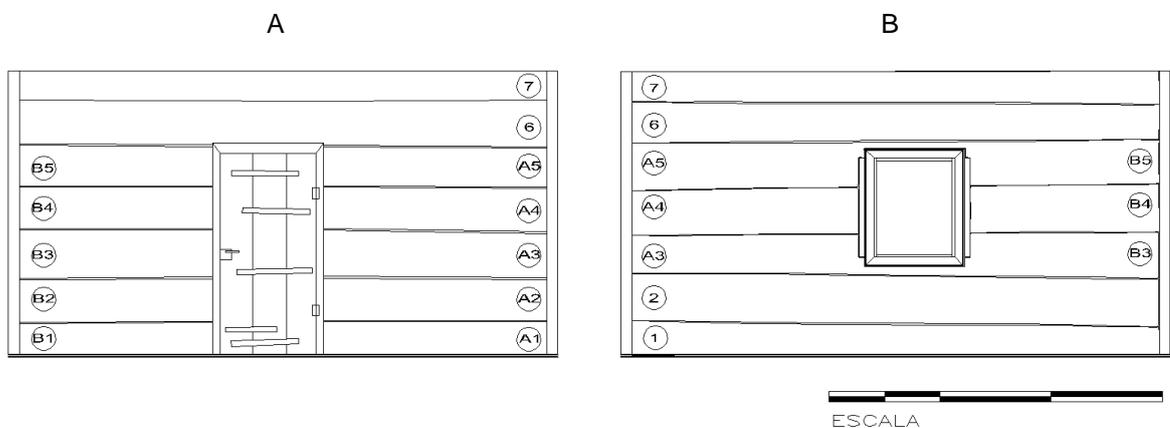


FIGURA 45 – ELEVAÇÃO FRONTAL INTERNA (A) ELEVAÇÃO FUNDOS - INTERNA (B)

### 3.6 CLASSES DE DETERIORAÇÃO

Para a obtenção das notas referentes às classes de deterioração foram utilizados os valores lidos no teste com o equipamento *Stress Wave Timer*. A média dos três valores (tempo) medidos foi empregada no cálculo da velocidade, em função do comprimento da peça (distância percorrida pela onda) por meio da seguinte fórmula:

$$v = d / t$$

onde:

v = velocidade da propagação da onda de tensão (m/s)

d = distância entre transdutores (m)

t = tempo de propagação (s)

O valor da velocidade informou a constituição interna do material: quanto maior a velocidade, mais íntegra encontrava-se a peça. Sendo possível a constatação das descontinuidades, dos vazios, da presença de nós e demais defeitos e degradações.

### 3.7 FICHA DE AVALIAÇÃO

A ficha de avaliação foi desenvolvida a partir da seleção de 27 elementos da edificação (ANEXO 9), considerando-se paredes internas, externas, pisos, embasamento, vigas e beirais (TABELA 3). Foram excluídas as peças de difícil acesso e os locais que incorriam em risco ao observador.

TABELA 3 – ELEMENTOS AVALIADOS

PAREDES															
Frente Externa			Lateral Esquerda Interna			Lateral Direita externa			Fundos Externa			Fundos Interna			
A1	B1	B4	A3	B3	B4	A1	E2	F5	A4	B4	A3	A4	B4	B5	
DEMAIS ELEMENTOS															
Base			Cachorro			Piso			Viga						
B1	B2	B4	FR3	LD1	LD7	A14	A17	A20	V1	V2	V8				

O teste partiu da verificação por 20 indivíduos, incluindo a avaliação não-destrutiva e a avaliação da autora, do estado de conservação da edificação (peças selecionadas) por meio da classificação por níveis de deterioração em notas de 0 a 3 (TABELA 4).

TABELA 4 – CLASSES DE DETERIORAÇÃO DA FICHA DE AVALIAÇÃO

Valor	Classes de deterioração	
0	Não deteriorada	Ótimo estado de conservação, não apresenta nenhum tipo de degradação.
1	Levemente deteriorada	Alterações leves e superficiais.
2	Deteriorada	Problemas aparentes. Ataque de insetos (perfurações, galerias, presença de excrementos), manchas, alteração da cor da madeira, fungos (bolores, podridões), defeitos (nós), rachaduras, tortuosidades etc. Presença ocasional de umidade.
3	Severamente deteriorada	Problemas graves. Presença dos agentes anteriormente citados em estágios avançados de degradação. Presença freqüente de umidade.

A ficha de avaliação continha a tabela das classes de deterioração com a descrição das características de cada classificação, a fim de serem observadas durante o processo de avaliação no local.

### 3.7.1 Aplicação da ficha

A aplicação da ficha caracterizou-se pela visita de 18 indivíduos ao local, onde analisaram o objeto de estudo e preencheram as fichas. Para as análises estatísticas, foi constituído o grupo-testemunha, a partir dos dados da autora com os dados da análise por ondas de tensão.

Entre os avaliadores estavam arquitetos, engenheiros, restauradores, designers, biólogos, estudantes e leigos; organizados em 6 grupos conforme a sua formação, experiência profissional, conhecimentos na área da madeira e restauração. Segue a descrição dos grupos:

Grupo-testemunha: autora e o *stress wave timer*.

Grupo A: Arquitetos, engenheiros, biólogos, com especialização em restauração e estudos na área de degradação da madeira.

Grupo B: Arquitetos, engenheiros, designers, pós-graduados em engenharia florestal - área Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, sem especialização na área de restauração.

Grupo C: Arquitetos com experiência e / ou especialização em restauração, sem estudos na área de tecnologia e degradação da madeira.

Grupo D: Arquitetos, sem especialização ou experiência em restauração. Sem estudos área tecnologia e degradação da madeira.

Grupo E: Estudantes do curso de biologia, engenharia florestal e engenharia industrial madeireira, sem especialização na área de restauração.

Grupo F: Avaliadores sem formação ou experiência em qualquer das áreas supracitadas.

No local, os elementos foram demarcados e uma explicação prévia apresentou as classes de deterioração e o modo de preenchimento da ficha. Livros e uma tabela com imagens e informações sobre degradação da madeira, foram disponibilizados, materiais de consulta e apoio à atividade (ANEXO 10).

### 3.8 ANÁLISE ESTÁTICA

Os valores obtidos da ficha de análise foram organizados em dados estatísticos a fim de obter conclusões válidas. O conjunto de dados fornecidos aos avaliadores compreendeu quatro possíveis notas, os quais obedecem a uma distribuição discreta.

A natureza classificatória da metodologia aplicada fez com que se utilizasse o teste não-paramétrico “Teste H de Kruskal-Wallis”, com a seguinte fórmula:

onde:	$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{N_j} - \frac{3(N+1)}{2}$
	<p>H = distribuição amostral</p> <p>k = número de amostras</p> <p>N = tamanho total</p> <p>R = postos das amostras</p>

Segundo Spiegel (1994, p. 8), “o teste *H* fornece um método não-paramétrico para a *análise da variância* para a classificação de um critério ou experimentos com um fator, podendo-se fazer generalizações”.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PESQUISA DO OBJETO

#### 4.1.1 Situação e implantação

A casa de troncos localiza-se na Colônia Murici a poucos quilômetros do centro do Município de São José dos Pinhais, entre as rodovias BR-277 e BR-376, nas proximidades do Aeroporto Internacional Afonso Pena.

Segundo o mapeamento visto na Figura 46, a edificação estaria situada entre os lotes 53 ao 72 do cadastro territorial de 1878.

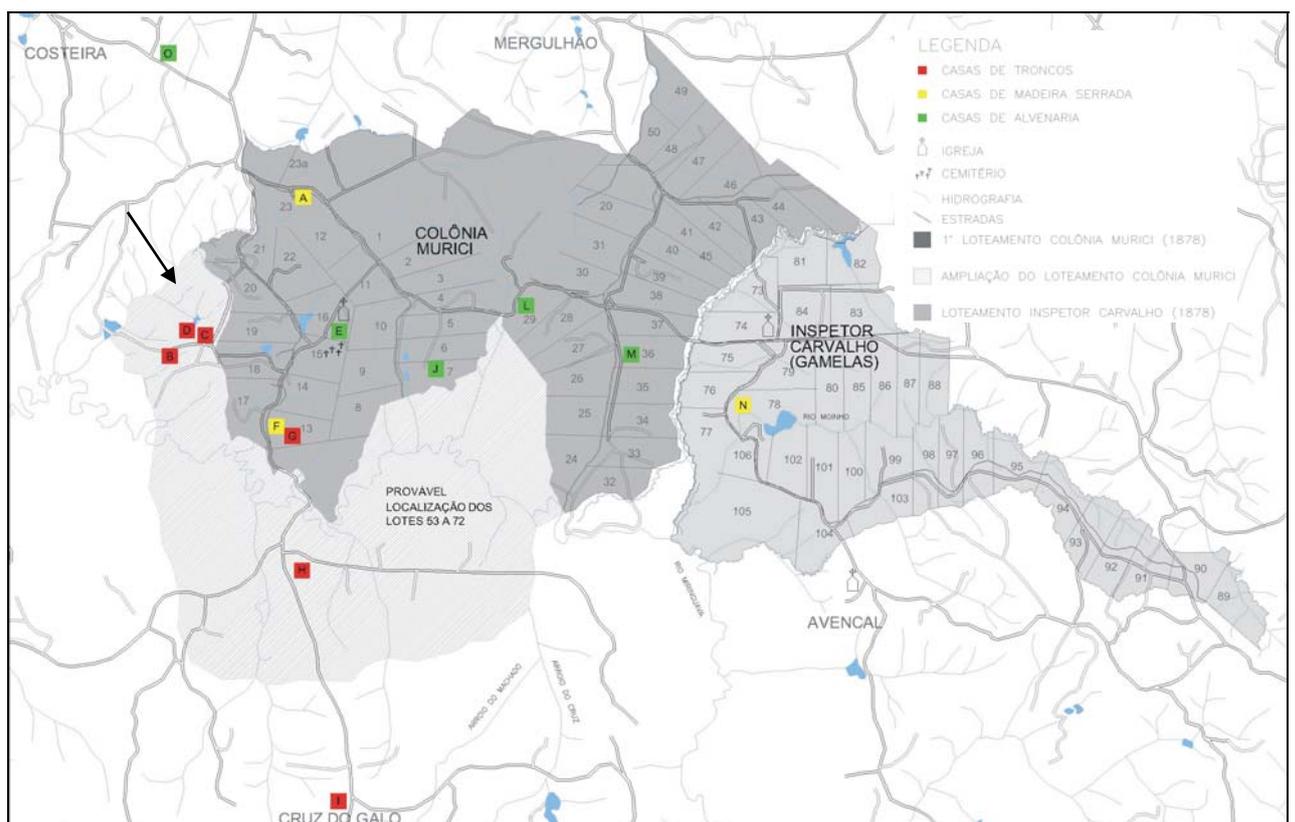


FIGURA 46 – MAPA ATUAL DO MUNICÍPIO SOBREPOSTO AO MAPA DAS ANTIGAS COLÔNIAS  
 FONTE: SILVA *et al.* (2007)

Observou-se a manutenção dos acessos originais à colônia, a ligação com a área urbana, a ligação com as colônias vizinhas bem como a proximidade da igreja, da escola e da casa paroquial. A seta na Figura 46 indica a posição da casa

Grochocki e em vermelho alguns dos remanescentes das casas de troncos existentes no Estado.

O lote em estudo apresenta área total de 21.469,79 m<sup>2</sup>, constituindo-se de um polígono irregular oriundo da subdivisão de área familiar de 232.577,13 m<sup>2</sup>.

A gleba da família Grochocki inclui uma grande área de lavoura. Além da casa configuram outros elementos construídos os abrigos (anexos), o paiol, o poço, o forno e a edificação de alvenaria, residência atual da família (FIGURAS 47 e 48).

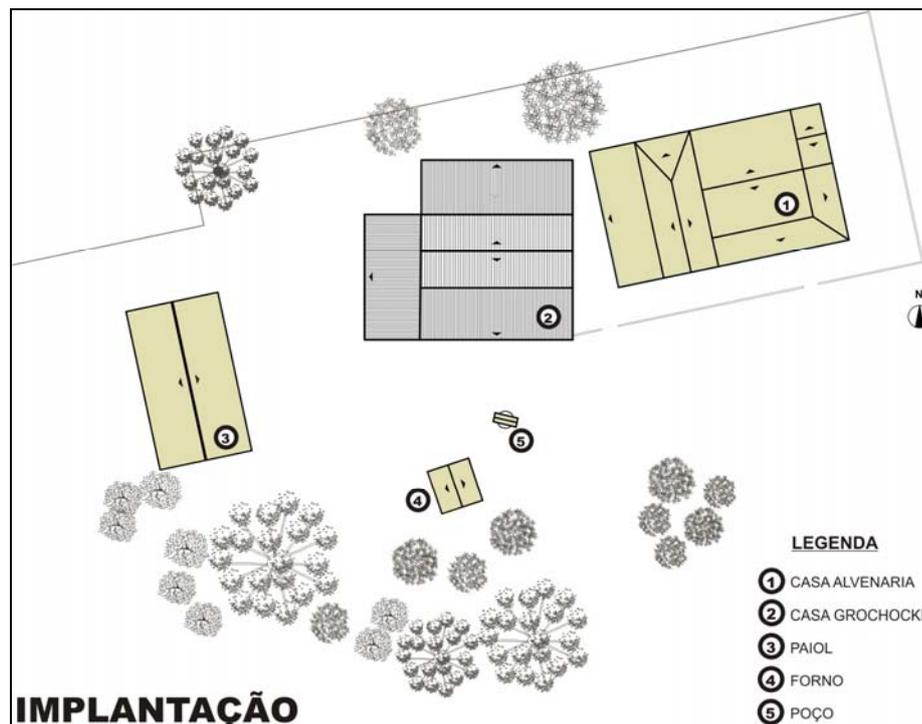


FIGURA 47 – LEVANTAMENTO ARQUITETÔNICO – IMPLANTAÇÃO  
 FONTE: SILVA *et al.* (2007)



FIGURA 48 – VISTA PANORÂMICA, A ESQUERDA O PAIOL, AO CENTRO A CASA GROCHOCKI E O POÇO; À DIREITA O FORNO  
 FONTE: SILVA *et al.* (2007)

A família mantém a agricultura como principal fonte de renda. A lavoura fica próxima à morada, proveniente da disposição estabelecida no passado; a relação casa – trabalho faz-se presente na configuração atual. O forno é ainda utilizado bem como o poço.

#### 4.1.2 Pesquisa histórica

A edificação foi residência da família Grochocki no início do século XX, e atualmente se encontra desocupada. Existe o entalhe na viga superior na parte central da casa com a data de 1910 (FIGURA 49). A inscrição segue a tradição, que ditava manter a data da construção ou os sinais cristãos como símbolo de sorte e fé, o que comprova o ano de sua construção.



FIGURA 49 – ENTALHE DE 1910, ANO DE CONSTRUÇÃO DA CASA  
FONTE: SILVA *et al.* (2007)

Data de 1941, segundo o depoimento de Ladislau Grochocki, a compra das terras que inicialmente teriam pertencido à família Lipinski. Seu pai Francisco Grochocki por época do matrimônio com Joana (1941) teria construído a cozinha de alvenaria e realizado uma pequena reforma, com a pintura das paredes de troncos. A cobertura da lateral direita, que servia como abrigo das carroças, também foi construída neste período.

O casal morava com seus dez filhos até 1955, quando ao lado, uma nova moradia foi construída. Ladislau conta que, na casa nova, dormiam as meninas e os pais; na casa de troncos, durante algum tempo, os meninos. Parte da produção agrícola, incluindo algumas verduras, era armazenada na casa de troncos, espalhadas no sótão até que uma condução as transportasse à cidade. O paiol dos fundos abrigava a criação, os equipamentos agrícolas, o milho e o feijão.

A cobertura dos fundos foi executada por seu irmão na década de 1970, um abrigo para o caminhão; e em 1972, a casa voltou a ser habitada, ano do casamento de Ladislau e Gertrude Grebogi. Por ocasião, uma obra de manutenção foi realizada consistindo da caiação das paredes, revisão do telhado e a construção de uma

divisória de madeira serrada.

Tempos depois, na década de 1980, Ladislau lembra como a data da instalação da luz elétrica na casa de troncos. Neste período, ele, sua mulher e filhos passaram a residir na casa de alvenaria construída aos fundos, deixando novamente o local para depósito. A casa servia também às reuniões e às festas familiares. Durante a entrevista, ele rememorou as dificuldades e a rigidez daqueles tempos, mas sorriu da lembrança da família reunida em torno do fogão à lenha e da deliciosa broa feita pela mãe.

A divisão das terras de Francisco foi em 1989; a casa de troncos e o lote 03 foram herdados por Ana Grochocki Moro, irmã de Ladislau, ficando os demais irmãos com as áreas circunvizinhas. Ana Bernadete, sua filha mais velha, reformou a casa dos avôs em 2003, mudando-se para o local. Na casa de troncos, teve que intervir no telhado e no oitão, dado o estado avançado de deterioração. Acrescentou uma janela no oitão e substituiu alguns caibros da cobertura do anexo lateral. Em 2006, adquiriu por fim a propriedade de sua tia.

Não constam informações de remoções ou relocalações dos troncos das paredes, assim como, dos caibros do telhado central ou das tábuas dos pisos, possuindo a casa polonesa, diversos elementos originais em sua constituição.

#### 4.1.3 Arquitetura e tecnologia construtiva

Trata-se de uma construção de troncos de pinho constituída por um corpo principal e acréscimo lateral em alvenaria (FIGURA 50).



FIGURA 50 – PERSPECTIVA DA CASA DE TRONCOS, CORPO PRINCIPAL E COZINHA LATERAL  
FONTE: SILVA ET AL. (2007)

A edificação não sofreu grandes modificações, somente pinturas e alguns reparos ao longo dos anos. O programa constituía-se de cozinha, dois dormitórios, depósito (banho) e sótão (FIGURA 51). Havia uma divisão e uma abertura de duas folhas a qual separava o corpo principal em dois quartos, do casal e dos filhos.

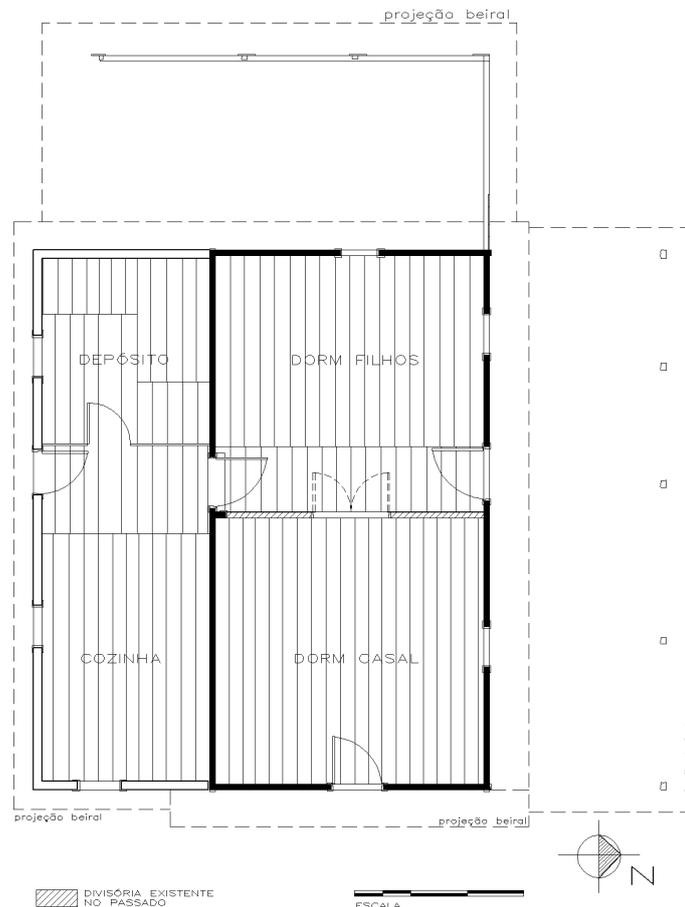


FIGURA 51 – PLANTA BAIXA, COM A DIVISÃO INTERNA E A INDICAÇÃO DA PAREDE INEXISTENTE  
 FONTE: SILVA ET AL. (2007)

A planta é retangular com 8,07 metros de frente (3,12 metros de alvenaria e 4,95 metros de madeira). Com o comprimento de 9,65 metros até os fundos. O pé direito é de 2,60 metros e a cumeeira alcança 5,65 metros de altura (FIGURA 52). A planta acompanha o esquema descrito por Valentini (1982, p. 30);

É desenvolvida num retângulo e obedece a um esquema fechado e rígido, com flexibilidade na divisão interna em função do número de quartos. Quando, como resultado de ampliação ou evolução do partido, a cozinha passa a ser contígua a planta tende ao aquadramento.

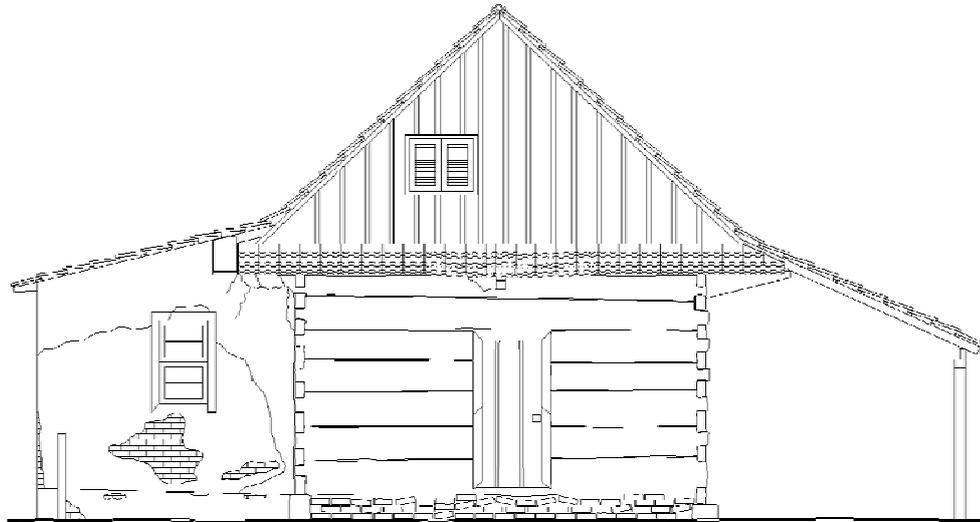


FIGURA 52 – ELEVAÇÃO FRONTAL (NORDESTE)  
 FONTE: SILVA *et al.* (2007)

A entrada principal dava-se pela cozinha (FIGURA 53). Neste local, situam-se o fogão à lenha e a pia; e em frente no pátio, o forno. Uma divisão interna de tábuas (mata-junta) levava ao depósito, assim como a escada de acesso ao sótão. O local servia para armazenar os mantimentos, além de área destinada aos banhos. Não existem instalações hidráulicas em funcionamento, somente algumas tubulações remanescentes nas paredes de alvenaria; as “casinhas de madeira eram instaladas separadamente da casa”. No passado, havia uma caixa d’água no sótão, a qual abastecia a cozinha. Três pontos de luz fazem parte das atuais instalações elétricas.



FIGURA 53 – ENTRADA PRINCIPAL PELA COZINHA, ANEXO DE ALVENARIA  
 FONTE: HOLTMAN (2005)

Não são comuns as pinturas murais ou outros tipos de elementos decorativos em casas de troncos. A descrição dos elementos da arquitetura segue a seqüência ascendente da imagem (FIGURA 54).

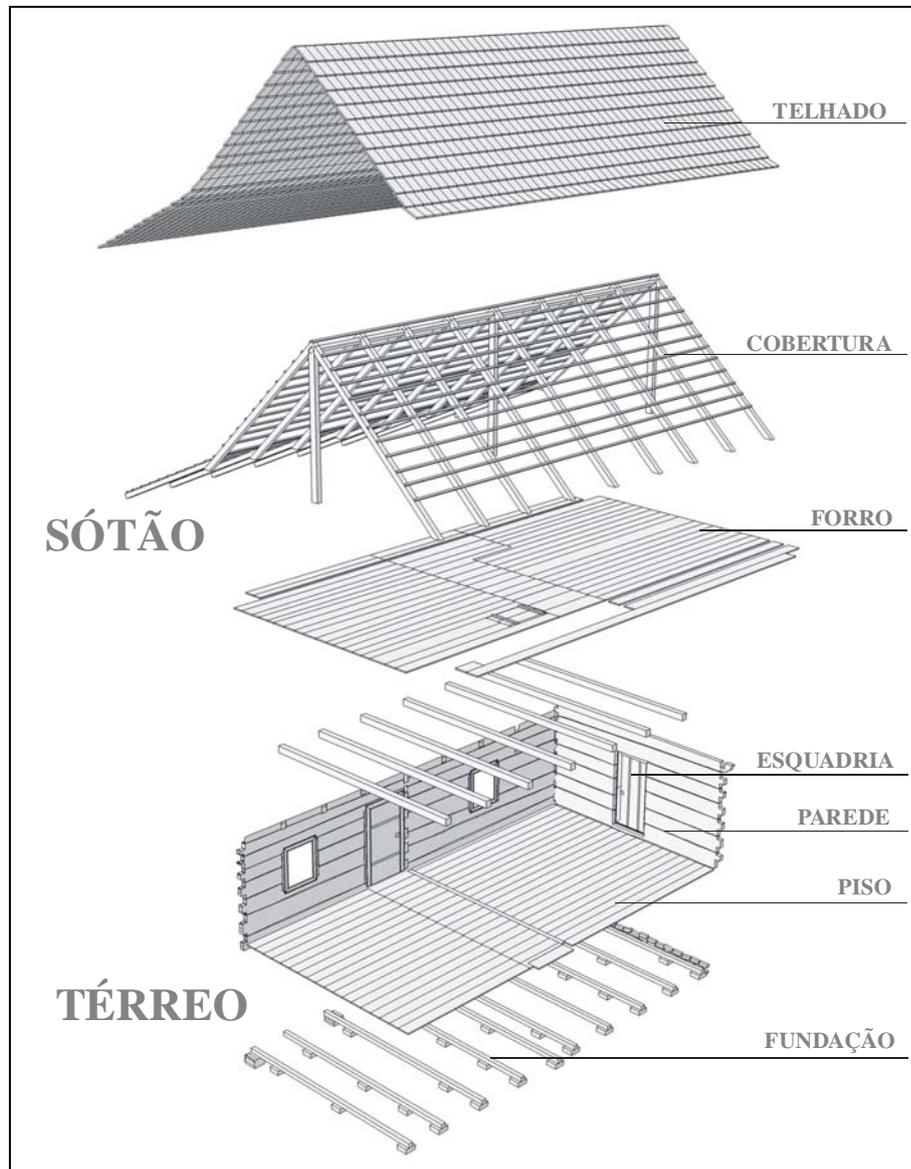


FIGURA 54 – SEÇÃO DA VOLUMETRIA – ELEMENTOS DA ARQUITETURA  
 FONTE: SILVA *et al.* (2007)

#### a) Fundação

A casa de toras dista em média 0,20 metros do solo, apoiado nas quatro extremidades por toras de aproximadamente 0,30 metros de diâmetro, além de possuir mais dois apoios intermediários. A área de alvenaria possui aterro e as

paredes se apóiam sobre o embasamento contínuo de pedra; uma fiada de tijolos de dois furos assentados transversalmente sobressai do alinhamento das paredes. Este embasamento tem altura variável, devido ao desnível do terreno (FIGURA 55).

#### b) Piso

O piso foi realizado em tábuas de madeira sem revestimento, com espessura de 0,03m e largura em torno de 0,25m. No térreo foi pregado a caibros espaçados de 1,03 a 1,15 metros, apoiados diretamente no solo. No sótão foi pregado sobre as vigas superiores (FIGURA 56).

#### c) Paredes

As paredes são constituídas por troncos de madeiras falquejadas e encaixadas nas extremidades (FIGURA 57). A seção transversal ao longo da tora não é uniforme. Apresentam medidas variadas na média de 0,10 x 0,40 metros; com o comprimento chegando aos 10 metros. Tanto interna como externamente, as paredes receberam pintura a cal; em alguns pontos percebe-se a presença de uma fina camada de massa. O vão entre as toras foi preenchido com argamassa de cal e areia; resquícios de uma massa preparada com argila e matéria vegetal também foram encontrados.

#### d) Esquadrias

As portas são de uma folha, constituídas de duas ou três tábuas fixadas por ripas na parte interna. Variam de 0,71 a 0,91 metros de largura e em média 1,90 (metros) de altura. Possuem ferragens além de maçanetas; algumas delas, peças originais. Das janelas restaram somente o vão e as vistas (FIGURA 58). No lado da alvenaria, duas janelas de madeira permanecem, uma delas com vidros.

#### e) Forro

Sobre a área de alvenaria foi realizado forro de tábuas serradas (mata-junta), no vão central as tábuas estão justapostas com junta seca, estas por sua vez constituem o assoalho do sótão, e este não apresenta forro. Ambos receberam pintura a cal na superfície inferior (FIGURA 59).

#### f) Cobertura

A estrutura da cobertura é composta por caibros e uma peça central (cumeeira) sustentada por 3 pilares. Os caibros apóiam-se na cumeeira e nas tábuas do nível do piso do sótão escoradas nos cachorros (continuação das vigas internas). Eles recebem as ripas e estas as telhas cerâmicas, do tipo francesa. Os caibros apresentam seção transversal irregular (0,09 x 0,10 metros medida aproximada); são peças falquejadas e distam em média 1,10 metros uma das outras (FIGURA 60). Não existem pregos, as peças firmam-se somente por encaixes.

#### g) Telhado

A casa possui seis águas de telhados com diferentes inclinações. Originalmente possuía três águas, duas na planta principal e a terceira na lateral esquerda – cozinha, além de dois pequenos telhados que protegiam as paredes da fachada frontal e a dos fundos. Posteriormente foram acrescentados os telhados: do fundo e o da lateral direita. Os telhados apresentam beirais sem calhas ou rufos (FIGURA 61 e 62).

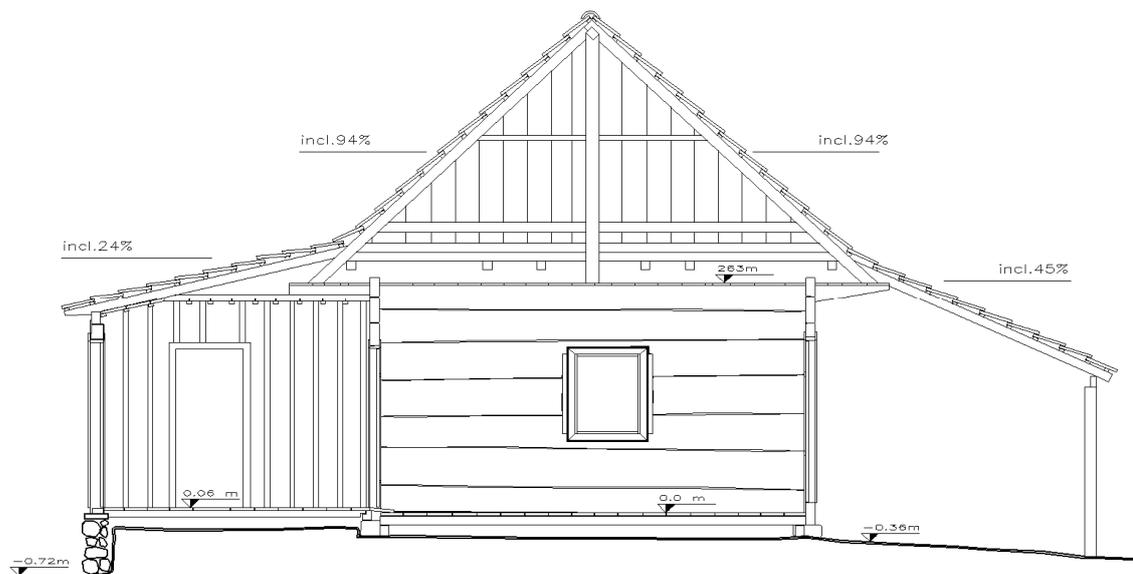


FIGURA 61 – CORTE TRANSVERSAL, TELHADOS E INCLINAÇÕES  
 FONTE: SILVA *et al.* (2007)

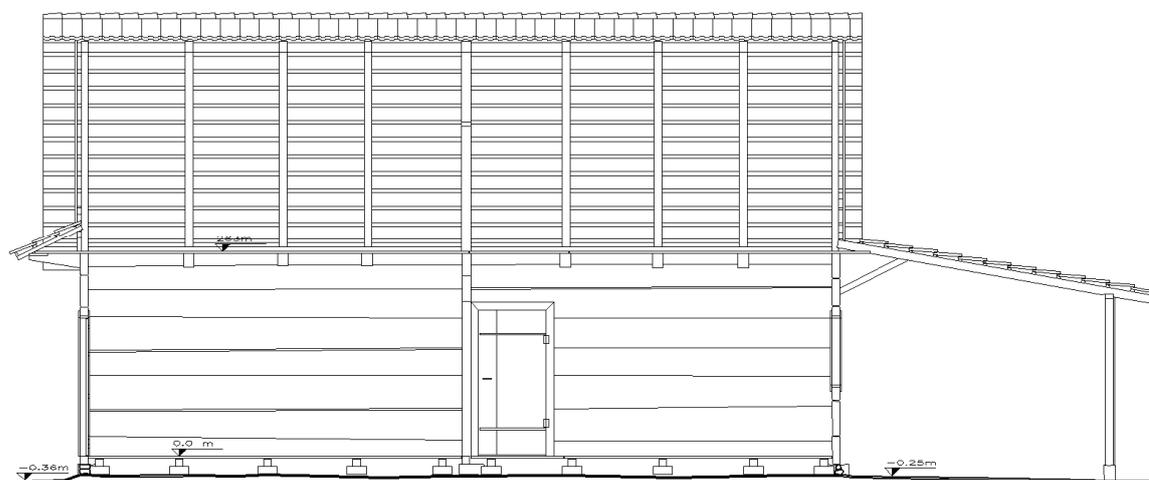


FIGURA 62 – CORTE LONGITUDINAL, ESTRUTURA DA COBERTURA  
 FONTE: SILVA *et al.* (2007)

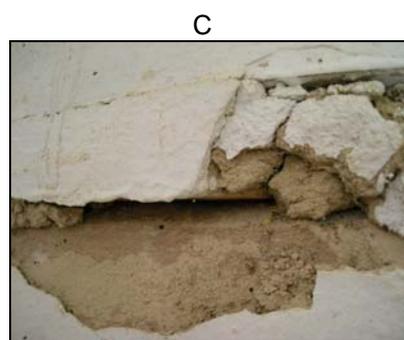
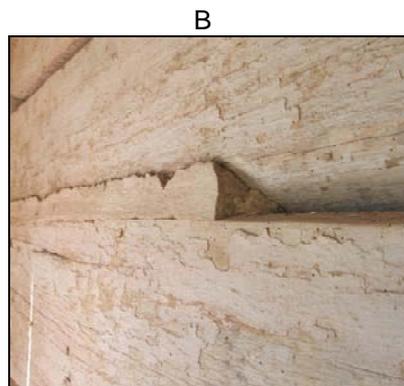


FIGURA 57 – PAREDES DE TORAS ENCAIXADAS (A) PREENCHIMENTO DOS VÃOS (B) ARGAMASSA DE MATÉRIA VEGETAL (C)



FIGURA 56 – PISO TÉRREO (A) PISO SOTÃO (B)

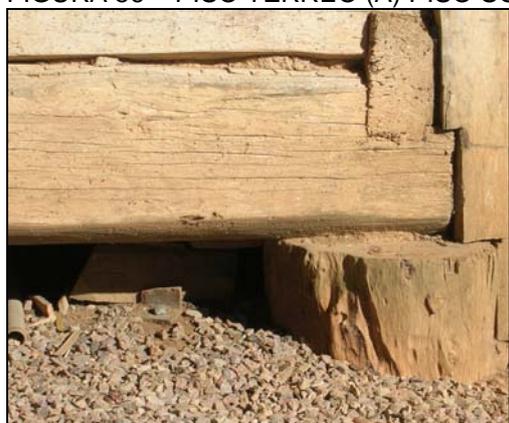


FIGURA 55 - BASE DE TRONCOS (A) DE PEDRAS (B)  
 FONTE: FIG.57 - HOLTMAN (2005)  
 DEMAIS - SILVA ET AL. (2007)

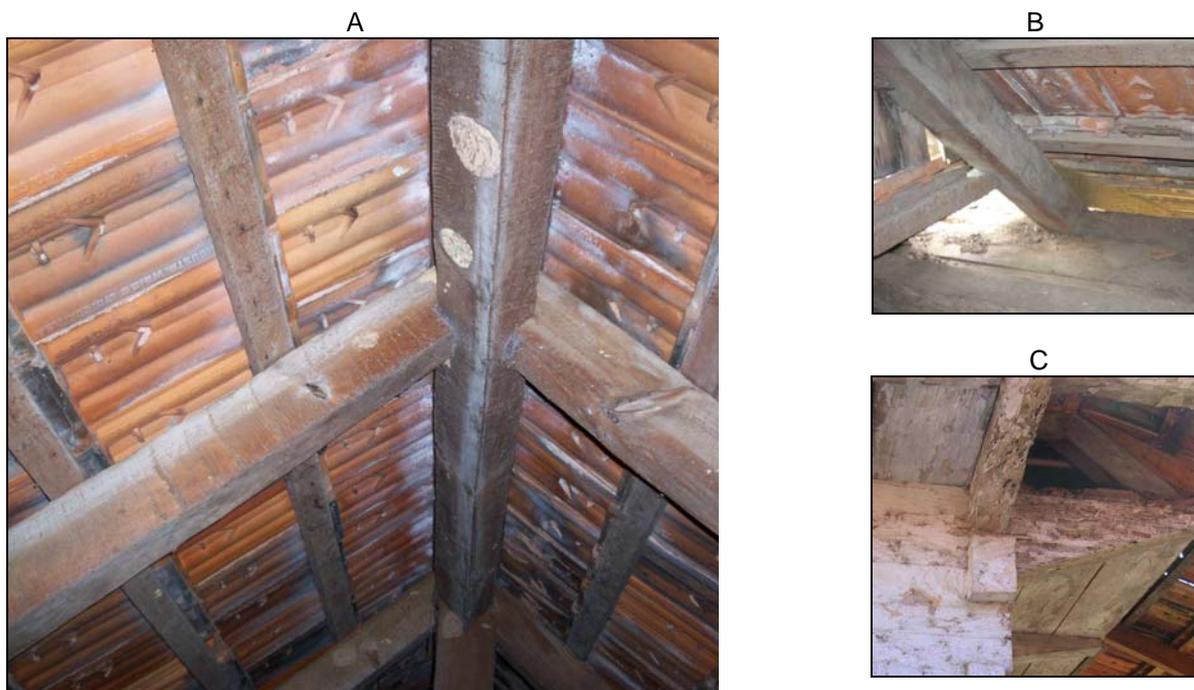


FIGURA 60 – COBERTURA VÃO CENTRAL (A)  
APOIO LATERAL SUPERIOR (B) CACHORRO  
INFERIOR (C)



FIGURA 59 – FORRO DE TÁBUAS, MATA-JUNTA (A) JUSTAPOSTAS (B)

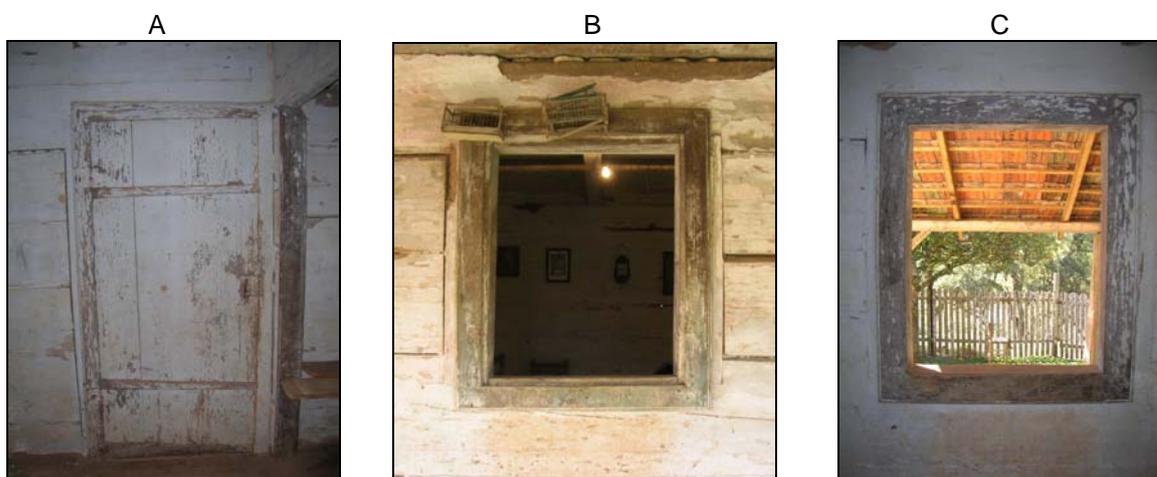


FIGURA 58 – PORTA (A)  
VÃO DA JANELA EXTERNO (B) INTERNO (A)

## 4.2 IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE LENHOSA

A análise da madeira fundamentou-se na pesquisa histórica, bem como nas fontes bibliográficas que descrevem a ocorrência da araucária na região. A maioria dos bens imóveis da região foi realizada a partir da espécie *Araucaria angustifolia*.

Por análise visual foram identificados alguns aspectos macroscópicos da espécie, como a grã, a textura, a coloração e os nós verticilados. Verificou-se como mostra a Figura 63, a partir do tronco da parede frontal sem o revestimento, a presença dos nós verticilados com distância média aproximada de 60 em 60 centímetros. Esta característica foi também evidenciada nas tábuas do piso, nos caibros e em muitas peças das paredes de troncos (FIGURA 64).



FIGURA 63 – ELEVAÇÃO EXTERNA, NÓS SOB O REVESTIMENTO



FIGURA 64 – NÓS VERTICILADOS EM CAIBRO DA COBERTURA

O resultado da metodologia de limpeza empregada mostra um corte radial – longitudinal do tronco (FIGURA 65). São evidentes as camadas de crescimento com o lenho inicial mais claro e o tardio mais escuro, fator que caracteriza a família das gimnospermas. Em 3 centímetros foram contados 15 anéis de crescimento. Teria

que ser retirado todo o revestimento e uma análise mais aprofundada de toda a seção do tronco; no entanto, conclui-se tratar-se de uma conífera centenária.



FIGURA 65 – RESULTADO DA METODOLOGIA EMPREGADA EM TRONCO DA PAREDE INTERNA

Outro fator importante é a coloração da amostra: as gimnospermas caracterizam-se por cores mais claras em tons amarelos. Em comparação ao pinus de cor amarelo palha, a araucária apresenta a coloração de tom rosado, o que se torna mais distinto em madeiras antigas, bem diferentes dos tons marrons e escuros das madeiras tropicais.

Da amostra 1, por análise microscópica, a partir da seção longitudinal – radial, pôde-se constatar alguns dos constituintes da estrutura anatômica. Entre eles, o arranjo vertical das fibras alongadas e os raios em faixas horizontais perpendiculares, em estrutura mais simplificada e característica da espécie (FIGURA 66).

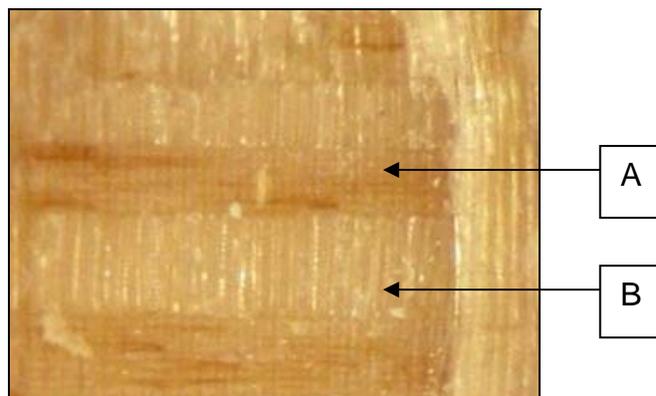


FIGURA 66 – AMOSTRA 1, CORTE LONGITUDINAL RADIAL, RAIOS (A) TRAQUEÍDEOS (B)

### 4.3 ESTADO DE CONSERVAÇÃO

As causas da degradação ocorreram principalmente pela ação dos agentes climáticos. Na avaliação do estado de conservação da casa, nas partes externas observou-se deterioração mais intensa. A ação da umidade, proveniente das chuvas intensificaram a deterioração das paredes externas principalmente das toras próximas do solo. Nas paredes externas associam-se ainda à degradação pelo efeito *weathering* (mau do tempo), a degradação biológica e a degradação mecânica.

Os toretes da base não são de araucária e, segundo informação dos proprietários e do aspecto macroscópico da madeira, possivelmente sejam de aroeira (*Schinus terebinthifolius*). Por serem de madeira de elevada resistência, os toretes apresentaram algumas perfurações, líquens e mínima alteração por insetos. As peças localizadas na elevação frontal apresentaram perfuração no centro, porém mantêm seção razoável de apoio às paredes (FIGURA 67).

As aberturas (portas e janelas) estavam descascadas, apresentando tortuosidades, tábuas soltas e perfurações por insetos. Lesões nas extremidades inferiores e rachaduras eram evidentes na porta externa da cozinha e na porta da elevação frontal (FIGURA 68).

Observou-se no piso do térreo, marcas, manchas e o desgaste mecânico, nos locais de maior passagem. Observou-se também a interferência dos agentes biológicos, com os furos de saída e galerias deixadas por insetos; e alguns focos com perda de material, localizados nas proximidades dos acessos externos (FIGURA 69).

O piso da cozinha encontrava-se em péssimo estado de conservação onde boa parte do material já se perdeu, assim como os caibros da base e do forro. O comprometimento do telhado gerou infiltrações e outros danos, tornando-a uma área de risco o que impediu a realização de outras análises.

Os ventos predominantes (Sudeste) e as chuvas incidem com maior intensidade sobre a elevação frontal. Aliadas a estes ventos, uma falha na cobertura e a presença de umidade constante tornaram a área interna também deteriorada.

Externamente, ocorreu a perda da pintura, o efeito *weathering*, as

fissurações e a degradação por insetos. Nos encaixes de posição vulnerável, seu desenho favorece a concentração de umidade e a ação dos agentes biológicos. São locais de elevada deterioração e perda de material (FIGURA 70) (ver a relação dos agentes degradadores no capítulo 4.4 Mapeamento).

Em geral, as paredes internas encontravam-se em bom estado de conservação, aparentemente preservadas sob a camada de revestimento. Apresentavam fissuras no sentido das fibras e perda do revestimento e do rejunte entre alguns troncos. A retirada da camada externa comprovou a presença de coleópteros, sob o sinal das perfurações de saída, excrementos e galerias. As deteriorações intensas são pontuais, como a ocorrência de fungos de podridão parda na parede frontal, mais fácil de serem analisadas no mapeamento (FIGURA 71 e 72).

As fissuras fisiológicas de contração distinguem-se segundo Tampone (1996, p. 133), por serem congruentes às fibras da madeira e haver aspecto “natural”, à diferença das rachaduras em geral, independente do sentido das fibras, sinal incontestável de rompimento e simultaneamente da presença de outras lesões.

Os encontros de telhados e as mudanças de inclinação são locais propícios à deterioração, devido à infiltração das águas das chuvas. Tampone (1996, p. 227) indica como sendo esta a primeira etapa da inspeção e a atenção voltada às alterações vistas do externo, devendo a inspeção estender-se aos encaixes e junções da estrutura das coberturas, em pontos não-visíveis.

Não foi observada desordem ou descontinuidade nas águas dos telhados da área principal da casa de toras, nem telhas faltantes, já que a sujidade e presença de líquens são deteriorações comuns às cerâmicas antigas. Não foram detectadas infiltrações ou manchas de umidade nas madeiras na área central do piso superior. Os pilares que sustentam a cumeeira e os caibros apresentaram defeitos por nós, sendo a degradação biológica é menos freqüente (FIGURA 73). Da mesma forma, as vigas e o assoalho do sótão nesta área também estavam em bom estado de conservação.

Os oitões, tanto o frontal como o posterior, perderam a tinta, adquirindo coloração acinzentada externamente. Observou-se manchas, nós, erosão e o

efeito *Weathering*, além de fissurações. A umidade provocou abaloamentos das ripas (mata-junta) (FIGURA 74).

Deformações foram percebidas no manto que cobre a cozinha e na junção com a água que cobre a casa de toras, além do pequeno telhado que cobre a elevação frontal (FIGURA 75 e 76). A umidade constante nestes locais provocou lesões mais graves como rompimento de peça do telhado e das tábuas do piso do sótão (degradação mecânica) (FIGURA 77). A degradação física e a degradação por fungos e insetos (degradação biológica) são também intensas, encontradas nos cachorros e demais elementos, principalmente os não protegidos (FIGURA 78).

O estado de conservação da edificação analisada era razoável. Em geral, as degradações ocorreram de forma pontual. As deteriorações intensas caracterizam-se por locais de elevada umidade, a causa de infiltrações e demais agentes climáticos. Nestes locais, associam-se ainda, a deterioração por agentes biológicos que por vezes levam às lesões do material (degradação mecânica).



FIGURA 71 – ESTADO DA PAREDE INTERNA

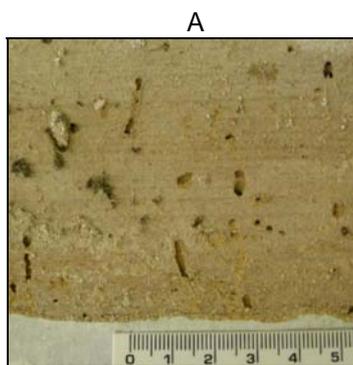


FIGURA 72– GALERIAS DE ANOBÍDEOS (A) FUNGO DE PODRIDÃO PARDA (B)

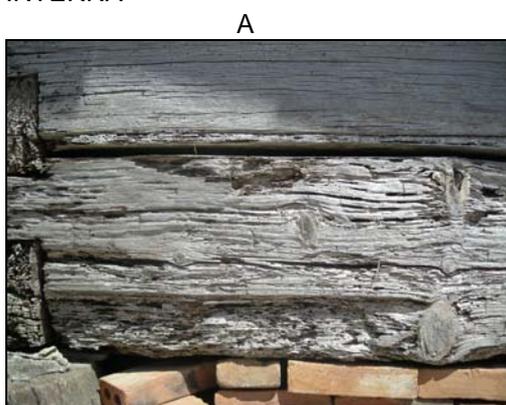


FIGURA 70 – DEGRADAÇÃO DA PAREDE FRONTAL EXTERNA (A) DEGRADAÇÃO DOS ENCAIXES (B)

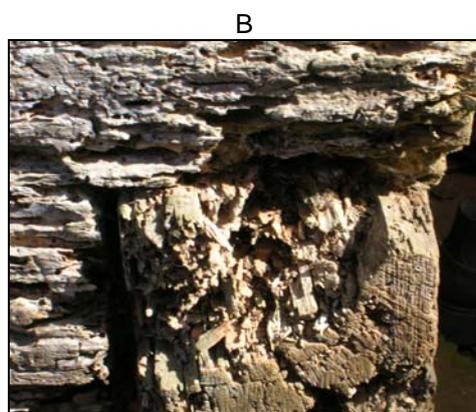


FIGURA 69 – PISO DESGASTE MECÂNICO (A) MANCHAS (B)

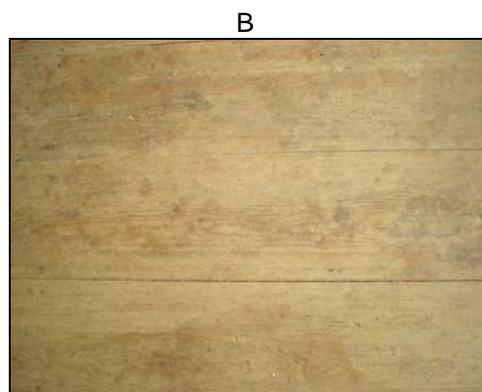


FIGURA 68 – PORTA E ÁREA DE ACESSO DETERIORADA



FIGURA 67 – TORETE DA BASE PERFURAÇÃO E LÍQUENS

A



FIGURA 73 – COBERTURA DO VÃO CENTRAL (A)  
PRESENÇA DE NÓ ALIFORME NO CAIBRO (B)

B



FIGURA 74 – DETERIORAÇÃO  
DO OITÃO



FIGURA 75 – DEFORMAÇÕES NOS ENCONTROS  
DOS TELHADOS



FIGURA 77 – ROMPIMENTO DE  
PEÇA



FIGURA 76 – COBERTURAS, VISTA INFERIOR



FIGURA 78 – CACHORROS  
INTENSAMENTE DETERIORADOS

As imagens ampliadas na Figura 79 mostram o resultado da degradação física dos troncos das elevações externas sem a proteção dos telhados. As chuvas, os ventos, os raios solares e a poluição segundo Liotta (1998, p. 12), alteram a constituição celular, além de provocarem a coloração acinzentada da madeira exposta por muito tempo. Nota-se a partir da amostra 2, por análise microscópica, o desfibramento do material, além da formação de trincas, o que favorece a infestação por insetos.

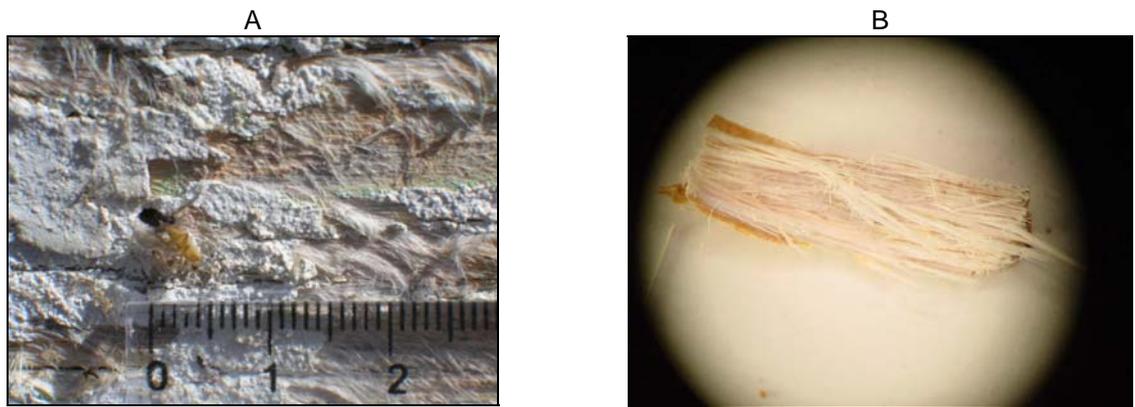


FIGURA 79 – DEGRADAÇÃO FÍSICA (A) AMOSTRA 2, DESFIBRAMENTO DO MATERIAL (B)

As alterações climáticas determinam ainda a perda da camada externa da madeira, visto na Figura 80 da elevação externa, deixando aparentes as galerias produzidas pelas larvas dos insetos. Destaca-se neste caso a redução do material, a diminuição da seção resistente ou a destruição completa da peça.



FIGURA 80 – PERFURAÇÕES E GALERIAS DE ANOBÍDIOS (A)  
PEÇA INTENSAMENTE DETERIORADA POR TÉRMITAS (B)

Segundo Tampone (1996, p. 218), sob o perfil estrutural, os danos provocados pelos insetos consistem em uma subtração do material e uma efetiva diminuição da seção resistente às solicitações mecânicas. O problema concreto

consiste na necessidade de determinar a extensão do ataque biótico e a magnitude residual da peça à sua função estrutural.

#### 4.3.1 Identificação dos insetos

Foram identificadas as seguintes ordens de insetos xilófagos: Coleoptera e Isoptera. Outros grupos não relevantes quanto à degradação da madeira também foram identificados, tais como Diptera, Hemiptera, Anellida e Arachnida.

Ressalta-se a presença de furos de saída, galerias e resíduos em grande extensão na edificação em estudo, o que caracteriza visualmente a agressão da ordem Coleoptera. Os furos de saída em maior quantidade nas bordas dos troncos em seção transversal caracterizam a presença dos anobídeos no alburno, região mais suscetível. Sob a camada do revestimento ou no piso onde a película externa da madeira foi perdida, foram evidenciadas as galerias.

A micro-amostra confirmou a presença desta família e por meio da análise microscópica, com a ocular de maior aumento observou-se o desenho das galerias e a forma peculiar dos resíduos (FIGURA 81).

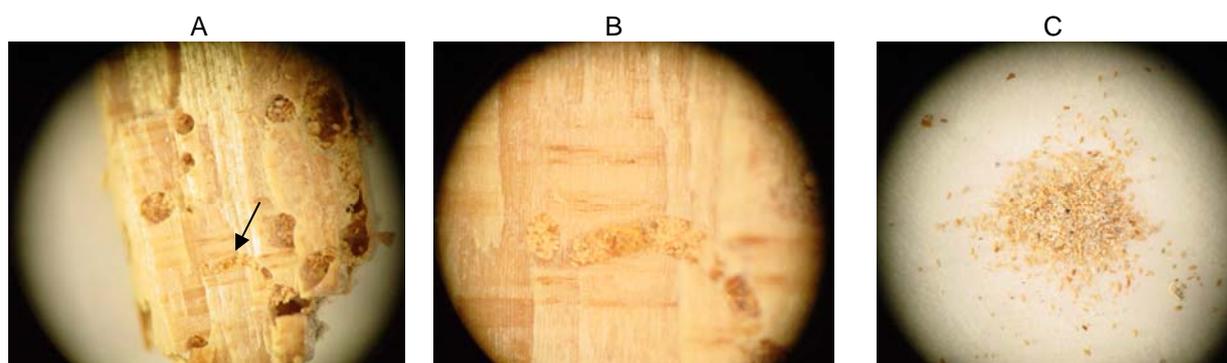


FIGURA 81 – AMOSTRA 1 (A) GALERIA AMPLIADA POR MICROSCÓPIO 5X (B)  
RESÍDUO DO ANODÍDEO (C)  
FONTE: LABORATÓRIO DE SISTEMÁTICA E BIOECOLOGIA DE COLEOPTERA  
(INSECTA), 2008

Os térmitas (Isoptera, Insecta) são muito comuns em construções de pinheiros, pois as características da espécie vegetal favorecem o assédio. O resíduo apresentado na Figura 82 foi encontrado na área externa em tronco da parede frontal. A forma das galerias e dos resíduos caracteriza esta infestação. As galerias são mais lisas e lineares

(no sentido das fibras da madeira) e o excremento granular disforme, aspectos diferenciados do ataque por coleópteros.

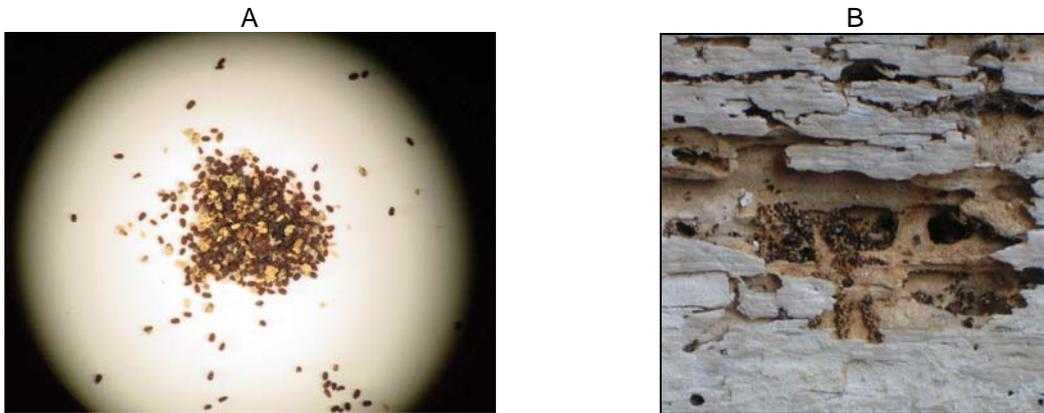


FIGURA 82 – RESÍDUO GRANULAR DISFORME (A) GALÉRIAS ELABORADAS DE CUPINS (B)  
 FONTE: LAB. DE SISTEMÁTICA E BIOECOLOGIA DE COLEOPTERA (INSECTA)  
 (2008)

Também na elevação frontal externa, próximo da galeria acima caracterizada, um cupim alado da ordem Isoptera foi encontrado (FIGURA 83).



FIGURA 83 – INSETO RETIRADO DA ELEVAÇÃO FRONTAL EXTERNA (A) INSETO ALADO DA  
 ORDEM ISOPTERA (B)

Para a coleta de adultos e larvas de famílias da Ordem Isoptera seriam necessários cortes de maiores extensões em diferentes locais da edificação histórica, procedimento contraditório às ações de preservação do patrimônio.

Das espécies coletadas (Ordem Coleoptera) duas foram identificadas, sem, no entanto, haver interesse à deterioração das madeiras o *Lasioderma serricorne* (besouro do fumo) e o *Sitophilus* sp. Segundo o professor ROSADO (2008), o *Sitophilus* sp., não é deteriorador da madeira, sua alimentação baseia-se no consumo de cereais e grãos armazenados, encontrado também em lavouras. Justifica-se a sua presença uma vez

que a edificação esta inserida em meio agrícola e foi por muitos anos utilizados como depósito (FIGURA 84).



FIGURA 84 – *Lasioderma serricorne* (A) *Sitophilus* sp. (B)  
FONTE: LABORATÓRIO DE SISTEMÁTICA E BIOECOLOGIA  
DE COLEOPTERA (INSECTA)<sup>14</sup> (2008)

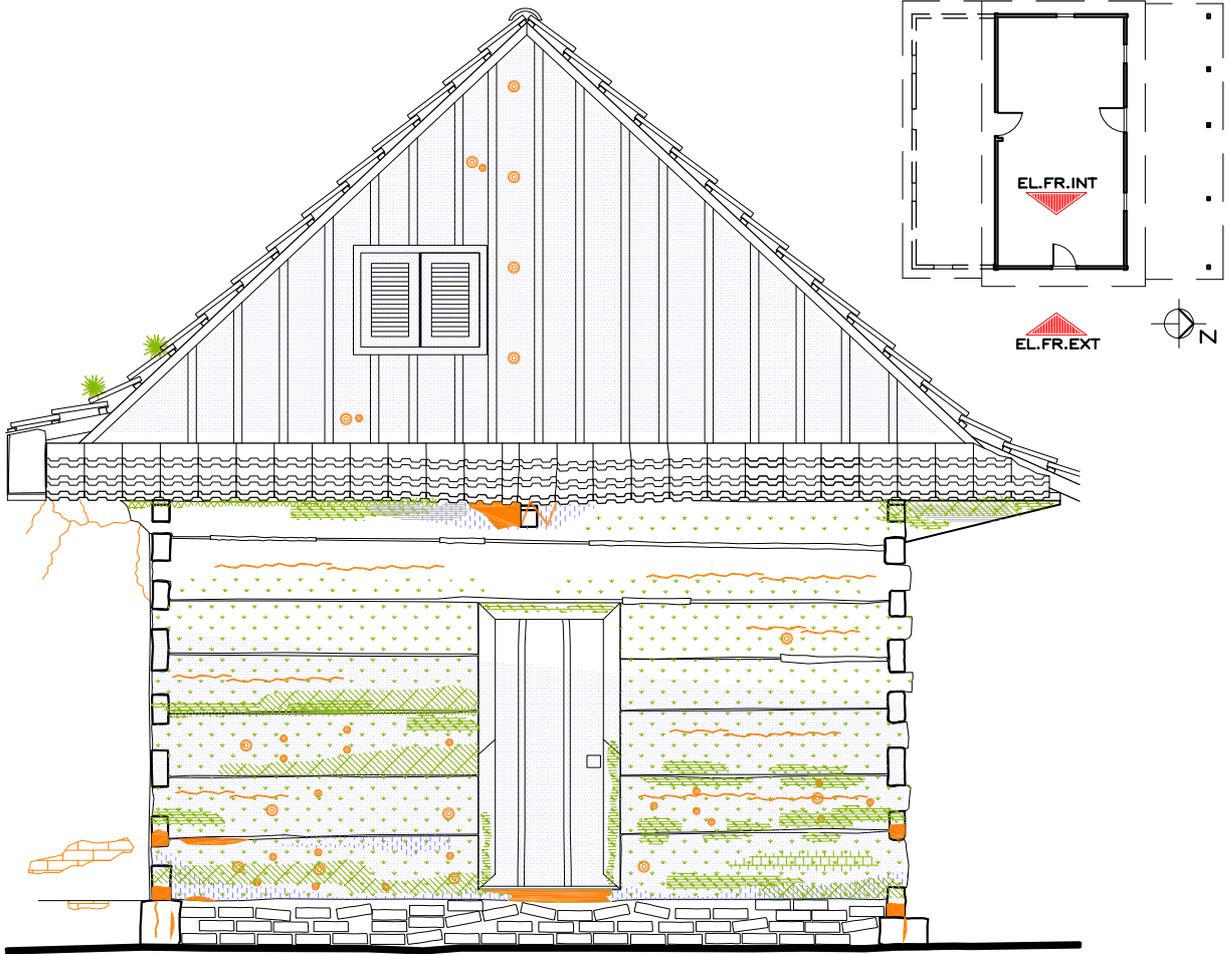
#### 4.4 MAPEAMENTO

O mapeamento constitui a representação dos resultados do estado de conservação da edificação. No mapeamento é apresentada, por meio do suporte gráfico a relação das interferências e patologias nos elementos de madeira analisados. As informações obtidas da análise dos tipos de patologias e dos agentes degradadores foram avaliadas e comparadas às demais análises realizadas.

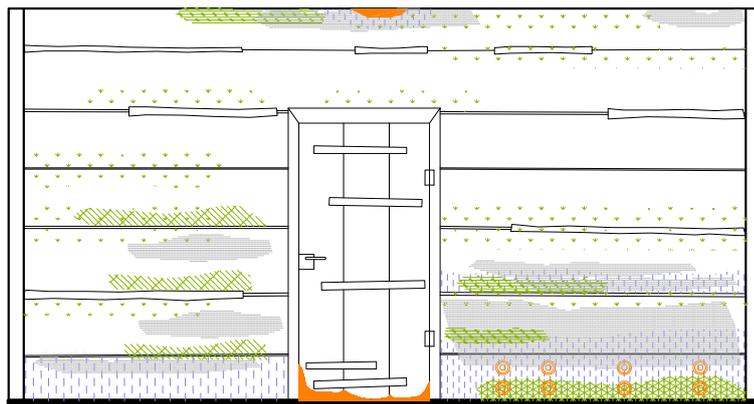
Notaram-se algumas peças com somente um tipo de degradação, outras, no entanto com a sobreposição de todas as classes relacionadas, degradação mecânica - defeitos, degradação física e degradação biológica. Caracterizam-se por locais de deteriorações graves e de destruição do material em alguns casos. Segue representação gráfica:

---

<sup>14</sup> Professores Cibele S. Ribeiro Costa, Lúcia Massutti de Almeida e Germano Henrique Rosado-Neto, doutorando Edílson Caron – especialistas do Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera (Insecta), Departamento de Zoologia - Universidade Federal do Paraná.



ELEVAÇÃO FRONTAL EXTERNA

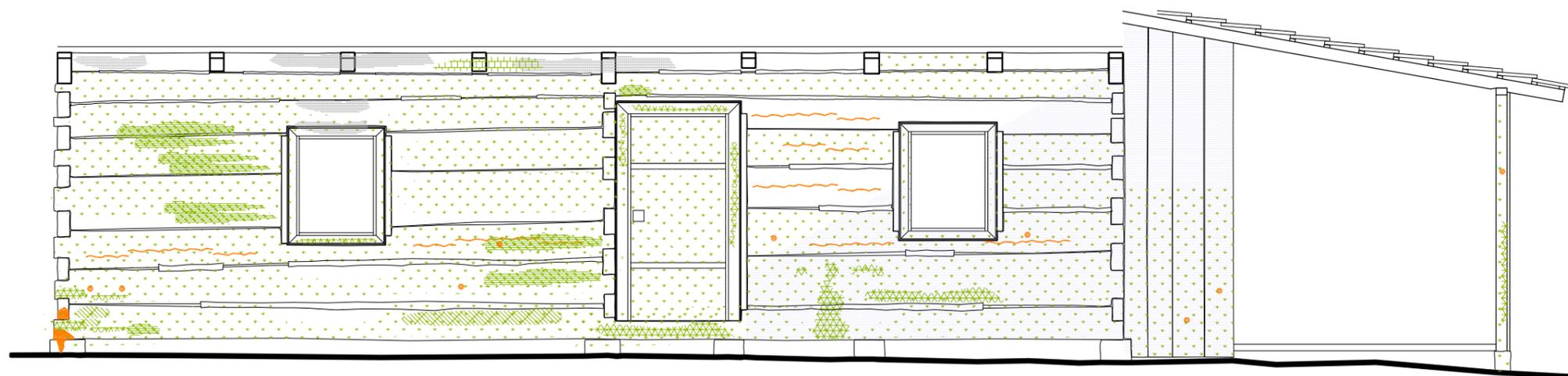
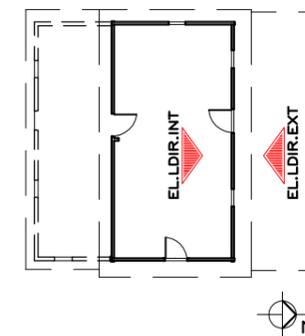


ELEVAÇÃO FRONTAL INTERNA

LEGENDA



 DEGRADAÇÃO MECÂNICA/DEFEITOS	 DEGRADAÇÃO FÍSICA	 DEGRADAÇÃO BIOLÓGICA
--	---	--



ELEVAÇÃO LAT.DIREITA EXTERNA

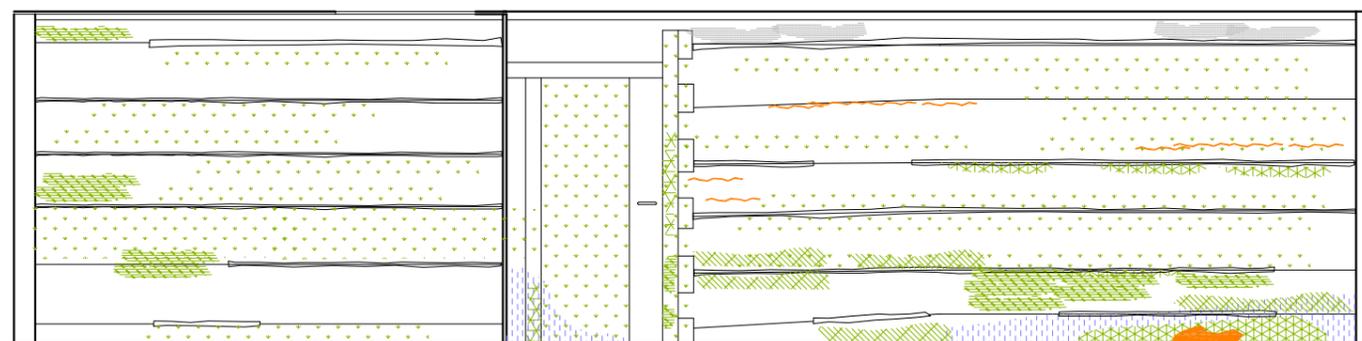
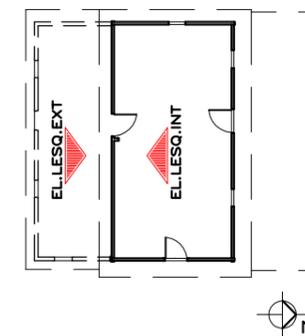


ELEVAÇÃO LAT.DIREITA INTERNA



LEGENDA

	DEGRADAÇÃO MECÂNICA/ DEFEITOS		DEGRADAÇÃO FÍSICA		DEGRADAÇÃO BIOLÓGICA
---	----------------------------------	---	-------------------	---	----------------------



ELEVAÇÃO LAT.ESQUERDA EXTERNA

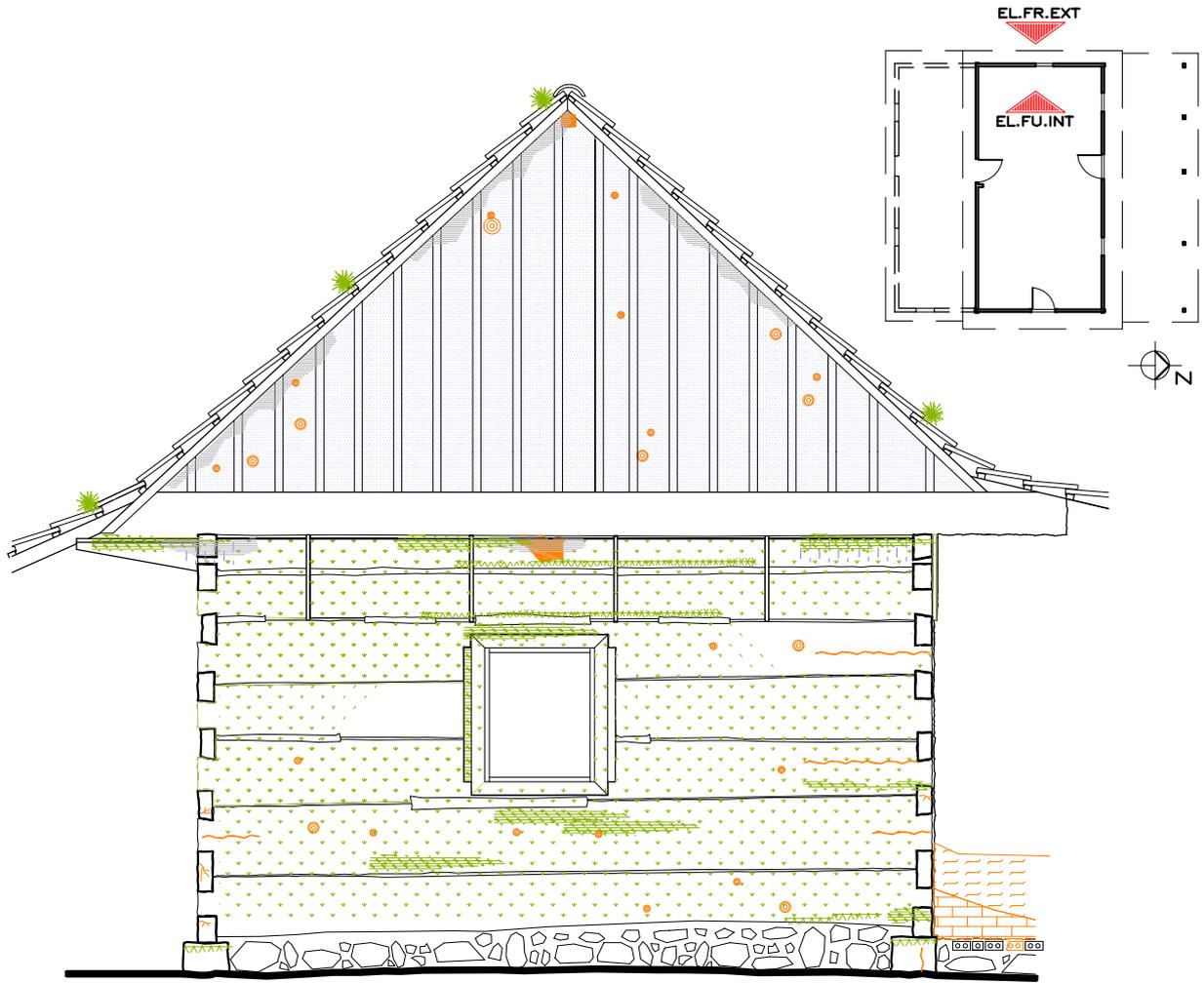


ELEVAÇÃO LAT.ESQUERDA INTERNA

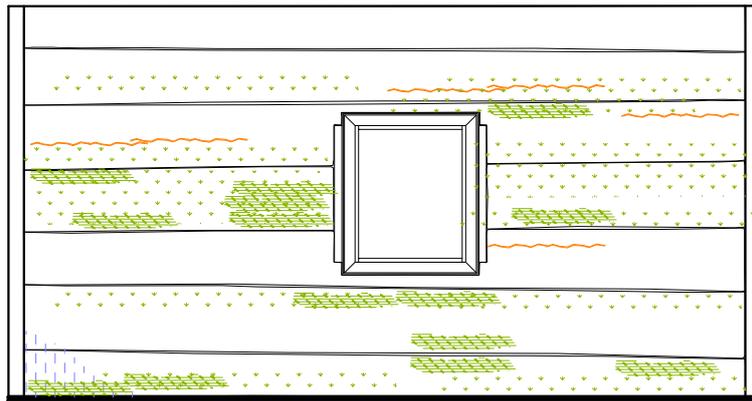


LEGENDA

 DEGRADAÇÃO MECÂNICA/ DEFEITOS	 DEGRADAÇÃO FÍSICA	 DEGRADAÇÃO BIOLÓGICA
---	---	--



ELEVAÇÃO FUNDOS EXTERNA



ELEVAÇÃO FUNDOS INTERNA

LEGENDA

ESCALA

 DEGRADAÇÃO MECÂNICA/DEFEITOS	 DEGRADAÇÃO FÍSICA	 DEGRADAÇÃO BIOLÓGICA
--	---	--

#### 4.5 DETERMINAÇÃO POR CLASSES DE DETERIORAÇÃO

Dentre todos os elementos da edificação medidos pelo equipamento *Stress wave timer*, a Tabela 5 apresenta os valores de algumas peças por elemento (base, parede, pisos); além de sua dimensão, os três testes realizados e o resultado da média do tempo.

TABELA 5 – VALORES OBTIDOS DO STRESS WAVE TIMER E O CÁLCULO DA MÉDIA DO TEMPO

Elemento		Distância	Teste - 01	Teste - 02	Teste - 03	Média do tempo
Base	B2	0,30	2003	1782	1984	1923,0
	B4	0,35	501	573	415	496,3
Parede Frontal Externa	B1	1,60	7177	7728	7250	7385,0
	B4	1,60	1580	1675	1562	1605,7
Piso Térreo	A14	4,50	8012	7877	7949	7946,0
	A20	4,50	1710	1789	1602	1700,3

A Tabela 6 representa o cálculo da velocidade, a partir dos valores obtidos da tabela anterior. O valor do tempo para tal foi transformado em segundos, em função da fórmula e das variáveis em metros por segundo (m/s).

TABELA 6 – CÁLCULO DA VELOCIDADE E A CLASSIFICAÇÃO POR CLASSES DE DETERIORAÇÃO

Elemento		Distância (d)m	Tempo (t) micro seg	Tempo (t) segundos	Velocidade (v) (d/t) m/s	Classificação
Base	B2	0,30	1923,0	0,001923	156	3
	B4	0,35	496,3	0,000496	705	3
Parede Frontal Externa	B1	1,60	7385,0	0,007385	217	3
	B4	1,60	1605,7	0,001605	996	2
Piso Térreo	A14	4,50	7946,0	0,007946	566	3
	A20	4,50	1700,3	0,001700	2647	0

De posse dos valores do tempo de todas as peças, sua comparação gerou uma nota de classificação de 0 a 3. Ao valor mínimo foi designada a classificação (3) *severamente deteriorada* e ao valor máximo foi designada a classificação (0) *não deteriorada* em uma faixa numérica de 750 unidades (TABELA 7).

TABELA 7 – CLASSIFICAÇÃO POR CLASSES DE DETERIORAÇÃO

Faixa de valores	Classificação
Acima de 2250	0 = não deteriorada
2250 - 1500	1 = levemente deteriorada
1500 - 750	2 = deteriorada
Abaixo de 750	3 = severamente deteriorada

Atendeu também a determinação por classes de deterioração o modelo descrito por Augelli (2006, p. 115), das classes de risco biológico da UNI, foi acrescido, no entanto para a ficha de avaliação deste estudo, os demais tipos de degradação e o grau de deterioração identificado no estado de conservação.

#### 4.6 AVALIAÇÃO COM O AUXÍLIO DAS ONDAS DE TENSÃO

Na Tabela 8 estão apresentados os valores obtidos do equipamento de emissão de ondas de tensão - *Stress Wave Timer* e a classificação por classes de deterioração calculada em função da velocidade. Foi selecionado de cada elemento o valor máximo e o mínimo e calculado a média para aquele setor da edificação. A nota da classificação descreve o grau de deterioração da peça e o coeficiente de variação o intervalo de confiança referente à média.

TABELA 8 – VALORES MÁXIMOS E MÍNIMOS OBTIDOS DO *STRESS WAVE TIMER*

ELEMENTOS	VALORES E CLASSIFICAÇÃO						C.V %
	Máximo		Mínimo		Média		
	Vel.	Clas.	Vel.	Clas.	Vel.	Clas.	
Base	705	3	156	3	438,4	3	<b>54,54</b>
Parede Frontal Externa	996	2	217	3	753,5	2	33,08
Parede Frontal Interna	1032	2	509	3	792,9	2	20,35
Parede Lat. Direita Externa	1000	2	323	3	779	2	24,50
Parede Lat. Direita Interna	1487	2	601	3	890	2	23,72
Parede Lat. Esquerda Externa	1609	1	584	3	733,3	3	36,62
Parede Lat. Esquerda Interna	1024	2	536	3	773,9	2	17,89
Parede Fundo Externa	967	2	140	3	639,3	3	37,05
Parede Fundo Interna	1064	2	428	3	881,9	2	19,85
Cobertura – Caibros	1166	2	380	3	847	2	22,24
Cobertura – Cachorros	1100	2	147	3	503,3	3	<b>60,46</b>
Oitão interno	1352	2	384	3	998	2	22,92
Vigas	1708	1	727	3	1040,8	2	26,81
Piso Térreo	2795	0	566	3	1072,4	2	41,81
Piso Sótão	1866	1	450	3	972	2	30,57

NOTA: O VALOR MÍNIMO REFERE-SE A DETERIORAÇÃO MÁXIMA, (V. É INVERSAMENTE PROP. AO T)

Segundo os dados da tabela, existe uma grande variação do intervalo de valores, atingindo 54% para os elementos da base e 60 % para os cachorros, e superior a 24 % nos pisos, nas vigas, na parede frontal externa, na parede dos fundos externa e na parede lateral esquerda externa. Nos outros elementos, a variação foi menor, não podendo, contudo ser considerada pequena.

O elevado coeficiente de variação significa que não há homogeneidade entre os dados, com peças de qualidade e outras extremamente danificadas. A confiança em uma análise por elemento é pequena, ou seja, é complexo afirmar que uma parede está 100% boa ou 100% ruim, por exemplo. Na prática, a avaliação geral por elemento seria de pouca valia, pois não se pretende a substituição total em análises para o restauro, e sim a troca da única peça em estado precário de conservação. A partir desta constatação foram considerados os dados do *Stress wave timer* por peça e não por elementos.

Considerando-se uma análise por peça e os valores obtidos da Tabela 8, é possível afirmar que o tronco (FR – B1) da parede frontal externa com valor mínimo de 217 e classificação 3 encontrava-se extremamente deteriorado, assim como os toretes da base, algumas peças em todas as paredes, peças dos caibros, oitões, cachorros e pisos.

Todos os valores da base apresentaram classificação 3 (severamente deteriorada) e foram os menores valores medidos na avaliação, igualmente os valores dos cachorros, configurando entre as peças mais comprometidas da obra. Quando comparado ao resultado da análise do estado de conservação ocorre uma contradição, as bases visualmente encontram-se íntegras, porém duas delas ocas. Isto se deve ao fato do *stress wave timer* detectar os vazios. Neste caso, a seção residual menor da peça não compromete sua função de apoio. Já os cachorros visualmente demonstraram a elevada deterioração de todas as peças.

Analisando-se os dados das paredes, verifica-se uma ampla faixa de valores. Na parede frontal interna ou externa coincidem os menores valores; nas peças próximas da base, e na última próxima do telhado, locais de umidade intensa. Correlações neste caso de menores valores (degradação) e umidade não aconteceram na parede lateral direita. A parede lateral esquerda, apesar do problema na junção da cobertura (umidade), não foram verificados valores relativamente baixos neste ponto, ocorrendo até uma peça com classificação 1

(levemente deteriorada). Na parede dos fundos interna a maioria das peças encontrava-se deteriorada, externamente os valores demonstram que o grau de deterioração foi maior, reforçado pelo mapeamento que detectou um rompimento no tronco superior, próximo do telhado e do oitão.

Os caibros apresentaram poucas peças severamente deterioradas. Elas estão localizadas nas extremidades e suscetíveis à ação dos agentes climáticos.

A classificação segundo a Tabela 8 para as tábuas do oitão e para as vigas atingem nível 2 (deteriorada) e algumas peças com a nível 1 (levemente deteriorada). Os valores mais altos encontrados foram em duas peças do piso do térreo a A3 com valor de 2794 e a A20 com o valor de 2647, com a classificação 0 (não deteriorada). No piso do sótão existem tábuas com classificação 1 (levemente deteriorada). A variação, no entanto é elevada e a análise do estado de conservação confirma as degradações intensas em locais de umidade freqüente as extremidades.

Em geral, os demais valores coincidiram com os resultados do estado de conservação, ou seja, onde visualmente a madeira estava lesionada, também os valores tendiam a decrescer.

Durante o trabalho de campo, algumas situações foram consideradas de precaução, como a do tronco (LAT-DIR-A1) da parede lateral direita com dimensão aproximada de 10 metros e onde não era possível visualizar a outra lateral da peça. Visualmente o estado de conservação era satisfatório, porém a peça não podia ser medida em toda extensão e as medições realizadas apresentaram valores discrepantes.

Por meio da avaliação com *Stress wave timer*, obteve-se resultados positivos, pois o pequeno porte do equipamento permitiu o acesso a todos os elementos da edificação inclusive as peças da cobertura. A leitura dos dados foi imediata, o que permitiu a obtenção de algumas informações já no local. Os cálculos realizados posteriormente auxiliaram na comparação das diferentes peças e seções, tábuas do piso, caibros, troncos etc. É uma metodologia apropriada aos bens do patrimônio histórico, o equipamento é de fácil manuseio e não causa danos ao material.

A interpretação dos dados pode configurar alerta das degradações existentes, principalmente nas áreas não visíveis, além de proporcionar mais certeza quanto ao diagnóstico. Não deve, no entanto, ser a única metodologia

aplicada e regra geral a substituições, tanto de elementos como de peças, pois as intervenções na atualidade orientam à remoção somente das áreas lesionadas além de outras técnicas modernas de reconstituição, exigindo o estudo para cada caso e o projeto de restauração específico.

#### 4.7 UTILIZAÇÃO DA FICHA DE AVALIAÇÃO

O preenchimento da ficha ocorreu sem dificuldades. Os avaliadores realizaram a atividade com duração aproximada de 60 minutos, variando conforme o avaliador. Até mesmo os avaliadores leigos conseguiram classificar os elementos. Poderia-se afirmar que neste caso, a classificação refletiu os extremos, severamente degradada ou peças em ótimo estado de conservação.

Observou-se que os avaliadores não utilizaram o material de consulta fornecido. Preferiram tocar e golpear levemente o material, verificando sua constituição e estado, analisando conforme sua experiência profissional. Os mais experientes não se detiveram às peças apresentadas e as faces indicadas, procurando considerar o conjunto, os esforços e os elementos sob diferentes pontos de vistas.

##### 4.7.1 Valores obtidos da ficha de avaliação

A tabela seguinte traz a síntese das notas dadas por todos os avaliadores que testaram as fichas, ou seja, os valores da ficha de avaliação dos 27 elementos, pelos 20 avaliadores (*stress wave timer*, a autora e os 18 indivíduos separados por grupos). Os cálculos e análises estatísticas foram elaborados a partir delas (TABELA 9).

TABELA 9 – VALORES DA FICHA DE AVALIAÇÃO DOS 27 ELEMENTOS

AVAL.	ELEMENTOS																											
	PAREDE FRE-EXT			PAREDE L.ESQ-INT			PAREDE L.DIR-EXT			PAREDE FU - EXT			PAREDE FU - INT			BASE			CACHOR.			PISO(A)			VIGA			
	A1	B1	B4	A3	B3	B4	A1	E2	F5	A4	B4	A3	A4	B4	B5	B1	B2	B4	F3	L1	L7	14	17	20	V1	V2	V8	
SWT	3	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	0	2	2	2	
AUTORA	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	1	1	1	2	
A	1	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	1	2	2	2	
	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	1	1	1	2	
	3	3	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	2	
B	4	3	3	2	1	3	3	2	2	2	2	1	2	3	2	1	2	1	1	3	3	1	2	2	2	1	1	3
	5	3	3	2	2	3	2	2	2	1	3	2	3	3	2	1	2	2	1	3	3	1	2	2	1	1	1	3
	6	3	3	2	1	2	2	2	2	2	3	2	1	3	2	1	2	0	1	3	3	2	2	2	1	1	1	2
C	7	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	3	3	1	2	2	2	1	1	2
	8	3	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	1	1	3	3	1	3	3	1	2	2	0	1	1	2
	9	3	3	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	2	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1
D	10	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1
	11	3	3	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	2	2	1	3	3	1	1	2	1	1	0	2
	12	3	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3
E	13	3	3	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	3	3	2	3	2	1	3	3	2	2	2	1	1	1	2
	14	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	1	2	2	2
	15	3	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	1	2	2	2	1	1	2
F	16	3	3	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	1	0	3	3	1	1	1	0	1	0	1	1
	17	3	3	2	0	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	3	2	2	3	3	1	2	2	1	1	1	1
	18	3	3	1	0	2	2	2	1	0	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	0	1	1	1

Por meio da ficha aplicada e os dados obtidos, pôde ser examinado todo o grupo, constituindo uma população finita de valores numéricos e dados discretos.

Observou-se, segundo a Tabela 9, que as notas obtidas representaram no geral valores heterogêneos. Isto se deve ao fato dos avaliadores serem de diferentes áreas de conhecimento.

Nota-se, nos quadros ressaltados na Tabela 10, uma maior homogeneidade entre as notas do *Stress wave timer* e da autora, bem como na comparação com o grupo A. Os quadros ressaltam ainda os valores do grupo B em conformidade com os dois grupos.

TABELA 10 – VALORES DA FICHA DE AVALIAÇÃO DA TESTEMUNHA, GRUPO A, GRUPO B

AVAL.	ELEMENTOS																											
	PAREDE FRE-EXT			PAREDE L.ESQ-INT			PAREDE L.DIR-EXT			PAREDE FU - EXT			PAREDE FU - INT			BASE			CACHOR.			PISO(A)			VIGA			
	A1	B1	B4	A3	B3	B4	A1	E2	F5	A4	B4	A3	A4	B4	B5	B1	B2	B4	F3	L1	L7	14	17	20	V1	V2	V8	
SWT	3	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	0	2	2	2	
AUTORA	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	1	1	1	2	
<b>A</b>	1	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	1	2	2	2
	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	1	1	1	2
	3	3	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	2
<b>B</b>	4	3	3	2	1	3	3	2	2	2	2	1	2	3	2	1	2	1	1	3	3	1	2	2	2	1	1	3
	5	3	3	2	2	3	2	2	2	1	3	2	3	3	2	1	2	2	1	3	3	1	2	2	1	1	1	3
	6	3	3	2	1	2	2	2	2	2	3	2	1	3	2	1	2	0	1	3	3	2	2	2	1	1	1	2

O grupo A engloba os profissionais com especialização em restauro e estudos na área de biodegradação da madeira e o grupo B os profissionais sem o restauro, porém pós-graduados na área de tecnologia e utilização de produtos florestais.

TABELA 11 – VALORES DA FICHA DE AVALIAÇÃO DA TESTEMUNHA GRUPO C, GRUPO D, GRUPO F

AVAL.	ELEMENTOS																											
	PAREDE FRE-EXT			PAREDE L.ESQ-INT			PAREDE L.DIR-EXT			PAREDE FU - EXT			PAREDE FU - INT			BASE			CACHOR.			PISO(A)			VIGA			
	A1	B1	B4	A3	B3	B4	A1	E2	F5	A4	B4	A3	A4	B4	B5	B1	B2	B4	F3	L1	L7	14	17	20	V1	V2	V8	
SWT	3	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	0	2	2	2	
AUTORA	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	1	1	1	2	
<b>C</b>	7	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	3	3	1	2	2	2	1	1	2
	8	3	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	1	1	3	3	1	3	3	1	2	2	0	1	1	2
	9	3	3	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	2	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1
<b>D</b>	10	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1
	11	3	3	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	2	2	1	3	3	1	1	2	1	1	0	2
	12	3	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3
<b>F</b>	16	3	3	2	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	0	3	3	1	1	1	0	1	0	1
	17	3	3	2	0	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	3	2	2	3	3	1	2	2	1	1	1	1
	18	3	3	1	0	2	2	2	1	0	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	0	1	1	1

Observa-se, ressaltados nos quadros em negrito, segundo a Tabela 11 que no grupo F, no grupo C e no grupo D, a heterogeneidade é elevada e apresenta ainda disparidade com relação aos dados da testemunha.

Dentro dos números fornecidos pelo grupo F, houve a maior frequência de notas “0”, as quais indicam a ausência de deterioração. Esta avaliação demonstra escasso conhecimento do tema, uma vez que era improvável não ocorrer qualquer tipo de deterioração em uma casa centenária de madeira.

As notas do grupo C, profissionais da área da arquitetura com experiência em restauração e sem especialização na madeira e o grupo D dos arquitetos sem experiência em ambos, ficaram abaixo da classificação da testemunha, ou seja, tanto a análise não-destrutiva como a análise da autora alertaram para as degradações intensas.

O problema das análises com valores depreciados, ou seja, a não detecção das degradações e avarias em obras, podem levar a graves perdas dos bens históricos ou ainda incorrer em riscos na utilização das edificações. Ao contrário, as avaliações dilatadas levam a restaurações imprecisas e a substituições desnecessárias.

#### 4.7.2 Avaliação com auxílio da ficha

Para o teste 1, foram consideradas todas as amostras para verificar se existia diferença entre o conjunto de todas as notas, ou seja, dos avaliadores, do *Stress Wave Timer* e as da autora (TABELA 12).

TABELA 12 – TESTE 1 TODOS OS AVALIADORES

H calculado	H tabelado (19; 0,05)	H tabelado (19; 0,01)
92,01	30,143	36,191
H cal > H tab	Há diferença	

O teste 1 demonstrou que ocorreu diferença entre os dados de todos os avaliadores. As avaliações foram feitas por um grupo diversificado gerando notas diferentes e interpretações diversas dos elementos de madeira analisados.

A fim de verificar a homogeneidade no grupo, se havia diferenças relevantes dentro de um mesmo grupo foi realizado o teste 2 (TABELA 13).

TABELA 13 – TESTE 2 DE HOMOGENEIDADE – AVALIAÇÃO NO GRUPO B

H calculado	H tabelado (2;0,05)	H tabelado (2;0,01)
0,46	5,991	9,210
H cal < H tab	Não há diferença	

O resultado do teste 2 demonstrou que não há diferenças dentro do grupo de avaliadores, provando que a seleção daqueles profissionais poderia caracterizar uma classificação homogênea para as diferentes peças analisadas. Os profissionais deste grupo provêm de diferentes áreas: um arquiteto, um designer e um engenheiro florestal. Em comum entre eles a especialização em engenharia florestal e os conhecimentos na área de biodegradação da madeira.

No teste 3 dois grupos foram comparados, verificando se havia diferenças de avaliação entre grupos (TABELA 14).

TABELA 14 – TESTE 3 COMPARAÇÃO DO GRUPO C COM O GRUPO D

H calculado	H tabelado (19; 0,01)	H tabelado (19; 0,01)
2,62	3,841	6,635
H cal < H tab	Não há diferença	

O teste 3 demonstrou que não houve diferença entre os dois grupos avaliados, constituídos por arquitetos. O grupo C refere-se aos arquitetos com experiência ou especialização em restauração. Já os profissionais do grupo D não contemplam estes conhecimentos. Ambos não contam com especialização na área de tecnologia da madeira ou biodegradação. Observa-se diante do resultado do teste 3 que uma análise feita pela união destes dois grupos geraria também uma classificação homogênea, contudo não se pode concluir do teste 2 e 3 se os grupos B, C e D forneceria uma avaliação correta.

Para os teste 4, 5, 6 e 7 foram comparados os grupos com a testemunha. A fim de verificar a eficiência das avaliações e dos operadores. Na Tabela 15, o resultado do grupo A (profissionais com experiência em restauração e biodegradação da madeira) comparado com a testemunha. Na tabela 16, o resultado do grupo B (especialistas em tecnologia da madeira, sem o restauro); na Tabela 17 o

resultado do grupo C (arquitetos com experiência em restauração, sem a especialização em tecnologia da madeira); e na Tabela 18 (estudantes da área da tecnologia da madeira ou biologia sem o conhecimento do restauro), todos comparados à testemunha (*stress wave timer* mais autora).

TABELA 15 – TESTE 4 COMPARAÇÃO DA TESTEMUNHA COM O GRUPO A

H calculado	H tabelado (19; 0,05)	H tabelado (19; 0,01)
0	3,841	6,635
H cal < H tab	Não há diferença	

TABELA 16 – TESTE 5 COMPARAÇÃO DA TESTEMUNHA COM O GRUPO B

H calculado	H tabelado (19; 0,05)	H tabelado (19; 0,01)
1,99	3,841	6,635
H cal < H tab	Não há diferença	

TABELA 17 – TESTE 6 COMPARAÇÃO DA TESTEMUNHA COM O GRUPO C

H calculado	H tabelado (19; 0,05)	H tabelado (19; 0,01)
6,71	3,841	6,635
H cal > H tab	Há diferença	

TABELA 18 – TESTE 7 COMPARAÇÃO DA TESTEMUNHA COM O GRUPO E

H calculado	H tabelado (19; 0,05)	H tabelado (19; 0,01)
0,38	3,841	6,635
H cal < H tab	Não há diferença	

As comparações entre os grupos e a testemunha comprovam que em alguns casos coincidem as avaliações (testes 4, 5 e 7) ou podem ocorrer diferenças (teste 6).

Quando analisado o grupo A (profissionais com experiência em restauração e biodegradação da madeira), o qual possui o mais alto grau de conhecimento (teste 4) não foram encontradas diferenças entre os resultados, ou seja, quanto maior a formação na área de restauração e da madeira mais correta será a leitura. Também para o grupo B (especialistas em tecnologia da madeira, sem o restauro) não houve diferença nos resultados.

Por outro lado esta afirmação não se aplica aos avaliadores do grupo C (arquitetos) que possuem vasta experiência em restauração, e não apresentam conhecimento específico na área de degradação da madeira (teste 6), onde o resultado apresentou diferença. Voltando-se ao resultado do teste 3 da comparação dos grupos C e D, pode-se concluir que à homogeneidade, tanto o grupo C (arquitetos com experiência

em restauração, sem especialização em tecnologia da madeira) e conseqüentemente o grupo D (arquitetos sem experiência nas duas áreas) forneceriam resultados pouco válidos.

No teste 7, não houve diferença entre a avaliação do grupo E com a testemunha, comprovando que estudantes com formação em tecnologia da madeira ou biológica podem realizar avaliações de edificações do patrimônio e identificar os agentes degradadores da madeira.

Através dos resultados obtidos da análise da ficha de avaliação constatou-se que os grupos A, B e E, seriam eficientes avaliadores do estado de conservação de bens imóveis, capazes por seu conhecimento de realizar diagnósticos de edificações históricas de madeira; competentes operadores da ficha de avaliação. Observou-se por meio desta, que os avaliadores sem formação ou experiência (grupo F) não são recomendados a este tipo de atividade. Observou-se também que os profissionais da arquitetura (grupo C e D), mesmo conhecedores das teorias do patrimônio e do restauro, necessitam do aperfeiçoamento técnico na área da madeira e das patologias do lenho.

Não se pode concluir que os grupos qualificados a partir dos testes seriam os profissionais indicados a decisões relativas a técnicas de intervenção nas obras do patrimônio histórico. Os projetos de restauração devem envolver equipes multidisciplinares e é neste sentido que a ficha de avaliação e a metodologia pretendem contribuir.

A avaliação apresentada não buscou classificar o perfil do profissional responsável à execução de projetos de restauração. A decisão normativa nº 80, de 25 de maio de 2007, apresentada pelo Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA), considera os arquitetos, segundo a formação específica que possuem os profissionais habilitados: “às atividades referentes a patrimônio cultural à elaboração de projeto e à execução de serviços e obras de conservação, reabilitação, reconstrução e restauração em monumentos, em sítios de valor cultural e em seu entorno ou ambiência” (CONFEA, 2008).

## 5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que:

- A restauração possui caráter multidisciplinar e envolve profissionais de diversas áreas, confirmando os preceitos firmados no passado pelas cartas patrimoniais e os teóricos consultados; presentes no capítulo 2.1.

- Referente à análise do objeto, a partir do capítulo 4.1, que a arquitetura vernácula, o sítio e a história - a obra construída - é fonte de identidade e de valores sociais; importante acervo da produção cultural do imigrante polonês na região de Curitiba.

- O levantamento do estado de conservação e o mapeamento, presentes nos capítulos 4.3 e 4.4, são de fundamental importância, vitais à preservação de edificações históricas de madeira.

- A determinação por classes de deterioração do capítulo 4.5, indicou os locais de risco e, quando associada à metodologia não destrutiva, é capaz de revelar situações de alerta.

- A metodologia não-destrutiva, com o equipamento *Stress wave timer*, usada no capítulo 4.6, é eficaz e apropriada aos bens do patrimônio histórico. Não deve ser empregada, no entanto, sem a análise visual ampla ou o estado de conservação detalhado.

- A confiabilidade dos resultados do *Stress wave timer*, capítulo 4.6, é maior para peças em edificações do que para áreas – elevações, cortes, estruturas - representação da arquitetura.

- A ficha de avaliação, apresentada no capítulo 4.7, é um recurso de fácil aplicação, sem distinção de classes de avaliadores.

- Os melhores avaliadores, segundo o capítulo 4.7.2, caracterizaram-se pelos profissionais que tiveram seus conhecimentos aprofundados em aspectos tecnológicos e patológicos da madeira.

## 6 RECOMENDAÇÕES

De acordo com as conclusões recomenda-se:

- A ampla utilização das análises visuais, modalidade econômica e primária, associada a equipamentos e técnicas não destrutivas.
- O emprego das classes de deterioração no diagnóstico de obras de madeira.
- A ficha de avaliação na elaboração de projetos de restauração.
- A utilização da metodologia para outras obras da cultura da madeira, casas de madeira serrada, mobiliário, imaginária sacra etc.
- Para outras situações, a caracterização da madeira, a não-restrição a uma única modalidade metodológica, bem como a utilização de outros tipos de avaliações incluindo as estruturais.

## REFERÊNCIAS

- AFLALO, M. (Org.). **Madeira como estrutura**: a história da Ita. São Paulo: Paralaxe, 2005. 152 p.
- AROSIO, P. (Org.) (2003). IL Restauro. **Manual do curso de restauro**. Curitiba: Centro de Cultura Italiana. v. 1, v. 3, v. 4. (Paginação irregular).
- ARQUIBRASIL. **Edificações do Bosque João Paulo II**. Curitiba: 2006. Projeto de restauração. 1 CD-ROM.
- AUGELLI, F. La diagnosi delle opere e delle strutture lignee. Le ispezioni. **Xilema**. Milano: Il prato, 2006. 165 p.
- AUGELLI, F. **Utilizzazione della scheda**: le ispezioni. [Entrevista]. Mensagem recebida por: <janicebs@gmail.com>, em: 08/09/2008.
- BERRIEL, A. B. M. S. **Madeira e Morada**. A habitação de madeira como opção para o século XXI: Projeto Modular em Madeira de Reflorestamento. 183 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Habitabilidade) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curitiba, 2002.
- BOITO, C. **Os restauradores**. Tradução: Paulo Mugayar Kühl, Beatriz Mugayar Kühl. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 63 p.
- BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. Tradução: Diva Diniz Correa *et al.* São Paulo: E. Blücher, 1988. 653 p.
- BRANDI, C. **Teoria da restauração**. Tradução: Beatriz Mugayar Kühl; apresentação: Giovanni Carbonara; revisão: Renata Maria Parreira Cordeiro. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2004. 261 p.
- BURGER, L. M.; RICHER, H. G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 156 p.
- BUTTERFIELD, B. G.; MEYLAN B. A. **Three-dimensional structure of wood**: an ultrastructural approach. 2 ed. London: Chapman and Hall, 1980. 103 p.
- CAVALCANTE, M. S. **Deterioração Biológica e Preservação de Madeiras**. São Paulo: IPT, 1982. 40 p.
- COMPANHIA DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO PARANÁ - (Codepar), **Inventário do Pinheiro do Paraná**: CERENA. Curitiba: 1966. 36 p. Convênio.
- CORREA, M. S. A grande derrubada das araucárias. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 21 setembro 2006. Notícias. Disponível em: [http://www.spvs.org.br/salaimprensa/ler\\_noticia.php?i=857](http://www.spvs.org.br/salaimprensa/ler_noticia.php?i=857). Acesso em: 21/8/2008.

COSTA, A. F. da. **Preservação de madeiras**. Aulas – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, [2004?]. Disponível em: [www.unb.br/ft/efl/arq\\_de\\_texto/prof\\_alexandre/ementa\\_secagem\\_reserv.pdf](http://www.unb.br/ft/efl/arq_de_texto/prof_alexandre/ementa_secagem_reserv.pdf). Acesso: 03/10/2004.

DÉON, G. **Manual de preservação das madeiras em clima tropical**. França: Centre Technique Forestier Tropical (CTFT), 1989. 116 p.

DUDEQUE, I. J. T. **Espirais de Madeira**: uma história da arquitetura de Curitiba. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP, 2001. 437 p.

EATON, R. A.; HALE M. D. C. **Wood**: decay, pests, and protection. London: Chapman & Hall, 1993. 546 p.

ENCICLOPÉDIA LIVRE. Teixo: *Taxus baccata*. Disponível em: <http://www.a-enciclopedia-livre.info/?title=Madeira>. Acesso em: 22/08/2008.

FONTES, L. R.; ARAÚJO, R. L. de. Os cupins. In: MARCONI, F. A. M. (coord.). **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba: FEALQ, 1999. v. 6, p. 35 – 90.

FUENTES, R. B. V. de. **Técnicas para la preservación de maderas**. Universidade Autónoma Juan Misael Saracho. Bolívia: USAID, 1998. XVI -1 p. Documento Técnico.

GALLO, H. Relato e reflexões sobre uma experiência de trabalho de restauro: a intervenção no antigo cine - teatro Paramount em São Paulo. **Vitruvius**. Disponível em: [http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq\\_000/esp122.asp](http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq_000/esp122.asp). Acesso em: 06/06/07.

GORNIK, E; MATOS, J.L.M. Métodos não Destrutivos para Determinação e Avaliação de Propriedades da Madeira. In: ANAIS DO SEMINÁRIO DE EUCALIPTO: AVANÇOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p. 76-84.

HOLTMAN, V. **Colônia Murici**. 2005. 1 CD-ROM (várias fotografias), p&b, color.

IBDF Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Mistério da Agricultura, Departamento de Economia Florestal. **Inventario Nacional das Florestas Plantadas nos Estados do Paraná e Santa Catarina**. Curitiba: Fundação da UFPR, 1982.

IMAGUIRE JUNIOR, K. **A Casa de Araucária**: Arquitetura Paranista. Curitiba: UFPR, 1993. 134 p.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **Mapas das colônias de São José dos Pinhais**: Murici e Inspetor Carvalho. INCRA: São José dos Pinhais, 2008. 1 CD-ROM.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Cartas Patrimoniais**. Brasília: IPHAN, 1995. 344 p. (Cadernos de documentos nº 3).

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. Patrimônio Cultural. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/portal/montarPaginaSecao.do?id=11175&retorno=paginalphan>. Acesso em: 10/09/2008a.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Inventário Nacional de Bens Imóveis (IBA)**: Bens Arquitetônicos. Curitiba: 2008b. 1 CD-ROM.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (1989). **Propriedades físicas e mecânicas**. 1 f. Tabela (Disciplina Propriedades da Madeira). Setor de Ciências Agrárias – Centro de Ciências Florestais e da Madeira, UFPR. Curitiba: 2005.

ICOMOS. Carta de Burra, 1980. **Vitruvius**. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/documento/patrimonio/patrimonio19.asp>. Acesso em: 27/03/2008.

JOHNSON, H. **La madera**. Tradução: Concepción Rigau. Barcelona: BLUME, 1994. 296 p.

JONKOWSK, I. P. *et al.* (Coord.). **Madeiras brasileiras**. Caxias do Sul: Spectrum, 1990. V. 1, 172 p.

KLOCK, U. **Química da madeira**. Notas de aulas. Curitiba: UFPR, 2005. (Paginação irregular).

KÜHL, B. M. História e Ética na Conservação e na Restauração de Monumentos Históricos. **R. CPC**, São Paulo, v.1, n.1, p.16-40, Nov.2005 / abril.2006. Disponível em: [http://www.usp.br/cpc/v1/imagem/conteudo\\_revista\\_arti\\_arquivo\\_pdf/kuhl\\_pdf.pdf](http://www.usp.br/cpc/v1/imagem/conteudo_revista_arti_arquivo_pdf/kuhl_pdf.pdf)  
Acesso em: 28/2/2008.

LA PASTINA FILHO, J. **Preservação do patrimônio cultural**. Técnicas retrospectivas (Disciplina) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Setor de Tecnologia, universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Notas de aulas.

LABORATÓRIO DE SISTEMÁTICA E BIOECOLOGIA DE COLEOPTERA (INSECTA). **Identificação de insetos**. Departamento de Zoologia. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2008. 1 CD-ROM.

LIOTTA, G. **Gli insetti e i danni del legno**: Problemi di restauro. 3. ed. Firenze: Nardini, 1998. 150 p.

LOBÃO *et al.* Caracterização das propriedades físico–mecânicas da madeira de eucalipto com diferentes densidades. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.6, p.889-994, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v28n6/23990.pdf>  
Acesso:10/01/08.

LONGONI, A. *et al.* **Spettrometri XRF per analisi non distruttive nello studio e conservazione dei Beni Culturali**. 2002. Disponível em: [http://www.rivistapolitecnico.polimi.it/rivista/politecnico\\_rivista\\_8.100.pdf](http://www.rivistapolitecnico.polimi.it/rivista/politecnico_rivista_8.100.pdf). Acesso: 18/03/2008.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 ed. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. v. 1, p. 51.

MAROCHI, M. A. **Imigrantes 1870 – 1950**: Os europeus em São José dos Pinhais - Curitiba: Travessa dos Editores, 2006. 323 p.

MORESCHI, J. C. **Propriedades tecnológicas da madeira**. Apostila. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR. Curitiba: UFPR, 2004. 166 p.

MUSEU DO ÍNDIO - FUNAI. **Habitação tradicional indígena**. Exposição. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: [http://www.museudoindio.org.br/template\\_01/default.asp?ID\\_S=49](http://www.museudoindio.org.br/template_01/default.asp?ID_S=49) Acesso em: 8/3/2007.

MURGUIA, E. I.; YASSUDA, S. N. Patrimônio histórico-cultural: critérios para tombamento de bibliotecas pelo IPHAN. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, 20 p., 01 outubro 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-99362007000300006&lng=e&nrm=iso&tlng=e](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-99362007000300006&lng=e&nrm=iso&tlng=e). Acesso em: 28/2/2008.

NETTO, S. P. **Inventário Nacional Florestal**, Florestas Nativas: Paraná / Santa Catarina. Brasília: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - DE, 1984. 309 p. ilustr.

OLIVEIRA, A. M. F. *et al.* Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E. S. (Coord.) **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. 2 v., 701 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. O Patrimônio Mundial no Brasil. Disponível em : [http://www.unesco.org.br/areas/cultura/areastematicas/patrimoniomundial/copy5\\_of\\_index\\_html//mostra\\_padrao](http://www.unesco.org.br/areas/cultura/areastematicas/patrimoniomundial/copy5_of_index_html//mostra_padrao). Acesso em: 22/08/2008.

REMADE. Qualidade e uso múltiplo da madeira de eucalipto. **Revista da Madeira**, n. 59, ano 11, Set. de 2001. Disponível em: [http://www.remade.com.br/pt/revista\\_materia.php](http://www.remade.com.br/pt/revista_materia.php)? Acesso em: 9/1/2008.

ROCHA, M. P. **Biodegradação e Preservação da Madeira**. Apostila. Curitiba: Fupef, 2001. 92 f.

RODYCZ, W. (org.). **Colônia Lucena, Itaiópolis** - Crônica dos imigrantes poloneses. Florianópolis: BRASPOL, 2002. 559 p. Fotos e mapas.

ROSADO, G. H. Neto. **Identificação de insetos**. Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera (Insecta). Departamento de Zoologia. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2008. 1 CD-ROM.

SÁNCHEZ, F. *et al.* **Arquitetura em madeira**: uma tradição paranaense. Curitiba: Scientia et Labor, UFPR, 1987. 106 p. ilustr.

SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. MULTIRIO. América Portuguesa. Disponível em: <http://www.multirio.rj.gov.br/HISTORIA/modulo01/index.html>. Acesso em: 8/3/2007.

SILVA, J. C. et al. Influência da idade e da posição radial na flexão estática da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.5, Set-Out de 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622005000500014&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622005000500014&script=sci_arttext). Rev. Acesso em: 10/1/08.

SANTINI, E. J. **Biodeterioração e Preservação da Madeira**. Santa Maria: UFSM / CEPEF / FATEC, 1988. 125 p.

SILVA, J. B. **Diagnóstico e Mapeamento da degradação**: Edificações do Bosque João Paulo II. Curitiba: 2006. Parecer técnico para o projeto de restauração.

SILVA, J. B. (Coord). **As casas de troncos – o legado da cultura polonesa**: Colônia Murici. São José dos Pinhais: Universidade Federal do Paraná, Secretaria da Indústria Comércio e Turismo de São José dos Pinhais, 2007a. Painéis culturais em 3 pranchas, color., 90 x 100 cm.

SILVA, J. B. *et al.* **Levantamento Arquitetônico – Casa Grochocki**. São José dos Pinhais: 2007b. Levantamento arquitetônico em 6 pranchas.

SOUZA, L. A. C. **Evolução da tecnologia de policromia nas esculturas em Minas Gerais no século XVIII**: o interior inacabado da igreja Matriz de Nossa Senhora. da Conceição de Catas Altas do Mato Dentro, um monumento exemplar. 1996. Tese (Doutorado em Ciências Químicas) - ICEX, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996. 297 p.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. Tradução e revisão técnica: Pedro Consentino, 3. ed. São Paulo: P. Education do Brasil, 1994. 643 p.

TAMPONE, G. **Il restauro delle strutture di legno**. Milano: HOEPLI, 1996. 401 p.

TORTORELLI, L. A. Araucariáceas. In: \_\_\_\_\_. **Maderas y Bosques Argentinos**. Buenos Aires: ACME, S.A.C.I, 1956. p. 229 – 239.

TURBANSKI, S. **Murici - Terra Nossa**. Curitiba: Gráfica Vicentina, 1978. 244 p.

VALENTINI, J. **A arquitetura do imigrante polonês na região de Curitiba**. Curitiba: Instituto Histórico, Geográfico e Etnográfico Paranaense, 1982. 78 p. ilustr.

VASCONCELLOS, S. **Arquitetura no Brasil**: Sistemas Construtivos. Ilustrações: Marina E. Wasner Machado, 5. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1979. 186 p.

VIOLLET-LE-DUC, E. E. **Restauração**. Apresentação e tradução: Beatriz Mugayar Köhl. São Paulo: Ateliê Editorial, 2000. 70 p.

WACHOWICZ, R. C. **O Camponês polonês no Brasil**. Curitiba: Fundação Cultural, Casa Romário Martins, 1981. 143 p.

WINANDY, J. E. Wood properties. In: ARNTZEN, C. J. **Ed. Encyclopedia of agricultural science**. Orlando, FL: Academic press, October 1994. Vol. 4, p. 549-561.

ZOOLOGICAL INSTITUTE OF RUSSIAN. Imagens de insetos. Disponível em: [www.zin.ru/animalia/index](http://www.zin.ru/animalia/index). Acesso em: 12/09/2008.

ZEVI, L. *et al.* **Manuale del restauro**: approcci metodologici. Milano: 2001. 1CD-ROM.

**ANEXOS**

ANEXO 1 – MAPA DA COLÔNIA MURICI E A DIVISÃO DOS LOTES, 1878.....	139
ANEXO 2 – DESCRIÇÃO DA ARQUITETURA (IBA – IPHAN).....	140
ANEXO 3 – ESTADO DE CONSERVAÇÃO II (IBA – IPHAN).....	141
ANEXO 4 – FICHA DA ARQUITETURA (CCI).....	142
ANEXO 5 – MAPEAMENTO DAS DEGRADAÇÕES (CCI).....	143
ANEXO 6 – FICHA DE INSPEÇÃO – FRANCESCO AUGELLI.....	144
ANEXO 7 – FICHA DE ARQUITETURA - CASA SANTANA – UFPR.....	145
ANEXO 8 – ESTADO DE CONSERVAÇÃO – CASA SANTANA – UFPR.....	146
ANEXO 9 – FICHA DE AVALIAÇÃO PROPOSTA.....	147
ANEXO 10 – MATERIAL DE CONSULTA.....	148



## ANEXO 2 - DESCRIÇÃO DA ARQUITETURA (IBA – IPHAN)

Inventário Nacional de Bens Imóveis Bens Arquitetônicos - IBA		IPHAN	
<b>IGREJA MATRIZ DA LAPA</b>			
Lapa	PR		
<b>Outros nomes:</b>	Igreja Matriz de Santo Antônio		
<b>Endereço:</b>	Rua General Carneiro, s/n		
<b>Propriedade:</b>	Arcebispo Metropolitano		
<b>Categoria:</b>	Arquitetura Religiosa		
<b>Descrição:</b>	<input checked="" type="radio"/> Pública <input type="radio"/> Privada		
	<p>A Igreja Matriz da Lapa destaca-se no conjunto urbanístico por seu porte e por ocupar, o imóvel, o centro da quadra defronte a praça principal da cidade. A relação com as edificações do entorno é fortalecida pela presença, além da praça, de outras construções de valor histórico e cultural.</p> <p>O edifício apresenta características da arquitetura luso-brasileira do século XVIII, como a torre sineira, encimada por cobertura de quatro águas de pavilhão, o partido arquitetônico simples, frontão triangular, elementos em cantaria e paredes em alvenaria de pedra.</p> <p>A edificação caracteriza-se ainda por seu arremate inferior em grandes pedras meio lavradas e portadas e soleiras de portas e janelas em lajes lascadas de pedra. O edifício é todo coberto por telhas do tipo capa e canal em estrutura de duas águas. Em seu interior prevalece o piso assoalhado e o forro em abóbada de tábuas justapostas.</p> <p>A fachada principal, composta pela torre sineira e pelo frontão de desenho predominantemente triangular, é voltada à praça, denominada praça da Matriz. A quadra em que se insere a Matriz possui calçadas de grandes lajes de pedras regulares (arenito rosa da Lapa). A planta da Igreja Matriz da Lapa desenvolve-se em um grande retângulo; com portas de acesso em três distintas fachadas. A principal, em madeira, soleira em pedra e situada no eixo de simetria do frontão, conduz à nave e ao batistério.</p> <p>A nave apresenta-se assoalhada e com forro de tábuas justapostas. Em extremos opostos, lado da epístola e evangelho, possui altares destinados à exposição de imagens de Nossa senhora das Dores e Senhor do Bom Jesus da Cana Verde. Segundo assentamentos no livro tomo, foi mobiliada no transcorrer dos séculos XIX e XX.</p> <p>O batistério, por sua vez, tem o piso em ladrilho hidráulico e, ao centro, pia batismal talhada em pedra. À direita da porta de acesso, um pequeno nicho.</p> <p>Seguindo da nave ao altar-mor tem-se o arco cruzeiro, local em que hoje se encontra um púlpito em madeira, e a capela-mor. Esta área é composta por duas janelas altas, dois púlpitos fixos, altar-mor (destacado através de guarda-corpo em madeira e do seu nível elevado) e portas de acesso à sacristia.</p> <p>A capela do Santíssimo é, também, assoalhada e com forro de tábuas justapostas. Ocupa área antes destinada a escada de acesso ao campanário e consistório da Matriz. Assim como a nave principal, possui área elevada destinada ao coro, ao qual se tem acesso por escada que conduz ao coro da nave e torre sineira.</p> <p>O espaço da sacristia possui escada de acesso ao sótão. Este espaço, antes destinado a depósito de materiais e esquetes, possui porta externa em madeira, piso de pedra e forro de tábuas justapostas.</p> <p>Acima deste espaço e das demais áreas previstas para a sacristia tem-se o sótão, sem forro e com assoalho de madeira. O acesso à tribuna do trono é feito por este.</p> <p>Em extremo oposto, no pavimento superior, têm-se os coros, ambos assoalhados, e o campanário, também assoalhado e sem forro.</p> <p>A Igreja Matriz da Lapa tem invocação de Santo Antônio.</p>		
<b>Fonte:</b>	<p>LIVRO Tombo de Belas Artes. Arquivo Noronha Santos. Rio de Janeiro, vol 01, f 004, inscrição 014, 1938.</p> <p>INVENTÁRIOS, Livros Tombo da Igreja Matriz de Santo Antônio da Lapa. Lapa, 1787-1935.</p> <p>LACERDA, Maria Thereza Brito, CORÇÃO, Izabel e NOGAROLLI, Elve Lam. Igreja Matriz de Santo Antônio da Lapa. Arquivo 10ª SR IPHAN.</p>		
<b>Características do bem</b>			
<b>Técnicas construtivas (localizar):</b>			
<b>pau-a-pique:</b>	<b>alvenaria de pedra:</b>	Paredes externas e i	<b>concreto:</b>
<b>adobe:</b>	<b>alvenaria de tijolo:</b>	Trecho da parede d	<b>outros:</b>
<b>taipa de pilão:</b>	<b>madeira:</b>		
<b>Especificar como foi obtida a informação:</b>			
A alvenaria de tijolos possivelmente foi inserida para alinhamento da parede lateral da capela do Santíssimo. Os dados foram obtidos com visitas as obras de conservação executadas ao longo dos anos, fotografias e informações contidas em memoriais descritivos.			
<b>Fonte:</b>			
<b>Época de construção:</b>	Final do século XVIII		
<b>Autor do projeto:</b>	Desconhecido. Obras iniciadas por Francisco Teixeira Coelho.		
<b>Destinação original:</b>	Igreja		

FONTE: IPHAN (2008b)

## ANEXO 3 – ESTADO DE CONSERVAÇÃO II (IBA – IPHAN)

<b>Estrutura do Telhado</b>		
<input type="checkbox"/> sem acesso	<input type="checkbox"/> peças secundárias deterioradas	
<input type="checkbox"/> destruição total	<input type="checkbox"/> peças principais deterioradas por água ou ataque de insetos ou microorganismos	
<input type="checkbox"/> destruição parcial (10%)	<input checked="" type="checkbox"/> nenhum problema evidente	
Observação: Obras de 2004/2005 constaram de desinfestação do madeiramento do telhado e do forro, revisão total da estrutura de madeira com substituição de peças deterioradas, restauração do entelhamento, instalação de rufos e calhas em alumínio		
<b>Manto da Cobertura</b>		
<input type="checkbox"/> destruição total	<input type="checkbox"/> telhas corridas	<input type="checkbox"/> grampeamento incorreto
<input type="checkbox"/> destruição parcial (10%)	<input type="checkbox"/> emassamento incorreto	<input checked="" type="checkbox"/> nenhum problema evidente
<input type="checkbox"/> telhas quebradas		
Observação: Obras de 2004/2005 todas as telhas foram retiradas para lavagem e seleção para posterior reentelhamento do edifício, usando telhas novas como canal e antigas como capa apenas no volume da capela do sec XVIII.		
<b>Fundações</b>		
<input type="checkbox"/> rachaduras grandes nos pisos em contato com o solo e/ou terreno adjacente (largura maior do que 1 cm)		
<input type="checkbox"/> rachaduras pequenas nos pisos do térreo (largura menor do que 1 cm)		
<input checked="" type="checkbox"/> nenhum problema evidente		
Observação:		
<b>Estrutura Portante</b>		
<input type="checkbox"/> destruição parcial (10%)	<input type="checkbox"/> rachaduras localizadas (por carga concentrada)	
<input type="checkbox"/> grande incidência de rachaduras (50%)	<input checked="" type="checkbox"/> nenhum problema evidente	
<input type="checkbox"/> pequena incidência de rachaduras (10 a 50%)		
Observação:		
<b>Infiltrações</b>		
<input type="checkbox"/> manchas de umidade no topo das paredes (50%)	<input type="checkbox"/> infiltrações nos forros ou laje do último pavimento (10%)	
<input type="checkbox"/> manchas de umidade na base das paredes do térreo (50%)	<input checked="" type="checkbox"/> nenhum problema evidente	
<input type="checkbox"/> aparecimento de eflorescências nas paredes (50%)		
Observação: A obra de restauração e preservação contratada no ano de 2004, realizou serviços na cobertura, com troca de telhas, colocação de manta aluminizada dupla face e cintamento do telhado com argamassa de cal, areia e saibro nas fiadas a cada 3 metros		
<b>Biodegradação</b>		
<input type="checkbox"/> ataque generalizado de insetos/microorganismo (50%)	<input type="checkbox"/> focos de cupim ou outras pragas na área livre	
<input checked="" type="checkbox"/> ataque parcial de insetos/microorganismos	<input type="checkbox"/> nenhum problema evidente	
Observação: Realizou-se a imunização, com produto cupinicida, da estrutura do telhado e do extradorso dos forros, bem como a substituição de peças comprometidas no ano de 2005.		
<b>Instalações Prediais</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> ausência de quadro de distribuição ou quadro inadequado		
<input type="checkbox"/> fiação com isolamento danificado (isolamento de pano, pontos de rompimento, ressecamento do isolamento de plástico)		
<input type="checkbox"/> inexistência de eletrodutos ou parcialmente tubulado		
<input type="checkbox"/> vazamento nas tubulações das instalações hidráulica e sanitária		
<input type="checkbox"/> nenhum problema evidente		
Observação:		

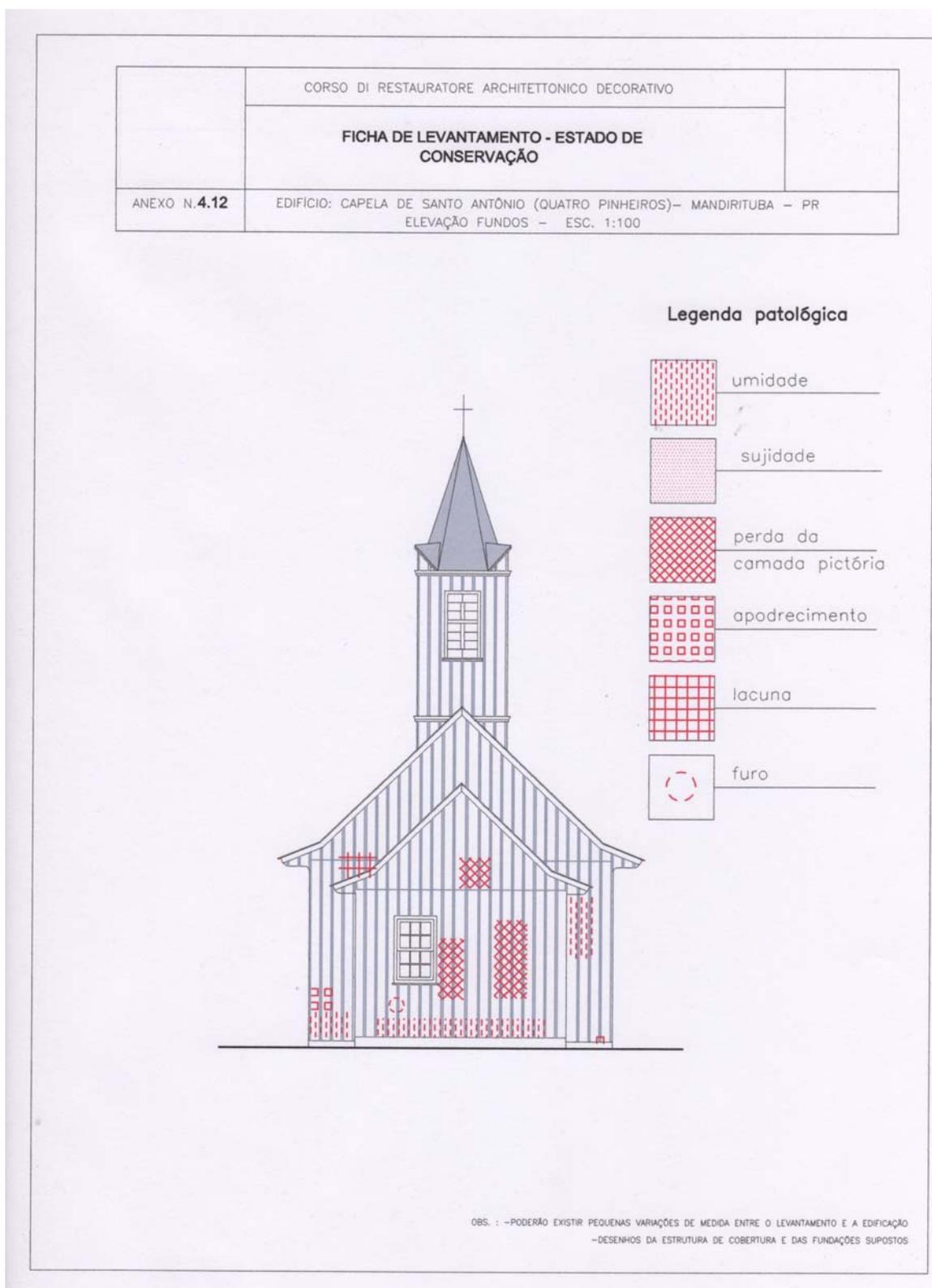
FONTE: IPHAN (2008b)

## ANEXO 4 – FICHA DA ARQUITETURA (CCI)

STD P6 020/03	
	CORSO DI RESTAURATORE ARCHITETTONICO DECORATIVO
	<b>FICHA DE LEVANTAMENTO – ARQUITETURA</b>
<b>NOME DO EDIFÍCIO:</b> Capela de Santo Antônio	<b>DESCRIÇÃO:</b> A Capela de Santo Antônio é estruturada e revestida em madeira do tipo Pinho do Paraná. Possui planta retangular com nave principal e altar mor em desnível, pórtico de entrada com torre sineira, coro com acesso para a torre sineira e sacristia dividida em dois ambientes. Os forros da nave principal e do altar mor possuem formato de arco pleno, fixados à estrutura de madeira do telhado. Sob o forro, barras de contraventamento, em ferro reforçam a ligação entre a estrutura do telhado e as paredes. A cobertura principal, em telhas francesas, é do tipo duas águas, divididas em dois níveis, formando, ainda, um contrafeito nos beirais. A cobertura da torre é do tipo oito águas, com detalhes triangulares nas bordas e revestimento de zinco. Os elementos decorativos são constituídos por pinturas parietais e de forro, modulares e com motivos religiosos. As esquadrias da nave central, capela-mor e sacristia são em madeira, com janela tipo guilhotina. As esquadrias da torre sineira são em ferro, tipo basculante. A capela possui um andro, onde encontram-se, fazendo parte do conjunto, a "gruta de Santo Antonio, o "poço dos desejos" e quatro mastros de madeira, decorados com pinturas modulares, que são substituídos por ocasião da festa anual de Santo Antonio
<b>CIDADE :</b> Mandirituba	
<b>LOCAL:</b> Distrito de Quatro Pinheiros	
<b>UTILIZAÇÃO:</b> Edificação religiosa	
<b>DATA DA CONSTRUÇÃO:</b> Início do séc. XX	
<b>AUTOR:</b> Desconhecido	
<b>FINALIDADE ORIGINAL:</b> Culto religioso	
<b>USO ATUAL:</b> Culto religioso	
<b>PROPRIEDADE:</b> Tombada pela Prefeitura Municipal de Mandirituba	
<b>TOMBAMENTO:</b> 1994	
<b>TIPOLOGIA CONSTRUTIVA</b>	
<b>PLANTA:</b> Retangular	
<b>COBERTURA:</b> Estrutura em madeira, 2 águas, telhas de barro francesas	
<b>ABÓBADAS/ARCOS/LAJES:</b> Forro em arco pleno, em lambris de madeira, sobre nave principal e altar, formando dois níveis	
<b>ESCADA:</b> em madeira, dá acesso ao coro e campanário	
<b>TÉCNICAS CONSTRUTIVAS:</b> Estrutura e fechamentos em madeira	
<b>PAVIMENTO:</b> Assoalhos em tábuas de madeira	
<b>DECORAÇÕES EXTERNAS:</b> -	
<b>DECORAÇÕES INTERNAS:</b> Pinturas em paredes e teto	
<b>OBJETOS/MOBILIÁRIO:</b> Altar e bancos em madeira	
<b>ESTRUTURAS SUBTERRÂNEAS:</b> Vigas em madeira sobre alicerces de pedra e baldrame de alvenaria	
<b>NOTAS HISTÓRICAS:</b> Segundo informações fornecidas pela Sra. Joana Palu Gelatti, indicada pelo Padre Tadeu como conhecedora da comunidade, a capela foi construída por iniciativa dos moradores do local e inaugurada no ano de 1922. A pintura interna é obra de um pintor de origem italiana, de nome desconhecido pelos atuais moradores, e que trocava sua arte por hospedagem e alimentação. Além deste edifício, ele teria pintado outras duas igrejas, também em Mandirituba, demolidas há alguns anos. No início dos anos 90, após a inauguração de uma outra capela nas proximidades, houve um movimento de alguns moradores para demolir a capela de Santo Antonio e aproveitar a madeira para outras finalidades. Mas, após intervenção do poder municipal e da realização de um plebiscito entre os moradores de Quatro Pinheiros, a edificação foi preservada e, finalmente, em 1994, tombada pelo Município de Mandirituba. A única informação escrita a que se tem acesso é uma placa colocada logo na entrada do edifício, realizada por ocasião de missa celebrada pelo Arcebispo D. Pedro Fedalto, após o tombamento e conclusão dos trabalhos de recuperação, na qual consta o seguinte texto : <i>"Esta capela de Santo Antonio, construída nas primeiras décadas deste século, foi restaurada em 1994, passando a fazer parte do patrimônio artístico, cultural e religioso do município..."</i>	

FONTE: CCI (2003)

## ANEXO 5 – MAPEAMENTO DAS DEGRADAÇÕES (CCI)



FONTE: CCI (2003)



## ANEXO 7 – FICHA DE ARQUITETURA - CASA SANTANA - UFPR

**COBERTURA**

Cobertura em duas águas de inclinação acentuada, a água dianteira do telhado é prolongada, e protege a varanda frontal. Um beiral lateral protege outra varanda na elevação lateral, ambas as proteções apresentam forro plano de madeira pinus (Foto 5.1 e 5.2). Beirais com testemunhos de lambrequins e presença de calha em PVC somente na água traseira do telhado.

Estrutura do telhado em madeira com terças de 5 x 3cm e espaçamento de 28cm e caibros simples de 9 x 11cm e espaçamento de 66cm; recoberta com telhas cerâmicas francesas (Foto 5.3).



Foto 5.1

**PORTAS E JANELAS**

Portas em madeira com duas folhas de abrir, bandeira retangular com vidros fixos. Portas principal 2,54m de altura e 1,32m de vão, hierarquicamente maior que as portas internas (Fig. 5.3).

Janelas em madeira do tipo guilhotina com veneziana interna em madeira de abrir, com 1,86m de altura e 0,85m de vão (Foto 5.4).

Desenho dos vidros diferenciado nas janelas da elevação frontal (Fig.5.2) e dos fundos (Fig. 5.1), que denunciam conforme acervo de fotos antigas, que as janelas frontais e de uma das laterais foram trocadas.

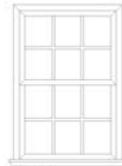


Fig. 5.1

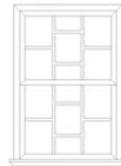


Fig. 5.2



Fig. 5.3



Foto 5.2



Foto 5.3

**DECORAÇÕES EXTERNAS**

Pilares frontais apoiados no peitoril de alvenaria da varanda chanfrados nas extremidades (Foto 5.1). Mata-juntas em madeira com largura de 5 cm e espaçamento de 22cm, rodapé em madeira com 20cm na fachada frontal e 13cm nas fachadas laterais.

**REVESTIMENTOS EXTERNOS**

Tábuas verticais pregadas nas estruturas de barrotes e vigas (evitam acúmulo de umidade) e com junções vedadas por ripas (mata junta). Pintura látex sobre a madeira há evidência de camadas anteriores de tinta lisa. Segundo depoimentos e fotos, havia faixas decorativas na fachada frontal e lambrequins (vide Pesquisa Histórica).



Foto 5.4

**ESTRUTURAS SUBTERRÂNEAS**

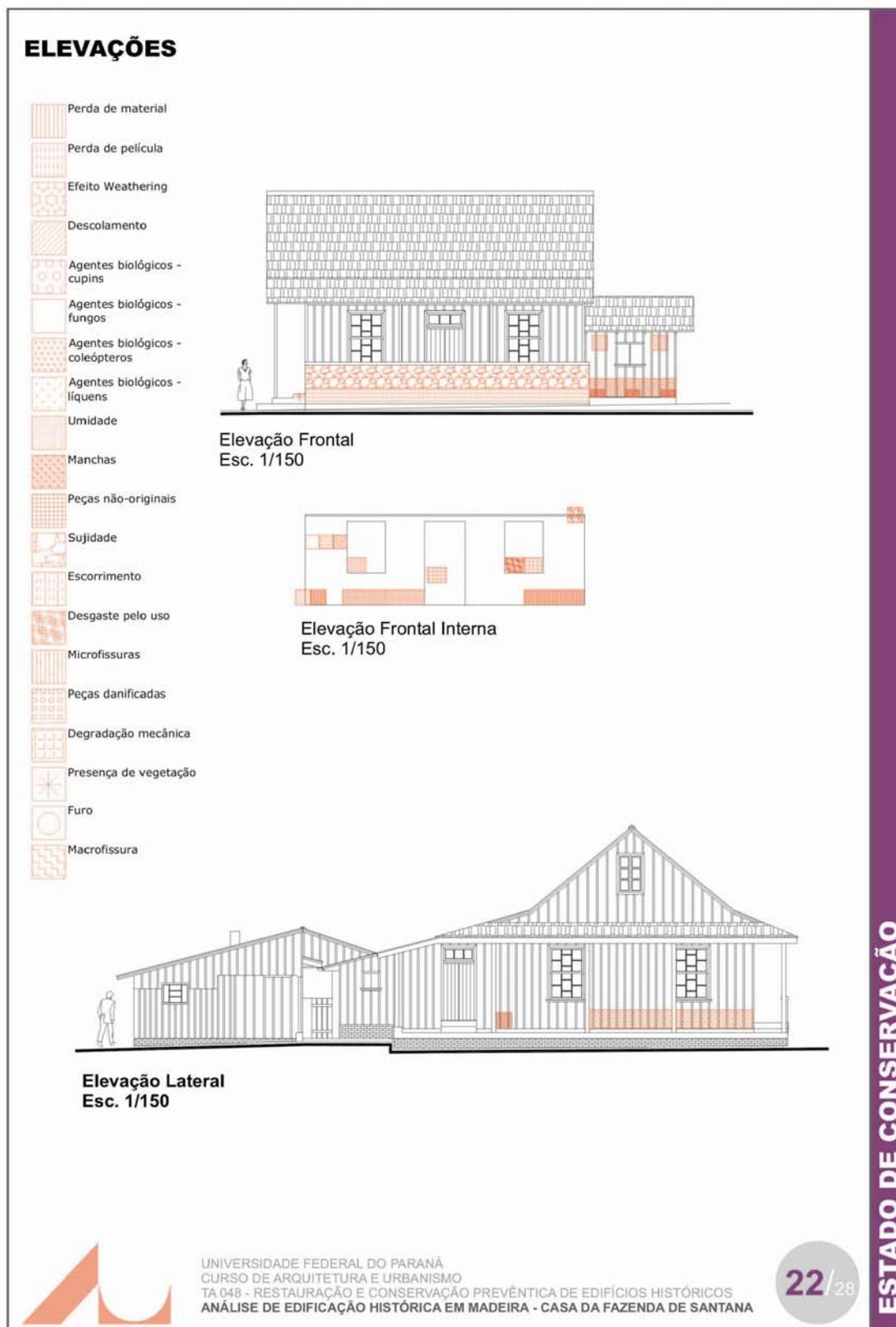
Fundação em tijolos não há sinais de presença de concreto, baldrame ou radier. Normalmente essas construções eram construídas sobre pequenos pilares para evitar a umidade, e possuíam arcabouço formado por barrotes e vigas.



Foto 5.5



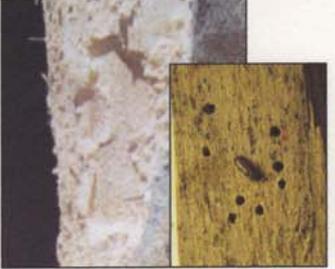
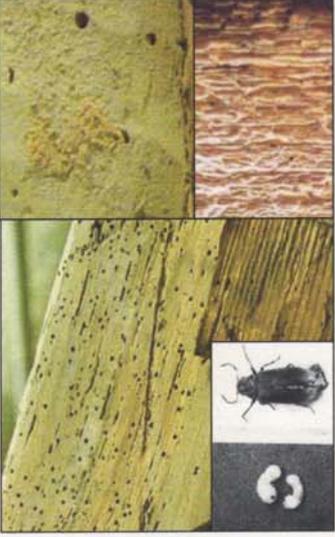
## ANEXO 8 - ESTADO DE CONSERVAÇÃO – CASA SANTANA – UFPR





ANEXO 10 – MATERIAL DE CONSULTA

**DEGRADAÇÃO e DEFEITOS DA MADEIRA**

<p><b>QUÍMICA</b> Mancha química</p>	<p><b>DEFEITO</b>  Nós</p>	<p><b>FÍSICA</b> Radiação solar, intempéries, poluentes, o fogo e a umidade Weathering</p>
<p><b>BIOLÓGICA - FUNGOS</b> Podridão Parda</p>	<p><b>Fungos Emboloradores</b> </p>	<p><b>MECÂNICA</b> Deformações por esforços submetidos, erros de projeto, rachaduras e fissurações, ação humana</p> 
<p><b>BIOLÓGICA - INSETOS</b> CUPIM DE SOLO</p>	<p><b>CUPIM DE MADEIRA SECA</b> </p>	<p><b>LYCTUS (BROCA)</b> </p> <p><b>ANOBIÍDIO (BROCA)</b> </p>

FONTE: A AUTORA (2008)