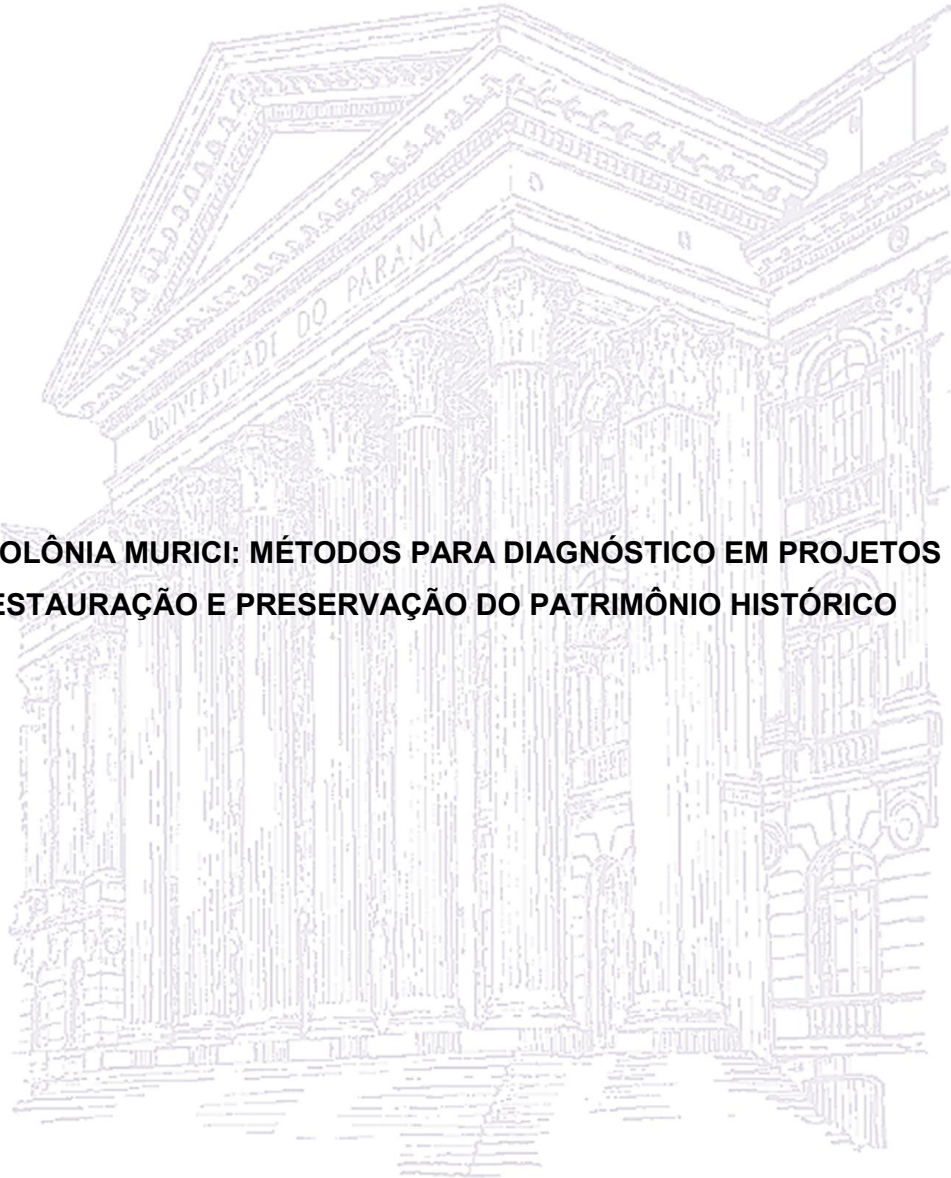


JANICE BERNARDO

**COLÔNIA MURICI: MÉTODOS PARA DIAGNÓSTICO EM PROJETOS DE
RESTAURAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO**



CURITIBA

2014

JANICE BERNARDO

**COLÔNIA MURICI: MÉTODOS PARA DIAGNÓSTICO EM PROJETOS DE
RESTAURAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Engenharia Florestal, Área de Concentração Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Pereira da Rocha
Coorientadores: Prof. Dr.^a Lúcia Massutti de Almeida, Prof. Dr. José Guilherme Prata

CURITIBA
2014



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

PARECER

Defesa nº. 1048

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Janice Bernardo da Silva* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**COLÔNIA MURICI: MÉTODOS PARA DIAGNÓSTICO EM PROJETOS DE RESTAURAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO**", é de parecer favorável à APROVAÇÃO do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em TECNOLOGIA E UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS.

Dr. Alexandre Flórian da Costa

Universidade de Brasília
Primeiro examinador

Dr. Günter Weimer

Instituto Hist. e Geográfico do Rio Grande do Sul
Segundo examinador

Dr. José Henrique Pedrosa Macedo

Universidade Federal do Paraná
Terceiro examinador

Dr. Angela do Valle

Universidade Federal de Santa Catarina
Quarto examinador

Dr. Márcio Pereira da Rocha
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 25 de julho de 2014.

Antônio Carlos Batista
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – a todos os professores, aos servidores e colegas, à equipe da FUPEF e Revista Floresta. Ao meu orientador Prof. Dr. Márcio Pereira da Rocha e coorientador Prof. Dr. Guilherme José Prata. Aos professores doutores Dimas Agostinho Silva, Ricardo Jorge Klitzke e Rui Maggi dos Anjos; aos colegas Raquel Marchesan, Ana Paula Namikata da Fonte, Maiara Kovalski, e Tomaz Longhi por compartilharem do seu conhecimento enriquecendo o conteúdo desta pesquisa, pelo auxílio nos trabalhos de campo e principalmente pelo incentivo e amizade.

À Professora Dr.^a Lúcia Massutti de Almeida, por acolher e confiar, agradeço a oportunidade e a estrutura física oferecida nos estudos de Entomologia. Aos pesquisadores do Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleóptera (LSBS): Sirlei Rothe, Camila Fediuk de Castro, Daniel Pessoa de Moura, Fernando William Trevisan Leivas, Geovan Henrique Corrêa, Jéssica Herzog Viana, Mariana Alejandra Cherman, Maria Fernanda da Cruz Caneparo, Paula Batista dos Santos, Paschoal Coelho Grossi pelos ensinamentos, pelas sugestões bibliográficas pelo valioso auxílio na identificação dos insetos – em especial a Bruna Pasqualini Macari –, pela competente e minuciosa discussão sobre as questões da deterioração da madeira.

Ao Professor Dr. Mario Tomazello Filho, do Departamento de Ciências Florestais (LCF) da Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz (ESALQ-USP), por disponibilizar o equipamento Resistógrafo empregado nas análises e pela confiança depositada.

À Professora Dr.^a Elisabete Penner, do Departamento Acadêmico de Construção Civil (DACOC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), por compartilhar dos seus conhecimentos a respeito de estruturas de madeira. Igualmente ao Engenheiro Civil, Arquiteto e Urbanista Gabriel Ruiz de Oliveira, agradeço a ambos por auxiliarem no desenvolvimento dos cálculos e na contribuição à investigação sobre a avaliação das estruturas históricas.

À Professora Dr.^a Ângela do Valle, do Departamento de Engenharia Civil (ECV – GIEM) Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pelo interesse e valiosas sugestões.

À Maria Angélica Marochi, Valdir e Cecília Holtman, Jacqueline Colucci Stella, Maria Clara Cavalini de Melo Mãmbula Sales e Suelem Cristine Hamm minha estima e eterna gratidão na intensa e ao mesmo tempo admirável pesquisa, na realização dos levantamentos dos bens históricos da Colônia Murici.

Gostaria de manifestar meus sinceros agradecimentos a todas as famílias de descendentes de imigrantes e moradores da Colônia Murici, que permitiram o acesso e as análises realizadas nas edificações históricas. Assim como a Mitra da Diocese de São José dos Pinhais, ao Secretário de Cultura do Município de São José dos Pinhais, Amarildo Ramos da Rosa, a Chefe de Divisão do Patrimônio Histórico e Artístico Manuela Tourinho Orué e ao Chefe de Divisão de Artes Plásticas e Literatura Roberto Machnievszc, sem os quais tais estudos não teriam sido concluídos.

A todos os professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia (PPGTE) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná em especial aos professores doutores Eduardo Leite Krüger, Gilson Leandro Queluz, Luciana Martha Silveira, Eloy Fassi Casagrande Jr. às colegas Clara Landim e Alessandra Galli, pela troca de informações e a perspectiva de novos horizontes de pesquisa; da mesma forma aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Geografia (UFPR) e ao professor Dr. José Manoel Gonçalves Gândara, cuja gentil participação muito contribuiu para a organização desta pesquisa.

À Antônia Schwinden, pela paciente revisão do texto.

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro.

À Vanessa Coelho Almeida, Lucia Burda, Luciane Terumi Oikawa, Dagma Kratz, Jaçanan Eloisa Milani, João Paulo Druszcz, Michella Yamamura e William Folmann pelos tempos felizes. E mais uma vez a Jacqueline, Bruna, Raquel e Creusa pelo companheirismo e paciência ao longo de toda a jornada.

Ao mestre Francisco Agner e aos meus colegas do Entalhe, cujos ensinamentos compartilhados demonstram que “conhecer a madeira através da arte é ainda melhor”.

Aos meus familiares e amigos pelo suporte e apoio emocional –, constante e incondicional – de Lourdes e Julio, Sonia e Helio José, em especial de Helio e Gabriel.

*Do Senhor é a terra e tudo o que ela contém,
a órbita terrestre e todos os que nela habitam,
pois ele mesmo a assentou sobre as águas do mar
e sobre as águas dos rios a consolidou...*

(Salmo 23)

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	10
LISTA DE TABELAS	14
RESUMO	15
ABSTRACT	16
ABSTRAKT	17
RIASSUNTO	18
RESUMEN	19
1 INTRODUÇÃO.....	20
1.1 OBJETIVOS.....	22
1.1.1 Objetivo geral	22
1.1.2 Objetivos específicos	22
1.2 ESTRUTURA DA PESQUISA.....	23
1.3 HIPÓTESE DO TRABALHO	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1 PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO.....	24
2.2 DIAGNÓSTICO DA MADEIRA NO PATRIMÔNIO HISTÓRICO.....	27
2.3 MADEIRA E TÉCNICA CONSTRUTIVA.....	30
2.4 A UTILIZAÇÃO E O PROCESSAMENTO DA MADEIRA DE ARAUCÁRIA NAS COLÔNIAS DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS NO FINAL DO SÉCULO XIX.....	34
2.5 MADEIRA DE ARAUCÁRIA.....	40
2.6 PROCEDIMENTOS E RECOMENDAÇÕES PARA A IDENTIFICAÇÃO MACROSCÓPICA DAS ESPÉCIES.....	41
2.7 ANÁLISE VISUAL E OS AGENTES DETERIORADORES.....	43
2.7.1 Procedimentos e critérios da UNI EN 11119:2004	46
2.7.2 Análise não destrutiva – resistógrafo	48

2.7.3	Inspeção para projetos de restauro.....	52
2.8	DETERIORAÇÃO POR INSETOS.....	53
2.8.1	Coleoptera.....	55
2.8.2	Isoptera.....	63
2.8.3	Hymenoptera – Vespoidea e Formicidae.....	65
2.8.4	Lepidoptera–Tineidae.....	65
2.9	CÁLCULO E CONDIÇÃO DE SEGURANÇA DAS ESTRUTURAS.....	66
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	70
3.1	ANÁLISE DO OBJETO.....	70
3.1.1	As edificações históricas da Colônia Murici.....	71
3.1.2	Localização e ocupação do território.....	73
3.1.3	Seleção das edificações do estudo.....	74
3.2	ANÁLISE DA MADEIRA.....	78
3.3	ANÁLISE NÃO DESTRUTIVA.....	80
3.4	ANÁLISE DA FAUNA DE INSETOS.....	81
3.5	ANÁLISE ESTRUTURAL.....	83
3.5.1	Avaliação das tensões normais nos caibros submetidos à flexão composta reta.....	84
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	87
4.1	A ARQUITETURA E A TÉCNICA CONSTRUTIVA.....	87
4.1.1	Casa Grochocki.....	89
4.1.2	Casa Cetnarski.....	94
4.1.3	Casa Majczak.....	98
4.1.4	Comparação dos materiais empregados nas três técnicas construtivas.....	102
4.1.5	Geometria estrutural e detalhes construtivos.....	104
4.2	IDENTIFICAÇÃO MACROSCÓPICA DA ESPÉCIE LENHOSA.....	109
4.2.1	Casa Grochocki.....	109

4.2.2 Casa Cetnarski	111
4.2.3 Casa da Cultura	113
4.3 DIAGNÓSTICO DAS EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS	116
4.3.1 Casa Grochocki	116
4.3.2 Casa Cetnarski	122
4.3.3 Casa da Cultura	126
4.4 IDENTIFICAÇÃO DOS INSETOS	134
4.4.5 Insetos deterioradores das edificações históricas	136
4.5 AVALIAÇÃO ESTRUTURAL	142
4.5.1 Casa Grochocki	142
4.5.2 Casa Cetnarski	144
4.5.3 Casa da Cultura	147
5 CONCLUSÕES	151
6 RECOMENDAÇÕES.....	152
REFERÊNCIAS	153
ANEXOS	162

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – PRANCHA COM DESENHOS DE ENTALHES E SAMBLADURAS.	34
FIGURA 2 – MOINHO CONSTRUÍDO NA COLÔNIA MURICI (s.d.)	35
FIGURA 3 – SERRARIA MOVIDA A RODA D'ÁGUA, 1736.	36
FIGURA 4 – ALVARÁS DE FUNCIONAMENTO, REGISTRO DE JOÃO FOGGIATO (1911) (A), E EDMUNDO CHAPIESKY (1924) (B).	37
FIGURA 5 – POLIA DENTADA ENCONTRADA EMBAIXO DO MOINHO (A), MOINHO SCHAPIESKI EM FUNCIONAMENTO S.D. (B)	38
FIGURA 6 - SERRAS NA PARTE INTERNA DO MOINHO SCHAPIESKI (A), ENGRENAGENS (B). ...	39
FIGURA 7 – RETIRADA DA SUPERFÍCIE DO ELEMENTO ESTRUTURAL, ANÁLISE DIAGNÓSTICA DA VILLA PADULLI.	43
FIGURA 8 – PROVA RESISTOGRÁFICA DE UMA ESTRUTURA COM DESCONTINUIDADE INTERNA.	49
FIGURA 9 – ANÁLISE DENSITOMÉTRICA EQUIPAMENTO RESISTÓGRAFO (A), MEDIDOR DE UMIDADE EQUIPAMENTO TERMOHIGROMETRO (B).	50
FIGURA 10 – ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA DO MATERIAL.	51
FIGURA 11 – PRANCHA 1, INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO PARA PROJETO DE INTERVENÇÃO E CONSERVAÇÃO DA VILA PADULLI (CO).	52
FIGURA 12 – MAPA DAS COLÔNIAS COM DESTAQUE AS EDIFICAÇÕES DO ESTUDO.	74
FIGURA 13 – DATA DA CONSTRUÇÃO, 1910 (A), FOTO INTERNA DO MUSEU (B), FOTO EXTERNA, CASA GROCHOCKI VISTA DOS FUNDOS (C).	75
FIGURA 14 – CASA CETNARSKI MADEIRA SERRADA, 1916 (A), DATA DA CONSTRUÇÃO (B), CASA DE TRONCOS, 1883 (C).	76
FIGURA 15 – CASA MACJZAK DÉCADA DE 1940 (A), FACHADA FRONTAL E LATERAL 2012 (B).	77
FIGURA 16 – ANTIGA CASA DAS IRMÃS, DÉCADA DE 1920 (A), FACHADA FRONTAL, FOTO ATUAL (B), HORA DO CONTO INFANTIL (C).	78
FIGURA 17 – PLANTA DO SÓTÃO DA CASA GROCHOCKI (A), PLANTA DO SÓTÃO DA CASA CETNARSKI (B).	79
FIGURA 18 – PLANTA DO SÓTÃO DA CASA DA CULTURA.	79
FIGURA 19 – CAIBRO CD6 DA CASA GROCHOCKI, DETALHE DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS “SITUAÇÃO ÍNTEGRA E SITUAÇÃO MODIFICADA”, E OS RESPECTIVOS MOMENTOS DE INÉRCIA.	85
FIGURA 20 - DIREÇÃO REAL DO CARREGAMENTO (A), COMPONENTE TRANSVERSAL AO EIXO LONGITUDINAL DO CAIBRO (B), COMPONENTE PARALELA AO EIXO LONGITUDINAL DO CAIBRO (C)	85
FIGURA 21– IMPLANTAÇÃO DA CASA GROCHOCKI.	88
FIGURA 22 – PLANTA E FACHADAS DA CASA GROCHOCKI (A), VOLUMETRIA (B).	90
FIGURA 23 – PERSPECTIVA DA CASA GROCHOCKI.	90
FIGURA 24 – FUNDAÇÃO (A), PISO (B), PAREDES (C), ENCAIXE CAUDA DE ANDORINHA (D). ...	93

FIGURA 25 – DIFERENTES SEÇÕES DOS TRONCOS (A), SEÇÃO RETANGULAR DO TRONCO CASA GROCHOCKI (B), VISTA GERAL DA CASA GROCHOCKI 2007, ANTES DA INTERVENÇÃO DE 2009 (C).	93
FIGURA 26 – CAIBROS (A), CACHORRO (B), PROCESSAMENTO RÚSTICO DOS CAIBROS (C)...	93
FIGURA 27 – PLANTA E FACHADAS (A), PERSPECTIVA DA CASA CETNARSKI (B).....	94
FIGURA 28 – FUNDAÇÃO DE TIJOLOS (A), ESTRUTURA E PAREDES (B), PISO DE TÁBUAS (C).	98
FIGURA 29 – ESCADA (A), PORTA (B), JANELA (C), FORRO (D).	98
FIGURA 30 – ESTRUTURA DO TELHADO (A), ENCAIXE A MEIA-MADEIRA (B).....	98
FIGURA 31 – FACHADA FRONTAL (A), VISTA DO SÓTÃO (B), DETALHE DA CIMALHA (C).....	98
FIGURA 32 – IMPLANTAÇÃO, PLANTAS E FACHADAS (A) PERSPECTIVA DA CASA MAJCZAK (B)	99
FIGURA 33 – ALICERCE DE PEDRAS (A), PISO DE TÁBUAS (B), ENCAIXE DO PISO E PAREDES (C), PAREDES INTERNAS COM AS VIGAS DA ESTRUTURA DO TELHADO (D).....	102
FIGURA 34 – DETALHE DA JANELA DA CASA MAJCZAK (A), FERRAMENTAS: MOLDE (B), PLAINA CURVA (C), PLAINA DENTADA (D).	102
FIGURA 35 – PORTA E JANELA (A), FORRO SAIA-CAMISA EM MEIA-ESQUADRIA (B), ENCAIXE DO TIPO CAIXA E ESPIGA COM UNIÃO POR CAVILHA (C), PONTALETE E MÃO-FRANCESA (D).	102
FIGURA 36 – CASA DE TRONCOS (A), CASA DE MADEIRA SERRADA (B), CASA DE ALVENARIA (C)..	103
FIGURA 37 – CASA GROCHOCKI (A), CASA CETNARSKI (B), CASA MACJZAK (C), DETALHE DA CASA DA CULTURA (D).....	105
FIGURA 38 – ESTRUTURA DA COBERTURA DA CASA GROCHOCKI (A), ENTALHE DAS PEÇAS, PILAR, CAIBROS E A CUMEEIRA (B).	106
FIGURA 39 – ESTRUTURA DO TELHADO DA CASA CETNARSKI (A), ENCAIXE DO TIPO MEIA- MADEIRA (B).....	106
FIGURA 40 – ESTRUTURA DO TELHADO DA CASA MACJZAK (A), PONTALETE E MÃOS- FRANCESAS (B).....	107
FIGURA 41 – ESTRUTURA DA COBERTURA DA CASA DA CULTURA (A), MÃOS-FRANCESAS, ENCAIXE DO TIPO CAIXA E ESPIGA COM UNIÃO POR CAVILHA (B, C).....	107
FIGURA 42 – DETALHE DA ESTRUTURA DA CASA MAJCZAK (A), ESTRUTURA DO MOINHO SCHAPIESKI (B).....	108
FIGURA 43 – SAMBLADURA USADA NA UNIÃO DE PEÇAS LONGITUDINAIS (A), CAIXA E ESPIGA NA UNIÃO DE PILAR E VIGA (B), PEÇA ENTALHADA (C).	108
FIGURA 44 – CAIBRO CE7 COM DISTINÇÃO ENTRE CERNE E ALBURNO, GRÃ RETA.	110
FIGURA 45 – TONALIDADE RÓSEA DAS MADEIRA ENVELHECIDAS (A) AMOSTRA INDICANDO ALBURNO E LENHO TARDIO (B), ANÉIS DE CRESCIMENTO COM CERCA DE 0,5cm (C).....	110
FIGURA 46 – NÓS VERTICILADOS NO CAIBRO CD3 (A), MEDIDA HORIZONTAL (B).....	110
FIGURA 47 – CAIBRO COM REVESTIMENTO (A), AMOSTRA REALIZADA NO CAIBRO CE2 (LADO ESQUERDO) (B) E CD4 (LADO DIREITO) (C) FICANDO EVIDENTE A COLORAÇÃO E A GRÃ RETA.	112
FIGURA 48 – PRESENÇA DE NÓS VERTICILADOS, DISTÂNCIA DE 60 cm - CAIBRO CE3.	112

FIGURA 49 – AMOSTRA REALIZADA NO CAIBRO CD3 (A), DESENHO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO E A COR AMARELADA DA MADEIRA (B).	112
FIGURA 50 – CAIBRO DO LADO DIREITO COLORAÇÃO RÓSEA (A), MÃO-FRANCESA TOM ALARANJADO (B).	114
FIGURA 51 – ANÉIS DE CRESCIMENTO E GRÃ RETA NO PENDURAL PE6 (A), DISTINÇÃO ENTRE CERNE E ALBURNO BARROTE LADO ESQUERDO (B) NÓS VERTICILADOS PE2(C).	114
FIGURA 52 – AMOSTRA FEITA NA VIGA COM A RETIRADA DE LÂMINA DE MADEIRA.	114
FIGURA 53 – CORTE E DETALHE DA CASA GROCHOCKI (A), VISTA GERAL DO SÓTÃO (B).	116
FIGURA 54 – PROCESSAMENTO RÚSTICO DAS MADEIRAS CAIBRO CD2 (A), CAIBRO COM CHANFRO CE4 (B), GRUPO DE NÓS CAIBRO CE7 (C).	118
FIGURA 55 – PLANTA DO MAPEAMENTO DOS DEFEITOS E DETERIORAÇÕES, CASA GROCHOCKI.	118
FIGURA 56 – ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA (A) DETERIORAÇÃO POR INSETOS DIMINUIÇÃO DA SEÇÃO (B), PRESENÇA DE UMIDADE E BOLORES (C).	118
FIGURA 57 – BASE DO PILAR 3.	120
FIGURA 58 – PROVA RESISTOGRÁFICA PR1 (A), INDICAÇÃO DA PROVA RESISTOGRÁFICA – VISTA LATERAL (B), LEGENDA DE RESISTÊNCIA (C).	120
FIGURA 59 – PROVA RESISTOGRÁFICA PR2 - CAIBRO CE1 (LADO ESQUERDO) A 10CM (A), PR3 A 200CM (B), INDICAÇÃO DAS PROVAS RESISTOGRÁFICAS (C).	121
FIGURA 60 – CORTE 01 E DETALHE DA CASA CETNARSKI (A), VISTA GERAL DO SÓTÃO (B).	122
FIGURA 61 – CHANFROS NOS CAIBROS CE4 E CE8 (A, B), NÓS (C), ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA E FISSURAS (D).	124
FIGURA 62 – RACHADURA NA TRAVESSA T4 (A), ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA E RESÍDUOS CAIBRO CD1 (B), MANCHAS DE UMIDADE NA TESOURA 8 (C).	124
FIGURA 63 – PLANTA DO MAPEAMENTO DOS DEFEITOS E DETERIORAÇÕES, CASA CETNARSKI.	124
FIGURA 64 – PROVA RESISTOGRÁFICA PR4 (A), INDICAÇÃO DA PROVA RESISTOGRÁFICA (B).	125
FIGURA 65 – PROVA RESISTOGRÁFICA PR5 (A), INDICAÇÃO DA PROVA RESISTOGRÁFICA (B).	125
FIGURA 66 – PROVA RESISTOGRÁFICA PR6 (A), INDICAÇÃO DA PROVA RESISTOGRÁFICA (B).	126
FIGURA 67 – CASA DA CULTURA, CORTE E DETALHE DO TELHADO (A), FACHADA FRONTAL, MANSARDA CENTRAL (B), FACHADA POSTERIOR VISTA DAS 3 LUCARNAS (C).	127
FIGURA 68 – VISTA GERAL DAS TRAMAS DO LADO A (A), LESÃO NO CAIBRO CD8 (B), PEÇA QUE RESTOU DO CAIBRO CD8 (C).	127
FIGURA 69 – PROCESSAMENTO RÚSTICO DA MADEIRA E CHANFRO CE6 (A), FISSURAS NA VIGA VE2 (B) E NO CAIBRO CD3 (C), RACHADURA NA MÃO-FRANCESA (D), NÓS SOLTOS (E).	129

FIGURA 70 – ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA E RESÍDUOS DE INSETOS (A), GALERIAS DE COLEÓPTEROS E PERDA DA SEÇÃO NA BASE DO PENDURAL PE9 (B).....	129
FIGURA 71 – MANCHAS, SINAIS DE UMIDADE (A), FUNGO EMBOLADOR (B), PODRIDÃO PARDA, CORPOS FRUTÍFEROS NA LATERAL (C), PODRIDÃO MOLE NA BASE (D).....	130
FIGURA 72 – PLANTA DO MAPEAMENTO DOS DEFEITOS E DETERIORAÇÕES, CASA DA CULTURA.....	130
FIGURA 73 – PROVA RESISTOGRÁFICA PR7 (A), INDICAÇÃO DA PROVA RESISTOGRÁFICA (B).	131
FIGURA 74 – PROVA RESISTOGRÁFICA PR8 (A), INDICAÇÃO DA PROVA RESISTOGRÁFICA (B).	131
FIGURA 75 – PROVAS RESISTOGRÁFICAS PR9 (A), PR10 (B), INDICAÇÃO DAS RESISTOGRÁFICAS (C).	132
FIGURA 76 – PROVAS RESISTOGRÁFICAS PR11 (A), PR12 (B), INDICAÇÃO DAS PROVAS RESISTOGRÁFICAS (C)	132
FIGURA 77 – VISTA GERAL DO SÓTÃO DA CASA DA CULTURA, LADO A (A) DETALHE DAS VIGAS DE MADEIRA DETERIORADAS POR FUNGOS (B).	137
FIGURA 78 – OVOS, LARVAS E PUPAS DE <i>Nilio pusillus</i> (Coleoptera: Tenebrionidae), CASA DA CULTURA (A), INSETOS ADULTOS SOBRE O CAIBRO DE ARAUCÁRIA (B), vista dorsal do adulto (C).....	139
FIGURA 79 – ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA E GALERIAS DE Anobiinae (Coleoptera: Ptinidae), TRONCOS EXTERNOS DA CASA GROCHOCKI (A), ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA COM RESÍDUOS FINOS NO CAIBRO DO SÓTÃO (B), GALERIAS LISAS COM RESÍDUO GRANULAR DE ISOPTERA (C).	139
FIGURA 80 – ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA E GALERIAS DE Anobiinae (Coleoptera: Ptinidae),TÁBUAS EXTERNAS DA CASA CETNARSKI (A), RESÍDUOS NO PENDURAL PD5 – LADO A, CASA DA CULTURA (B), ORIFÍCIOS E GALERIAS DE ANOBÍDEOS NO PENDURAL PE9 – LADO B, CASA DA CULTURA (C). FONTE: MACARI (2012).	139
FIGURA 81 - EXEMPLARES DE COLEOPTERA E ISOPTERA COLETADOS NAS EDIFICAÇÕES: <i>Xyleborus ferrugineus</i> (A) e <i>X. linearicollis</i> (Curculionidae) (B), <i>Cryptocarenum</i> sp. (Curculionidae) (C), <i>Trycorynus</i> sp (Ptinidae) (D), <i>Trycorynus</i> sp (Ptinidae) (E), <i>Anobium elevatum</i> (Ptinidae) (F), <i>Platypus</i> (G) e Platypodinae (Curculionidae) (H), Isoptera sp. (I).....	141
FIGURA 82 – SEÇÃO DOS CAIBROS (CASA GROCHOCKI), SITUAÇÃO ÍNTEGRA E SITUAÇÃO MODIFICADA.	143
FIGURA 83 – SEÇÃO DOS CAIBROS (CASA CETNARSKI), SITUAÇÃO ÍNTEGRA E SITUAÇÃO MODIFICADA.	145
FIGURA 84 – SEÇÃO DO CAIBRO (CASA DA CULTURA), SITUAÇÃO ÍNTEGRA E SITUAÇÃO MODIFICADA.....	148
FIGURA 85 – EQUIPAMENTO MEDIDOR DE UMIDADE COM SONDA DE PENETRAÇÃO.	167

Nota da autora: As figuras e fotos presentes na tese foram realizadas pela autora. Algumas delas fazem parte do levantamento, realizado pela equipe técnica do livro Madeira e técnica: as edificações históricas da Colônia Murici (BERNARDO, 2013). As demais foram obtidas das fontes bibliográficas, de arquivos públicos e particulares, e encontram-se referenciadas junto às figuras.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1– EDIFICAÇÕES DE INTERESSE HISTÓRICO DA COLÔNIA MURICI	72
TABELA 2– A MADEIRA EMPREGADA COMO MATERIAL EM CADA TÉCNICA CONSTRUTIVA...	103
TABELA 3 – ASPECTOS PARA A IDENTIFICAÇÃO DA <i>Araucaria angustifolia</i> EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS.....	115
TABELA 4– ESPÉCIES DE INSETOS COLETADOS NA CASA GROCHOCKI, NA CASA CETNARSKI E NA CASA DA CULTURA, SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PR.....	134
TABELA 5 – INSETOS DETERIORADORES DA MADEIRA E DO ACERVO	140
TABELA 6 - VALORES COMPARATIVOS ENTRE TENSÕES NORMAIS RESISTENTES E ATUANTES, CASA GROCHOCKI.	143
TABELA 7 - VALORES COMPARATIVOS ENTRE TENSÕES NORMAIS RESISTENTES E ATUANTES, CASA CETNARSKI.....	146
TABELA 8 - VALORES COMPARATIVOS ENTRE TENSÕES NORMAIS RESISTENTES E ATUANTES, CASA DA CULTURA	148

RESUMO

O objetivo deste estudo foi propor métodos e técnica instrumental de diagnóstico para projetos de restauração e preservação do patrimônio histórico com base na avaliação por meio de técnicas não destrutivas. As edificações de madeira de araucária presentes na Colônia Murici, município de São José dos Pinhais, Paraná Brasil, retratam o desenvolvimento da técnica construtiva e o processamento da madeira, a partir da utilização do material nativo. A abundância de matéria-prima associada ao conhecimento trazido pelos imigrantes europeus, no final do século XIX, propiciou a formação de um rico acervo da arquitetura da madeira no Paraná. O desafio de preservar o patrimônio histórico, no entanto, enfrenta questões elementares como a necessidade de conscientização da população quanto à valorização de sua memória cultural e principalmente das obras de madeira. Sendo assim foram realizadas análises anatômicas macroscópicas da madeira, análises visuais para a determinação dos agentes deterioradores e instrumental com o uso do equipamento resistógrafo. Os dados obtidos do mapeamento do estado de conservação e dos diagramas informaram o grau e o local das deteriorações auxiliando na verificação da estimativa de segurança estrutural das edificações. A partir dos resultados concluiu-se que os insetos da ordem Coleoptera (Ptinidae) e os Isoptera identificados representam riscos às madeiras instaladas, assim como a deterioração por agentes físicos e por fungos apodrecedores. As estruturas dos telhados apresentam integridade parcial, no nível de resistência das peças os danos graves são pontuais podendo, por meio do método empregado, prever ações menos invasivas garantindo a preservação e a manutenção da originalidade das obras.

Palavras-chave: Análise não destrutiva; Diagnóstico da madeira; Patrimônio arquitetônico; Colônia Murici.

ABSTRACT

This work aimed to develop methods and instrumental patterns for historical heritage of wooden buildings, projects of restoration and preservation through nondestructive techniques. The Araucaria wooden buildings from Colônia Murici, in the city of São José dos Pinhais, Paraná Brasil, displays the evolution of the construction techniques and wood processing from the use of native material. The abundance of raw materials associated with the knowledge brought by european immigrants, in the late nineteenth century, led to the formation of a rich collection of wooden architecture in Paraná State. The challenge of preserving this heritage, however, faces elemental issues as the need for public awareness of the value of their cultural memory and mainly the wooden works. As such, it was performed the wood anatomical macroscopic analysis, visual analysis for determining the deterioration agents and instrumental equipment with resistograph. Data obtained from the mapping condition and diagrams reported the level and location of deteriorations, assisting in the verification of estimated structural safety of the buildings. From the results, it was concluded that the insects of Coleoptera order (Ptinidae) and Isoptera identified presents a risk to the wood installed, as well as by physical agents deterioration and rotting fungi. The structures of the roofs have partial integrity, in the level of parts resistance the serious damages are specifics being possible through the nondestructive method of analysis predict actions to ensure the preservation and maintenance the buildings originality.

Keywords: Wood Deterioration; NonDestructive Analysis; Methodology Analysis; Architectural Heritage; Colônia Murici.

ABSTRAKT

Celem tego badania było zaproponowanie metod i technik diagnostycznych instrumentalną dla projektów odbudowy i zachowania w oparciu o historyczne oceny z zastosowaniem technik nieniszczących. Drewniane budynki Araukaria Murici obecne w Kolonii, miasta São José dos Pinhais, Parana Brazylii, przedstawiają rozwój technik budowlanych i przetwórstwa drewna z wykorzystania rodzimego materiału. Obfitość surowców związanych z wiedzy wniesionej przez europejskich imigrantów w końcu XIX wieku doprowadził do powstania bogatego drewna architektonicznego w kolekcji Paraná. Wyzwaniem jest zachowanie tego dziedzictwa, jednak stoi podstawowych kwestii, takich jak potrzeba świadomości społecznej wartości ich pamięci kulturowej, a zwłaszcza prace z drewna. Anatomiczna analiza, analiza wizualna dla określenia środków niszczących i instrumentalne użyciem sprzętu wytrzymałości zostały wykonane. Dane uzyskane z mapowania stanu i schematy poinformował stopnia i lokalizacji pogorszenia pomagają w weryfikacji szacunkowej bezpieczeństwa strukturalnego budynków. Na podstawie wyników stwierdzono, że owady z rzędu Coleoptera (Ptinidae) i Isoptera zidentyfikowanego stwarzać zagrożenie dla drewna zainstalowany, jak również pogorszenie przez czynniki fizyczne i rozpadu grzybów. Struktury wykazują częściową integralności dachach, poziom odporności tych części są wyłączone z poważnego uszkodzenia i może dzięki zastosowanej metody, zapewniają mniej inwazyjnych działań zapewniających ochronę i konserwację oryginalność pracy.

Słowa kluczowe: Drewno Pogorszenie; Nieniszczących Analiza; Metodologia analizy; Dziedzictwo architektoniczne; Colonia Murici

RIASSUNTO

Lo scopo di questo studio è stato proporre metodi e tecnica strumentale di diagnosi per progetti di restauro e conservazione del patrimonio storico con base nella valutazione con tecniche non distruttive. Gli edifici in legno di araucaria presenti nella Colônia Murici, commune di São José dos Pinhais, Paraná Brasile, raffigurano lo sviluppo della tecnica costruttiva e della lavorazione del legname a partire della utilizzazione del materiale nativo. L'abbondanza della materia prima associata alla conoscenza portata dagli'immigranti europei, alla fine del XIX secolo, propiziò la formazione di una ricca collezione della architettura in legno nello Stato di Paraná. La sfida di preservare questo patrimonio, però, affronta questioni elementari come la necessità della consapevolezza pubblica della valorizzazione della memoria culturale comune e principalmente delle opere in legno. Pertanto, analisi anatomiche macroscopiche del legname sono state eseguite, analisi visuale per individuare gli agenti di degrado e strumentali, con la attrezzatura del tipo resistógrafo. I dati ottenuti della mappatura dello stato di conservazione e dei diagrammi hanno riportato il grado e la posizione del deterioramento, I quali aiuteranno nella verifica e stima di sicurezza strutturale degli edifici. Dai risultati si è concluso che gli insetti dell'ordine Coleottera (Ptinidae) e gli Isotteri identificati rappresentano rischi per gli elementi lignee in opera, così come il degrado degli agenti fisici e dei funghi, carie del legno. Le strutture dei tetti hanno integrità parziale, al livello di resistenza degli elementi, i danni gravi rilevati sono puntuali, mediante il metodo impiegato è possibile prevedere azioni meno invasive che garantiscano la conservazione e il mantenimento della originalità degli edifici.

Parole chiave: Analisi non distruttive; Diagnostica del legno; Patrimonio architettonico; Colônia Murici.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue proponer métodos y técnica instrumental de diagnóstico para proyectos de restauración y conservación del patrimonio histórico con base a la evaluación por medio de técnicas no destructivas. Las edificaciones en madera de araucaria presentes en la Colonia Murici, municipio de São José dos Pinhais, Paraná Brasil, muestran el desenvolvimiento de la técnica de construcción y del procesamiento de la madera, a partir de la utilización del material nativo. La abundancia de material prima asociada al conocimiento que trajeron los inmigrantes europeos, a finales del siglo XIX, llevó a la formación de un importante acervo arquitectónico de madera en el Estado de Paraná. El reto de conservar el patrimonio histórico, aún enfrenta cuestiones básicas como la necesidad que las personas tomen conciencia a respecto de la valorización de su memoria cultural y principalmente de las obras de madera. Por lo tanto, fueron realizadas análisis anatómicas macroscópicas de la madera, análisis visuales para la determinación de los agentes degradadores y instrumental con el equipo resistógrafo. Los datos obtenidos sobre el estado de conservación y los diagramas, informaron el grado y el local de las deterioraciones ayudando a verificar la estimativa de la seguridad estructural de las edificaciones. A partir de los resultados se concluye que los insectos identificados del orden Coleoptera (Ptinidae) y los Isoptera, representan riesgos a las maderas instaladas, así como la degradación por agentes físicos y por hongos de pudriciones. Las estructuras de los techos presentan integridad parcial, en el nivel de resistencia de las piezas los daños graves son precisos pudiendo por medio de el método usado prever acciones menos invasivas garantizando la preservación y la manutención de la originalidad de las obras.

Palabras claves: Análisis no destructivos; diagnóstico de la madera; patrimonio arquitectónico; Colônia Murici.

1 INTRODUÇÃO

A vinda de imigrantes europeus no final do século XIX modificou as estruturas econômica, política e cultural da província do Paraná, pois teve forte influência no desenvolvimento das técnicas agrícolas, na construção de máquinas, na melhoria do transporte e do comércio, e de forma peculiar no sistema construtivo. A partir daí aprimoraram-se o processamento e o transporte das madeiras; associadas à construção das estradas de ferro que facilitaria o escoamento e a exploração dos pinheirais, surgiram um grande número de serrarias, muitas delas pertencentes aos recém-chegados imigrantes (KERSTEN, 2000).

Ocorreu uma vasta produção de bens móveis e imóveis de madeira diante da contribuição do imigrante. A abundância de matéria-prima, associada ao conhecimento trazido pelo imigrante, propiciou a formação de um rico acervo da arquitetura da madeira no Estado.

A criação da Colônia Murici, fundada em 1878, insere-se na política imigratória nacional da ocupação do território em pequenas propriedades agrícolas com base na mão de obra livre, em conformidade à política da província com a instalação das colônias oficiais próximas da capital a fim de garantir o seu o abastecimento.

Os imigrantes, em sua maioria, oriundos das regiões rurais da Polônia, trouxeram consigo o conhecimento de técnicas agrícolas e de carpintaria, introduzindo o uso de técnicas milenares de sambladuras, entalhes e encaixes em estruturas de telhado (BERNARDO, 2013). Na construção de suas habitações, inicialmente usaram troncos de pinheiros encaixados, e com a mecanização ocorreu a difusão das casas de madeira serrada, com a utilização de tábuas, caibros, pilares e vigas, entre outros que podiam ser obtidos em medidas padronizadas (IMAGUIRE, 1993; SILVA, 2008). Por isso, mesmo com a melhora da condição econômica e a implantação das casas de alvenaria, o interior foi em grande parte mantido de madeira.

Encontram-se na Colônia Murici remanescentes das casas de troncos construídas pelos primeiros imigrantes, além das casas de madeira serrada e das casas de alvenaria que compõem o acervo das edificações históricas do município de São José dos Pinhais.

A preservação das casas representa a conservação da história, da memória e da cultura dos primeiros imigrantes; do saber fazer transmitido e das técnicas construtivas trazidas do país de origem, e o envio deste conjunto de valores para as futuras gerações.

O desafio de preservar o patrimônio histórico, no entanto, enfrenta questões elementares como a necessidade de conscientização da população e dos governos quanto à valorização da memória cultural a partir da conservação da arquitetura popular, principalmente as obras de madeira. Diferente de uma obra de arte, mantida dentro de um museu, as edificações de madeira sofrem pela deterioração dos agentes externos associados ao clima tropical brasileiro. São os elementos em estruturas de telhados em geral os mais atingidos, pois recebem o impacto direto do intemperismo. A deterioração pode iniciar a partir de pequenas falhas na cobertura, que ao longo dos anos, sem a devida manutenção, levam ao comprometimento da estrutura e da segurança de uso do bem imóvel.

Não existe no Brasil uma norma específica para a conservação dos bens materiais, há falta de mão de obra especializada e métodos de análise e intervenção; sendo reduzido o número de centros de pesquisa que se dedicam ao conhecimento técnico-científico do restauro da madeira.

Por isso justificam-se as investigações acerca do diagnóstico por meio de métodos não destrutivos para a preservação de bens históricos, embasados nas cartas patrimoniais e na teoria da restauração. Em defesa da conservação preventiva, segundo a qual devem ser removidos os elementos que comprometem a segurança da obra. As ações quando necessárias devem ser realizadas com a mínima intervenção, e que sejam mantidos os seus valores estéticos e históricos (BRANDI, 2004).

Destacam-se os cadastros e os levantamentos que são as etapas primárias segundo recomendações e normas internacionais, defendidas por reconhecidas instituições de defesa do patrimônio. Ação necessária, consagrada pela teoria e prática do restauro e fundamental à tutela e preservação/restauração de obras de interesse cultural. Parte-se destes princípios para a realização de estudos em edificações históricas.

Os cadastros e os levantamentos confundem-se com a própria preservação da memória, “pois são capazes de conservar não só a imagem e a história do

patrimônio constituído, como também daquele, infelizmente, fadado ao desaparecimento” (BRAGA, 2013).

A vasta produção da cultura da madeira no Paraná de origem da floresta de araucária e da sabedoria dos mestres do passado fazem jus ao desenvolvimento de pesquisas nesta área, a fim de abandonar o empirismo e fundamentar os procedimentos em estudos comprovados. A partir daí será possível implementar projetos de restauração, conservação e reutilização de obras históricas, promovendo a valorização dos bens culturais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Propor subsídios (método e técnica instrumental de diagnóstico) para projetos de restauração e preservação do patrimônio histórico de madeira, com base na avaliação por meio de técnicas não destrutivas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar o levantamento e descrever as técnicas construtivas de edificações históricas;
- identificar a geometria da estrutura do telhado das edificações;
- identificação macroscópica da madeira utilizada nas edificações;
- diagnosticar o estado de conservação;
- empregar o resistógrafo como análise instrumental não destrutiva;
- identificar os insetos deterioradores do patrimônio;
- avaliar a integridade dos telhados e verificar a margem de segurança estrutural.

1.2 ESTRUTURA DA PESQUISA

O presente estudo aborda inicialmente na revisão de literatura a importância da preservação, do diagnóstico do estado de sanidade da madeira e dos métodos não destrutivos no patrimônio histórico. Traz na pesquisa procedimentos para a avaliação de bens culturais descritos por norma específica, do mesmo modo para os métodos de cálculo e segurança das estruturas.

A madeira e a técnica construtiva são abordadas desde a fundação da Colônia Murici e o processamento da madeira no final do século XIX, tendo como influência a imigração polonesa.

A tese foi estruturada em cinco tópicos principais: o estudo da arquitetura e da técnica construtiva; a identificação da madeira; o diagnóstico das edificações por meio de técnica não destrutiva; a identificação dos insetos deterioradores; e a avaliação estrutural.

Os resultados ao final apresentam o estado geral de conservação das edificações, a margem de segurança estrutural e alertam para algumas situações de risco. As conclusões indicam a eficiência de algumas técnicas de análise e as recomendações para a necessidade de projetos de intervenção e conservação do patrimônio edificado.

1.3 HIPÓTESE DO TRABALHO

A ação de agentes deterioradores da madeira nas edificações históricas da Colônia Murici, São José dos Pinhais - PR, interferem na integridade e na condição de segurança de uso das construções.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO

Uma casa de madeira antiga comprova a evolução da técnica construtiva, manifesta a história de uma região, traz consigo a sabedoria do artesão, enfim, revela os valores culturais como um bem nacional. A preservação da arquitetura de madeira contempla a manutenção deste conjunto de valores, a saber, os sociais, os históricos e os culturais, e o envio destes às futuras gerações.

O valor da transmissão das obras do passado em sua autenticidade contribui para a preservação da memória e da identidade cultural. “Portadores de mensagem espiritual do passado, as obras monumentais de cada povo perduram no presente como o testemunho vivo de suas tradições seculares”. A humanidade se reconhece solidariamente responsável por preservá-las, impondo a si mesma o dever de transmiti-las na plenitude de sua autenticidade (IPHAN, 2009, p. 1-2).

O conceito de preservação de legados e de heranças do passado, abarcando a reflexão crítica, além do conjunto de ações de identificação, conservação, restauração, gestão e proteção legal, assumiu conotação cultural e o início da construção de um campo do conhecimento em meados do século XVIII, desenvolveu-se ao longo do século XIX, para se firmar definitivamente no século seguinte (SANTOS, 2012). O termo monumento histórico foi consagrado com uma legislação específica na França após o ano de 1834, se constituiu num marco importante na divulgação e implementação da necessidade de aliar a ideia de herança cultural com a de patrimônio arquitetural (CHOAY, 1996).

Segundo Kersten (2000), a noção de patrimônio assenta-se numa versão histórica pela capacidade de se reportar os fatos que realmente aconteceram – transformando-os em marcos históricos –, trazendo-os no tempo e no espaço eles passam a objetos revestidos de novas significações. Congregando as dimensões testemunhais do cotidiano, a incorporação do termo cultural – patrimônio cultural –

pretende registrar as manifestações significativas presentes nas relações sociais, quer os bens materiais, quer as expressões imateriais (KERSTEN, 2000).

No Brasil os fatos que marcaram a participação mais efetiva do Estado em defesa do patrimônio foram o Decreto Federal nº. 22.928 de 1933, que elevou Ouro Preto à categoria de Monumento Nacional, a criação da Inspetoria dos Monumentos Nacionais em 1934; e o Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico (SPHAN atual IPHAN) em 1936. Um dos documentos mais importantes foi o Decreto-lei nº. 25, que organizou a proteção do patrimônio, definindo o tombamento, normatizou a atividade de preservação, delimitando os direitos individuais de propriedade sobre os bens móveis e imóveis, em função do interesse público, promulgado em 1937 (KERSTEN, 2000; KÜHL, 2008). A Constituição Federal de 1988 ampliou a noção de patrimônio cultural ao reconhecer a existência de bens culturais de natureza material e imaterial, além ao estabelecer outras formas de preservação – como o Registro e o Inventário (IPHAN, 2013).

A palavra preservação no Brasil possui um sentido lato que abarca variados tipos de ações, tais como: inventários, registros, providências legais para a tutela, educação patrimonial e políticas públicas. Abrange também as intervenções nos bens, para que sejam transmitidos da melhor maneira possível ao futuro, que podem assumir a forma de manutenção, conservação e restauração (KÜHL, 2008).

Cabe ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), ao Ministério da Cultura, aos órgãos municipais e estaduais a missão de identificar, proteger, restaurar, documentar, preservar para a atual e as futuras gerações visando assegurar a permanência e usufruto dos bens culturais (IPHAN, 2013). Ampliando-se a missão para o âmbito do desenvolvimento da sociedade, – e recuperando-se o entendimento de que a construção de uma nação e o uso das coisas públicas são responsabilidades coletivas – incluindo-se aí os diversos grupos e interesses econômicos –, torna-se uma missão de todos “o bem cultural a ser compartilhado e cuidado por todos” (CARSALADE, 2013).

A carta internacional sobre conservação e restauração de monumentos e sítios, conhecida como *Carta de Veneza* (1964), ainda hoje parâmetro às políticas de preservação e restauração, reafirmou alguns dos princípios do primeiro documento internacional – a *Carta de Atenas* (1931) – propondo-se a transpor a área de interesse do monumento único ao contexto arquitetônico (IPHAN, 2009). Em seus termos:

Artigo 1º - A noção de monumento histórico compreende a criação arquitetônica isolada bem como o sítio urbano ou rural que dá testemunho de uma civilização particular, de uma civilização significativa ou de um acontecimento histórico. Entende-se não só às grandes criações, mas também às obras modestas, que tenham adquirido, com o tempo, uma significação cultural.

Artigo 2º - A conservação e restauração dos monumentos constituem uma disciplina que reclama a colaboração de todas as ciências e técnicas que possam contribuir para o estudo e a salvaguarda do patrimônio monumental (IPHAN, 2009, p. 1-2).

Dessa forma, a *Carta de Veneza* ressalta a importância das obras modestas, da manutenção do sítio histórico e da colaboração de todas as ciências e técnicas, é fundamental a multidisciplinaridade para a preservação e a restauração, além da manutenção permanente para a conservação dos monumentos. Alerta ainda para as intervenções lesivas e para o deslocamento dos monumentos dos seus sítios originais. “A restauração não deve falsificar o monumento ou o documento de arte ou de história” (IPHAN, 2009).

No campo da conservação e do restauro dos bens culturais, a eliminação da linha de confinamento entre os diversos âmbitos disciplinares é obrigatória, sem a interação constante entre pesquisa histórica, pesquisa científica e pesquisa técnica, os resultados seriam inócuos. Valsassina (2007 *apud* Caneva *et al.*, 2007) destaca a importância de se encontrar uma sintonia factível na formação cultural, harmonizando de maneira construtiva e criativa as mais variadas competências (arqueólogos, arquitetos, historiadores, restauradores, químicos, biólogos etc.) com o objetivo comum da salvaguarda do patrimônio e dos bens culturais.

Kühl (2009) destaca a falta de tradição de preservação no Brasil, quanto à reflexão crítica e a formação de profissionais, onde os problemas de critérios de intervenção são raramente abordados, o que resulta na ausência de clareza conceitual e de meios apropriados nos procedimentos:

Apesar das décadas de existência dos serviços de preservação no Brasil, não existe uma tradição consolidada de ampla formação de profissionais para atuar na área, havendo discrepâncias dentro dos próprios serviços, tampouco existe um quadro suficiente de mão-de-obra e de empresas verdadeiramente qualificadas para trabalhar no setor, nem exigências legais efetivas para esse fim. Quanto às edificações que pertencem a particulares, as disparidades são ainda maiores (KÜHL 2009, p.112-113).

Entre as metodologias de intervenção utilizadas no Brasil comparadas às da Europa, Teobaldo (2006) esclarece que, no caso brasileiro, as intervenções são ainda pouco exploradas ou incorretamente inseridas no processo (restauração), demonstram a necessidade de se combinar autenticidade histórica com a adequação tecnológica: “[...] revelam não só a escassez de recursos, como a falta de discussão crítica em torno dos critérios de intervenção e conhecimento de materiais e técnicas disponíveis no país”.

As noções de autenticidade e permanência fundamentaram a prática de preservação ocidental, conduzindo à criação de instrumentos e leis voltados para a guarda e a conservação dos bens patrimoniais. E, nesse processo, segue-se a lógica da manutenção pelo tempo mais longo e da forma mais íntegra possíveis, com a busca da permanência da forma e da matéria que fixam os valores neles reconhecidos (SANT’ANNA, 2009).

Contudo, verificam-se limites nos processos de preservação dos bens no cotidiano, a exemplo da complexidade relativa à valorização dos bens imateriais e da compreensão do tombamento dos bens imóveis, muitas vezes, como “engessamento das ações” ao invés de promotor da valorização e melhora da condição de uso. Daí porque vale a pena agregar os conceitos trazidos pelo mundo oriental onde os objetos não são vistos, prioritariamente, como depositários da tradição cultural. “A permanência no tempo das expressões materiais dessas tradições, não é o aspecto mais importante, e sim o conhecimento necessário para reproduzi-las” (SANT’ANNA, 2009) e, além disso, para poder transmiti-las.

2.2 DIAGNÓSTICO DA MADEIRA NO PATRIMÔNIO HISTÓRICO

Entre os materiais de construção empregados em edificações históricas, a madeira pode ser considerada, segundo Jurina (2009), mais do que qualquer outro material, um insubstituível elemento documentário, já que descreve sua idade e proveniência; traz impressas as marcas do processamento, do artesanato e das

tecnologias empregadas, e serve como testemunho dos eventuais traumas sofridos (incêndios, colapsos etc.), bem como da deterioração biológica.

No entanto, a deterioração deste material pode ocorrer de maneira muito rápida em função de incêndios e atos vandálicos, além de lenta pela ação frequente dos agentes climáticos, e ainda de forma quase imperceptível, contudo não menos danosa, causada pela ação dos agentes xilófagos.

Na moderna orientação do restauro, a praxe mais aceita é aquela da abordagem conservativa, a qual busca salvaguardar ao máximo o bem material interagindo de modo discreto com os traços históricos. O diagnóstico serve à compreensão da segurança atual da estrutura, afrontando os problemas, com o objetivo de garantir a conservação do objeto em si, ao mesmo tempo garantir a segurança de quem dele deve usufruir. “Cada objeto singular, como cada projeto particular, é único e a intervenção normalmente vem afrontada como um espírito de adaptação, renunciando a ideia que possa existir uma solução pré-confeccionada” (JURINA, 2009).

A conservação se opõe à substituição de elementos estruturais e parte de princípios que defendem a obra em sua originalidade com a manutenção de valores materiais e imateriais e o envio destes para o futuro. Essa ideia prima pela conservação preventiva, com o reconhecimento da imagem da obra de arte e ao mesmo tempo visa assegurar condições favoráveis e de segurança de uso (BRANDI, 2004). 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.

Na tentativa de compreender o vasto e complexo quadro sintomatológico que é determinado pelas alterações e a deterioração das estruturas de madeira antigas – em vista do canteiro de intervenção ou na perspectiva da manutenção –, cada ação analítica assume o valor de um imprescindível gesto de eficácia projetual, sem o qual a margem de erro na avaliação dos fenômenos e, em consequência, na escolha das técnicas de restauro, tenderia a se incrementar (TORSELLO, 1988, *apud* LA ROSA; VENTIMIGLIA, 2009).

O que é então o diagnóstico? E, sobretudo, qual é o diagnóstico específico para o projeto de restauro arquitetônico? Consiste de uma tabela de dados, um texto

ou elaborados gráficos, em que modo pode ser representado de forma sintética e eficaz? Segundo os autores La Rosa; Ventimiglia (2009) persistem ainda muitas dificuldades de comunicação na abordagem interdisciplinar da problemática do restauro, a ponto de invalidar, em muitos casos, a eficiência da aplicação instrumental e distorcer as perspectivas conservativas. Outro erro frequente diz respeito ao emprego de instrumental sofisticado e custoso, pois mesmo o emprego do instrumental mais evoluído pode resultar ineficiente se os dados coletados não seguem um processo informatizado que maximize a eficácia projetual e intervencionista das medições.

As substituições e as eliminações são ainda ações muito frequentes, e resultam da falta de uma simples inspeção ou análise visual das deteriorações existentes. Determinam custos econômicos e culturais elevados nos procedimentos “ditos” de restauração. Augelli (2006) considera a substituição aleatória e imotivada uma ação anticultural, pois ela cancela dados materiais históricos sobre o processamento, a tecnologia e a técnica de encaixes e da carpintaria do passado; considera ainda antiecológico a eliminação da madeira como um bem raro e das espécies em extinção, principalmente nos países com progressiva redução da área florestal.

Reconhecer a arquitetura histórica e os vários elementos que compõem a tecidura das estruturas de madeira são consideradas etapas primárias, assim como a determinação da espécie lenhosa. A avaliação macroscópica em campo é a ideal para estruturas, sem revestimentos ou pinturas decorativas, em locais com acessibilidade, em que as peças podem ser inspecionadas de perto. A microscopia com a retirada de microamostras em análises laboratoriais é voltada ao aprofundamento dos estudos com maior aplicação no setor de conservação de obras de arte e bens arqueológicos (CAPRETTI *et al.*, 2009, p.1020-1023). O procedimento metodológico determina o conhecimento das características químicas e físicas da madeira em particular as mecânicas e as deformações/alterações ao longo dos anos. Identificar as causas e os agentes deterioradores são etapas necessárias para a avaliação do estado de conservação. A análise visual e o diagnóstico por meio da inspeção direta *in situ* realizada por especialistas e equipe multidisciplinar, complementados por técnicas não destrutivas, são recomendados para a avaliação de bens históricos (TAMPONE, 1996; UNI EN 11119:2004; AUGELLI, 2006; VALLE *et al.*, 2006; SILVA, 2008; AUGELLI *et al.*, 2009; ABREU, 2010).

As medidas preventivas e corretivas surgem a partir da integração dos resultados obtidos, sendo possível, desse modo, alcançar medidas mais adequadas para a conservação do patrimônio, planejando as intervenções em conjunto com outras estratégias para o restauro (MONTEIRO *et al.*, 2009).

Dessa forma podem ser evitadas as substituições que cancelam os valores materiais e imateriais, ou seja, os elementos originais de artefatos e estruturas de madeira, assim como as técnicas construtivas empregadas. Para qualquer técnica de intervenção é necessária uma acurada campanha diagnóstica, concluída a avaliação do efetivo estado de deterioração, fundamental para as decisões de projeto sendo elas: “conservar (onde se pode), substituir (quando realmente se deve) ou reintegrar [consolidar] (porque funciona)” (JURINA, 2009). São escolhas possíveis que dependem do caso em específico, mas que vão sendo adotadas somente a partir de uma base segura de dados, de provas e de informações objetivas.

2.3 MADEIRA E TÉCNICA CONSTRUTIVA

A partir da imigração europeia, na segunda metade do século XIX, novas soluções arquitetônicas e técnicas foram introduzidas na Região Sul do Brasil. Os poloneses construíram suas habitações em madeira, as primeiras foram erguidas com troncos de pinheiros encaixados nas extremidades. Os remanescentes desta técnica, as casas de troncos, como são conhecidas no Paraná, constituem acervo nativo do país.

Os imigrantes se depararam com as condições favoráveis à construção dessas casas. A matéria-prima em abundância, a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O.Kuntze (Araucariaceae), que possui propriedades semelhantes às coníferas da Europa, associada ao conhecimento de carpintaria, propiciou o desenvolvimento desta arquitetura.

O termo técnico para este tipo de construção é *blockhouse* ou *blockhouse* (do alemão, *Block+ Haus*) que consistia na construção das paredes com troncos roliços, de diâmetros semelhantes e levemente falquejados em duas faces opostas, eram sobrepostos e encaixados nas extremidades. As árvores indicadas são as coníferas,

troncos retos e lisos, essas construções eram comumente encontradas onde havia a abundância de pinheiros (WEIMER, 2005).

Ocorriam desde a Prússia oriental, a Silésia, a Boêmia (norte da atual Tcheco-Eslováquia), até o sul da Alemanha, pelos Alpes bávaros, Alpes suabos, e na Floresta Negra, às margens do Reno. Daí se estendiam pela Suíça e Áustria até as encostas sulinas dos Alpes tiroleses, na Itália (WEIMER, 2005).

Eram também encontradas nos países nórdicos e na península da Dinamarca (THIEDE, 1963 *apud* WEIMER, 2005). Fazem parte da tradição medieval escandinava, provém da abundância dos bosques de coníferas do norte e do leste da Europa, em especial aquelas encontradas em Biskupin, na Polônia, desde o ano 700 a. C.. Existe um antigo exemplar que se mantém em pé, datado de 1250, também chamada Raulandstue e encontra-se no Museu Popular de Oslo na Noruega. Foram erguidas casas com paredes de troncos dispostos na vertical, no entanto os troncos colocados na horizontal e unidos na extremidade, mediante diversos tipos de acoplamentos, tiveram mais aceitação, pois proporcionavam maior estabilidade estrutural. Os abetos constituíam as paredes, as estruturas de coberturas eram feitas de cascas de bétula e de uma segunda camada de terra com vegetação, que propiciava frescor no verão e protegia da neve no inverno (JOHNSON, 1994).

Os abetos selecionados para a construção eram descopados e deixados em pé durante dois anos antes que fossem cortados, para que pudesse ser aproveitada toda a resina da madeira e se tornasse mais resistente contra a ação dos agentes biológicos. As casas de troncos na Noruega possuíam a base de pedra, elevadas sobre pilares para evitar a deterioração e os ratos, pois eram também utilizadas para o armazenamento de grãos (JOHNSON, 1994; ESTUQUI, 2006).

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.” (TEMPSKI s.d., *apud* VALENTINI, 1982, p. 12). As casas construídas a partir dos troncos de araucária foram o modo mais rápido e de menor custo de se obter a habitação e atestam a otimização dos recursos naturais disponíveis. (SÁNCHEZ *et al.*, 1987; VALENTINI, 1982; IMAGUIRE, 1993; STINGHEN, 2002; SILVA, 2008).

A essência dessa solução está na simplicidade e na adaptabilidade¹, os materiais fornecidos pela natureza utilizados de maneira elementar com o mínimo de processamento, a partir dos poucos equipamentos de que dispunham. Provenientes de países frios conseguiram adaptar suas técnicas tradicionais e seus modos de edificar às circunstâncias e às condições do clima brasileiro (WEIMER, 2012).

Inicialmente troncos inteiros, de seção circular, eram usados na construção das casas da Colônia Murici. As árvores eram derrubadas a golpes de machados, descascadas e encaixadas nas extremidades, dispensavam o uso de pregos. Depois são empregadas as linhas falquejadas ou serradas de seção quadrada ou retangular, e por extensão também chamadas, casas de troncos.

Os poloneses construíram suas casas de madeira, dedicaram-se a produzir e comercializar produtos agrícolas; acima de tudo, juntamente com alemães e italianos, contribuíram para os conhecimentos e a difusão das técnicas da madeira na Região Sul do Brasil (KERSTEN, 2000).

Além do incremento da mão de obra, trouxeram novas e melhores técnicas agrícolas, de armazenamento e dos meios de transporte. Os imigrantes de origem polonesa ficaram conhecidos pela introdução na agricultura da “carroça polonesa”.

Os que se instalaram nas colônias de São José dos Pinhais possuíam habilidade na construção das carroças e dos moinhos eram exímios carpinteiros de máquinas² – de engenhos hidráulicos – carpinteiros de estruturas e marceneiros (TURBANSKI, 1978; MAROCHI, 2006).

No Paraná comporiam o quadro de trabalhadores livres participando de dois grandes ciclos econômicos, da erva-mate e do pinho. “Os imigrantes, transplantados ao novo mundo como parte de um projeto de modernidade, traziam consigo práticas medievais fundadas nas corporações de ofícios” (PEREIRA, 1996). Disseminadas em grande parte da Europa desde a Idade Média, as corporações de ofício foram extintas na Itália no século XIX e na Rússia³ somente em 1917.

¹ Simplicidade e adaptabilidade são as características primeiras da arquitetura popular brasileira, depois a criatividade (livre em termos de imaginação formal e no emprego de materiais de construção), por último a intenção plástica como o resultado lógico dos materiais e da técnica empregada. (WEIMER, 2012, p.XLII).

² Carpintaria de máquinas consiste na construção de monjolos, prensas de mandioca, engenhocas de açúcar e moinhos hidráulicos de grãos, estes últimos geralmente preparados para produzir quirera ou fubá. (KATINSKY, 1985).

³ A Polônia enfrentou diversas crises e recebeu a influência de outras culturas, principalmente da Rússia e da Alemanha. “Mergulhou numa profunda crise política e social no século XIX, foi dominada em 1773 e dividida entre Rússia, Prússia e Áustria, tendo sido seu território reduzido”. (URBAN; URBAN, 1997).

O aprendizado se dava por meio do “sistema de transmissão dos conhecimentos técnicos na prática das oficinas – o aprender fazendo – que encaminhava o aprendiz na sua carreira, passando pela categoria de oficial e finalmente de mestre” (GAMA, 1994, p. 54).

As técnicas, portanto, processaram-se e progrediram sobre o sistema de aprendizado, na prática, fundamentado no trabalho, no saber fazer transmitido. A experiência da técnica consolidou-se ante a condição socioeconômica, o contexto histórico e associou-se à arte. Sobre o aperfeiçoamento das técnicas construtivas que adveio com a vinda dos imigrantes europeus, Goulart (1983) destaca as transformações socioeconômicas e tecnológicas pelos quais passaria a sociedade brasileira durante a segunda metade do século XIX:

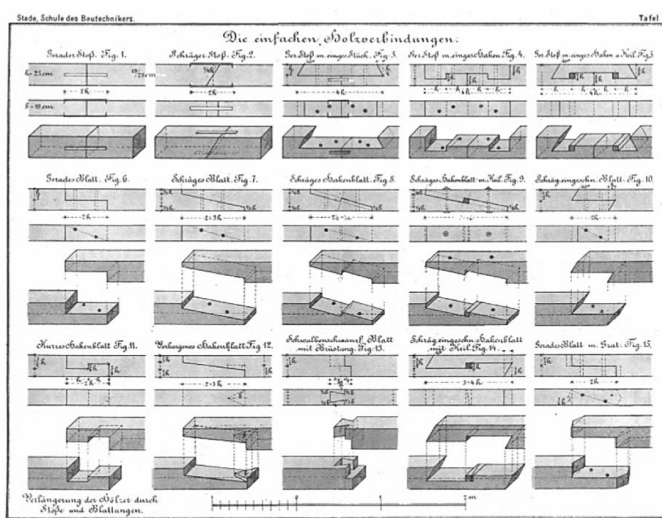
As primeiras manifestações da mecanização da produção de materiais de construção e a presença dos imigrantes como trabalhadores assalariados respondiam pelas alterações das técnicas construtivas nessa época. Surgiam então as casas construídas com tijolos e coberturas com telhas do tipo Marselha, onde a madeira serrada permitia um acabamento mais perfeito de janelas portas e beirais. Estes últimos ostentariam ornamentos de madeira serrada, conhecidos lambrequins (GOULART, 1983, p. 43-48).

Além dos lambrequins, outro refinamento da técnica praticada pelos imigrantes foram as sambladuras⁴. Essa tradição construtiva, extensivamente usada na Europa em telhados de casas e catedrais com complexos sistemas de encaixes, foi trazida também para as colônias norte-americanas onde foi inicialmente empregada em construções rurais, estruturas de celeiros e casas. Há evidências de estruturas com encaixe encontradas na Macedônia, norte da Grécia e datadas de 6220 anos antes de Cristo. Ruínas de sofisticadas estruturas foram descobertas no sul da Alemanha datadas do século X a.C. (CHAPEL, 2005).

Existem mais de 600 tipos de sambladuras, uma técnica desenvolvida tanto no ocidente como no oriente. Cada uma delas, segundo Graubner (1991), não se desenvolveu exclusivamente para cumprir a uma função ou em um local específico da estrutura: “gerações de artesãos se viram obrigados a aperfeiçoar as formas de executar sambladuras tradicionais, para adaptá-las às constantes mudanças de condições e exigências que encontraram”. A união dos elementos em estruturas deveria formar um corpo único, assegurando estabilidade, sem se deformar ao longo dos anos (GRAUBNER, 1991, p.16).

⁴ Recebe o nome de samblagem, sambladura ou ensambladura cada um dos sistemas utilizados para unir entre si, sem pregos, os componentes de um conjunto de carpintaria (GIBERT *et. al.*, 1998, p. 54).

O arquiteto Franz Stade, professor da Escola superior de mestres carpinteiros na Alemanha, trouxe em sua obra uma série de técnicas e estudos de antigas estruturas de madeira, descreveu com detalhes como os entalhes devem ser desenhados e serrados obedecendo a certas proporções e ângulos. Ao final reuniu 16 pranchas, uma espécie de manual, com desenhos das mais simples junções até as estruturas de telhados mais complexas. Na prancha 1, Figura 1, podem ser observados vários modelos de sambladuras: com entalhes simples, com um dente ou mais, o rabo de andorinha, entre outras ligações executados em estruturas horizontais (STADE, 1904).



A

FIGURA 1 – PRANCHA COM DESENHOS DE ENTALHES E SAMBLADURAS.
FONTE: (STADE, 1904)

2.4 A UTILIZAÇÃO E O PROCESSAMENTO DA MADEIRA DE ARAUCÁRIA NAS COLÔNIAS DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS NO FINAL DO SÉCULO XIX

A madeira de araucária foi extensivamente utilizada na Colônia Murici, desde os primórdios de sua fundação, nas benfeitorias realizadas na colônia, para a construção das pontes e das casas. Os antigos aproveitavam a madeira de cerne, as pontas, em geral, eram desprezadas. No início a concentração dessas árvores chegou a ser um empecilho diante da necessidade de terra limpa para o plantio. Entrevistas com os descendentes e pesquisas às fontes históricas demonstram as dificuldades dos primeiros moradores, que muitas vezes queimavam os pinheiros ou

simplesmente eram abandonados. “Eles rolavam para as barrocas porque senão não tinham como plantar. Era só mato e os pinheiros atrapalhavam as lavouras” (PERBICHE *apud* MAROCHI, 2006, p.73; TURBANSKI, 1978).

Mesmo tendo prevalecido nas colônias rurais de São José dos Pinhais a exploração para o consumo doméstico, o corte foi intenso, e não houve a preocupação de replantar os pinheiros retirados. A madeira de araucária foi utilizada como fonte de energia e renda, empregada em diversos fins. Nos anos que se seguiram à fundação da Colônia Murici até a produção das primeiras lavouras, a madeira foi a principal fonte de subsistência, a lenha em metro ou picada era vendida em Curitiba e também transformada em carvão. Serviu para a construção das barricas para o armazenamento da erva-mate e das caixas para a produção agrícola, assim como para as carroças para o transporte (MAROCHI, 2006).

Uma inovação trazida pelo imigrante foi a implantação de pequenas serrarias movidas por tração hidráulica. Os moinhos de grãos eram por vezes associados às serrarias para suprir as necessidades locais. De tecnologia rudimentar, ambos aproveitavam as áreas com cursos d’água, se beneficiando do uso partilhado. Era uma forma de dar continuidade ao funcionamento da fábrica quando cessavam as madeiras do entorno (BERNARDO, 2013). Rodas d’água, também empregadas como força motriz nos moinhos de grãos e nas casas de soque para o beneficiamento do mate, foram utilizadas no desdobro de toras e beneficiamento das madeiras. Os moinhos datam da antiguidade, com especial desenvolvimento na Idade Média, e essa técnica era conhecida dos imigrantes que realizaram estas construções na Colônia Murici (FIGURA 2).



FIGURA 2 – MOINHO CONSTRUÍDO NA COLÔNIA MURICI (s.d.)
 FONTE: HOLTMAN, V.; HOLTMAN, V., 2012

No Paraná durante mais de um decênio a atividade madeireira se resumia a pequenos engenhos hidráulicos que produziam para consumo local. Foi a partir de 1885 com a abertura de novos trechos ferroviários que surgiram novas perspectivas para a indústria madeireira no Estado (SIMIONI; KEINERT JR., 1976, p.42). A madeira chegou a ser o maior item de exportação do Paraná, no ano de 1939, passando a figurar no cenário normalmente dominado pela erva-mate e o café (IMAGUIRE JUNIOR, 1993, p.27-33).

As pequenas serrarias movidas a tração hidráulica eram constituídas por serras verticais, acionadas pelo movimento rotativo do eixo da roda d'água. A Figura 3 representa a disposição de uma serraria movida a roda d'água descrita em 1736, que funcionava com o movimento vertical da serra, enquanto o tronco avançava contra a lâmina (SOUZA1947, p.9).

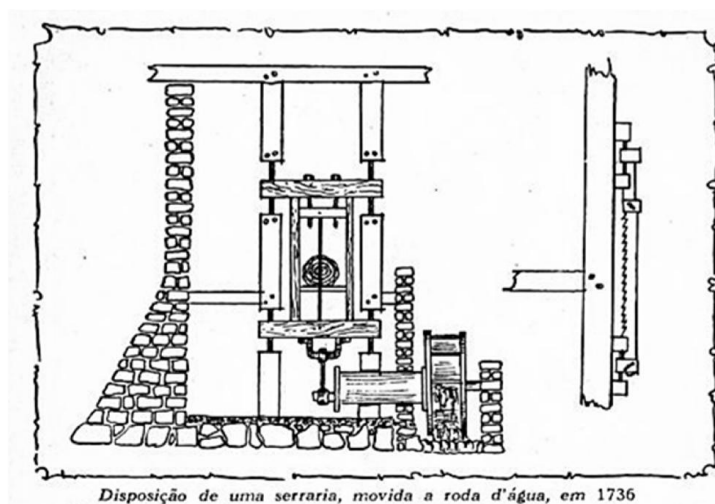


FIGURA 3 – SERRARIA MOVIDA A RODA D'ÁGUA, 1736.
FONTE: SOUZA, 1947.

Mesmo sem os benefícios do transporte ferroviário, diversas serrarias de pequeno porte foram criadas a partir do final do século XIX em São José dos Pinhais, o que se intensificou nas primeiras décadas do século XX. No período de 1897 a 1940 foram identificadas, a partir do levantamento nos livros de registros de cobranças de impostos ou solicitações de alvarás, 40 serrarias distribuídas entre a cidade, as colônias e as demais localidades do município (MAROCHI, 2006).

Uma das primeiras serrarias na Colônia Murici foi do descendente de italianos, João Foggiato (Figura 4A), sendo o registro do ano de 1897 (MAROCHI, 2006, p.246-247). Também configuram nos registros, em seguidos anos (1897,

1910, 1912, 1925), os nomes de Francisco e Edmundo Chapiiesky⁵ (Figura 4B), na Colônia Inspetor Carvalho (MUSEU MUNICIPAL ATÍLIO ROCCO 1910-1925), proprietários do moinho, depois da fábrica de palha picada e lenha, além da fábrica de carroças que funcionou até por volta da década de 1960.

A
B

FIGURA 4 – ALVARÁS DE FUNCIONAMENTO, REGISTRO DE JOÃO FOGGIATO (1911) (A), E EDMUNDO CHAPIESKY (1924) (B).
 FONTE: MUSEU MUNICIPAL ATÍLIO ROCCO 1910-1925.

Roda d'água, tradicionalmente, a roda com eixo horizontal, foi motor de várias máquinas, às fábricas de moer, de serrar etc., portanto o primeiro motor universal de que se tem notícia. Katinsky (1985), segundo o dicionário de Bluteau (1712), considera azenha o moinho de roda vertical e moinho aquele de roda horizontal; moinho designa também o edifício onde se mói o grão. Essa distinção desaparece nos dicionários a partir do século XIX. O Moinho Schapiieski operava com uma roda vertical segundo o qual também os outros verificados na região, a partir de antigas fotografias, tratavam-se de azenhas. Contido no Glossário dos moinhos hidráulicos elaborado pelo autor que descreve:

A azenha é o moinho dotado de roda vertical, adaptado para trabalhar com pouca água. A roda que neste caso, trabalha com pouco peso da água depositada em recipientes – cubos – situados em sua periferia, e que impulsionam um eixo horizontal, com movimento circular. Para isso o diâmetro da roda raramente é inferior a três metros. O movimento circular do eixo horizontal, através do dispositivo entrosa-carrete de madeira, ou coroa-pinhão (de ferro fundido) torna-se movimento circular de um eixo vertical que

⁵ O sobrenome Chapiiesky é encontrado na literatura assim como Schapiieski, sendo o último usado por descendentes na atualidade.

movimenta a pedra superior da mó, moente dos grãos de cereal (KATINSKY, 1985, p. 223-228).

A Polia dentada (Figura 5A) instalada na parte inferior da construção do moinho Schapieski era associada ao eixo da roda d'água instalada na parede externa. A Figura 5B, antiga foto da propriedade, mostra o moinho em funcionamento.

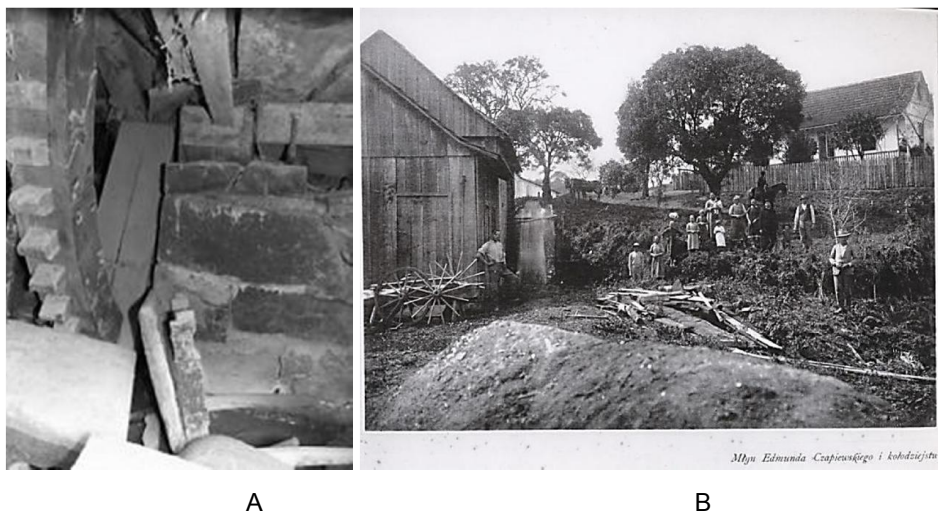


FIGURA 5 – POLIA DENTADA ENCONTRADA EMBAIXO DO MOINHO (A), MOINHO SCHAPIESKI EM FUNCIONAMENTO S.D. (B)
 FONTE: HOLTMAN; HOLTMAN, 2012.

Constituíam-se de pequenas fábricas, quase todo o trabalho de ocupação dos componentes da família. Essas fábricas artesanais processavam o milho, o centeio, o trigo, e atendiam aos produtores da região e àqueles vindos de locais distantes. O moinho Schapieski foi de grande importância para a região, segundo os relatos obtidos da obra do Pe. Turbanski:

O moinho da família Schapieski, é conhecido desde as primeiras décadas da fundação da colônia "O imigrante não passa sem o pão e não havia moinhos. Fabricavam então moinhos primitivos zarna, até surgir a primeira azenha, construída por Francisco Czapieweski.[...] O moinho foi construído num lugar chamada Gamelas (Inspetor Carvalho), moendo-se nele o milho e centeio. O trigo apareceu mais tarde, nos anos de 1917-18" (TURBANSKI, 1978).

As fotos do interior do moinho (Figura 6A) entre tábuas e sarrafos exibem as serras, as lixadeiras e o eixo de madeira (Figura 6B) que atendiam ao sistema de transmissão do funcionamento do moinho e dos demais equipamentos da fábrica. Muitos dos equipamentos que se encontram instalados no moinho Schapieski foram

adaptados à energia elétrica e a fábrica de carroça funcionou até por volta dos anos de 1960.



FIGURA 6 - SERRAS NA PARTE INTERNA DO MOINHO SCHAPIESKI (A), ENGRENAGENS (B).

Na continuidade da exploração da araucária foram implantadas na região serrarias a vapor. Vicente Haluch descendente de imigrantes poloneses possuiu fábrica, comércio e serraria figurando entre os proprietários de vários negócios na Colônia Murici até o ano de 1925 (MAROCHI, 2006, BERNARDO, 2013). Segundo os filhos, entre 1926 e 1930, depois do prejuízo com os negócios na colônia, mudou-se para a localidade de Contenda e montou uma nova serraria, esta movida a vapor:

Nossa família se dedicou por muitos anos no negócio de madeiras, trabalhamos na serraria da Contenda e lá fazíamos vigas de até 14 metros, as toras vinham do entorno, a produção consistia de tábuas para as construções locais, além de molduras, assoalho, portas e janelas, muitas vezes as pessoas traziam os troncos, 5, 10 pinheiros e trocavam por madeira serrada, tábuas, vigas etc.; do "lixo" (pequenas peças) se fazia cabos para metro, vendidos em Curitiba (LUCIA LEVISKI HALUCH; LUIS HALUCH, 2012).

As transformações da tecnologia de produção de peças de madeira foram constantes e cumulativas:

Se antes do século XIX o carpinteiro serrava manualmente os pilares e vigas que necessitava, o desenvolvimento da tecnologia da fabricação das serras e a substituição do moinho hidráulico pelo motor a vapor deu um impulso à produção de madeira serrada. Serras múltiplas podiam desdobrar a tora diretamente em tábuas. [...] Máquinas especializadas permitiram que a madeira ganhasse perfis encaixáveis, tipo macho e fêmea, podendo as peças então ser unidas lateralmente. (MEZZADRI, 2010).

2.5 MADEIRA DE ARAUCÁRIA

A “mata de araucária ou pinheiral”, floresta ombrófila mista, é um tipo de vegetação do planalto meridional onde ocorria com maior frequência, em composições heterogêneas associada às espécies dos gêneros *Ilex* (Erva-mate), *Ocotea* (Imbuia) e *Podocarpus* (Pinheiro-bravo) (INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF, 2013). A distribuição se dava desde o sul de Minas Gerais ao norte do Rio Grande do Sul, cobria grandes extensões do território paranaense e determinou o ciclo econômico de 1900 a 1950. Souza (1947 p.36), na obra de tecnologia de produtos florestais publicada no final desse período, descreve a localização e as características dos pinheirais:

Nos Estados do Paraná e Santa Catarina os melhores pinheirais são encontrados nos planaltos, levemente ondulados, numa altitude de 500 a 900 metros acima do nível do mar. [...] Em plena maturidade pode atingir o diâmetro máximo de um metro e meio e a altura de 30 metros. Em média, porém, esses diâmetros são de 50 a 90 centímetros e de 20 a 25 metros de altura. A idade dos mais densos e valiosos pinheirais pode ser calculada em 200 anos.

A madeira de araucária, *Araucaria angustifolia*, é classificada como de características médias em relação à densidade, resistência mecânica e retratibilidade (JANKOWSKY, 1990). Árvore de tronco reto, a madeira apresenta grã direta sem canais resiníferos ao contrário de algumas coníferas. Sua constituição anatômica simplificada é composta essencialmente de fibras longas (traqueídeos), aspectos que favorecem as propriedades de usinagem. É uma madeira mais leve, mais fácil de ser trabalhada com ferramentas manuais ou máquinas, quando comparada a madeiras duras e densas. Além de propiciar por esse motivo um maior rendimento do volume de tábuas, apresenta ainda boa secagem e impregnação dos produtos químicos na sua preservação. A araucária, no entanto, possui grande quantidade de nós, concentrados principalmente no topo da árvore, o que pode dificultar o processamento e diminuir a quantidade de madeiras de qualidade. É uma madeira de baixa durabilidade natural, suscetível ao ataque de fungos e insetos (SOUZA, 1947; BERNARDO, 2013).

A madeira apresenta cor clara e amarelada quando serrada, com o passar do tempo, o cerne torna-se de tonalidade ocre e rosada. Os veios são suavemente demarcados pela diferença de densidade de tecido inicial e tardio; com muita frequência aparecem frisos de cor cinza e pardos, porém os mais comuns são os rosados

(TORTORELLI, 1956). A superfície é lustrosa e lisa, o cheiro e o sabor ligeiramente resinosos, cor uniforme amarelada ou alvacenta, às vezes com tonalidade rósea ou levemente pardacenta (RIZZINI, 1971).

Características anatômicas da madeira verificadas por Melo Jr. (2012): camadas de crescimento distintas, demarcadas por transição gradual entre lenho tardio e inicial; pontuação bisseriada e alterna em paredes radiais dos traqueídeos; espessamento espiralado ausente em traqueídeos; parênquima axial ausente, pontuações araucarioídeos; canais intercelulares axiais e cristais ausentes (ANEXO 1).

2.6 PROCEDIMENTOS E RECOMENDAÇÕES PARA A IDENTIFICAÇÃO MACROSCÓPICA DAS ESPÉCIES

Restaurar pressupõe conhecer previamente a identidade botânica e as características das madeiras usadas em determinada obra. Melo Junior (2012) destaca a importância da verificação de espécies lenhosas outrora empregadas e relata resultados positivos diante do sistema de identificação taxonômica por anatomia microscópica, alguns deles realizados no Brasil em estudos de sítios arqueológicos, estatuárias sacras, implementos indígenas e estruturas de igrejas e edificações históricas.

Capretti *et al.* (2009) enfatizam a microscopia e sua fundamental importância para o diagnóstico da madeira para os achados arqueológicos. Apresentam no estudo: *Ritrovamenti di legno archeologico in Itália – Metodi di indagini mediante microscopia*, e destacam a eficiência nos resultados da avaliação dos antigos navios de Pisa que datam do período entre o século II a.C a V d.C, e da avaliação das fundações de madeira dos palácios de Veneza, por meio da aplicação de técnica de microscopia ótica e eletrônica: Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM), *Environmental Scanning Electron Microscopy* (ESEM) e Microscopia Eletrônica de Transmissão (TEM) (CAPRETTI *et al.*, 2009).

A primeira fase de análise, ou verdadeiramente o reconhecimento da espécie à qual pertence a madeira em obra, é de fundamental importância para determinação da durabilidade, da confiança e recuperabilidade de cada espécie. Influencia o projeto de conservação, em particular as decisões sobre a eficiência de

eventuais tratamentos terapêuticos, sobre as alternativas possíveis para uma intervenção simplificada ou de substituição, total ou parcial (AUGELLI, 2006).

A identificação macroscópica envolve a experiência cognitiva profissional. As dificuldades desta indispensável fase preliminar são inerentes à extrema heterogeneidade do material lenhoso. As características podem ser diferenciadas dentro de uma mesma espécie por fatores ambientais e pedológicos ou por alterações patológicas que modificam a aparência e a consistência do material. (AUGELLI, 2006). O modo como estão dispostos os elementos em obra, as áreas de difícil acesso e de baixa visibilidade são fatores que tendem a aumentar a complexidade desta atividade na avaliação de estruturas antigas.

Este método é, no entanto, o de menor impacto sobre o bem cultural e mais facilmente executado em peças sem revestimentos. As análises são realizadas diretamente em obra e não implicam a retirada de amostras. Nas superfícies com pinturas, a retirada de pequenas lâminas do revestimento auxilia na identificação da madeira sem grandes perdas do valor estético/histórico. Outra vantagem é a obtenção de resultados no local sem a necessidade de equipamentos sofisticados.

Para a identificação das espécies a norma UNI EN11118: 2004 *Beni culturali – Manufatti lignei - Identificazione delle specie legnose* é citada por autores e institutos que tratam do diagnóstico da madeira em bens culturais, tal instrumental normativo e referencial traz, entre outros aspectos, os procedimentos de execução das análises em obra (AUGELLI 2006, p.22; BADALINI *et al.* 2009; IVALSA, 2013).

De acordo com a norma citada, o objetivo é chegar à identificação da espécie ou da taxonomia (nomenclatura botânica - ordem, família, gênero) mais próxima possível a que pertence a madeira do objeto ou da estrutura em estudo, que deve estar íntegro e acessível ou ao menos a uma porção do tecido lenhoso. Parte-se do exame macroscópico e na falta de um número de caracteres anatômicos suficientes pode-se dar procedimento à identificação microscópica; caso não seja possível a realização direta no artefato, faz-se a retirada de uma amostra dando procedimento à análise em laboratório. A norma recomenda o número, o local e a posição, a dimensão e o modo de conservação da amostra, sempre buscando uma dimensão mínima preferencialmente de poucos milímetros. E por fim que seja feito um relatório com os dados obtidos (UNI EN11118, 2004).

O método macroscópico baseia-se no reconhecimento da presença ou ausência de elementos anatômicos visíveis a olho nu (ou com o auxílio de uma lente de aumento de 10x). Tais elementos são: porosidade, diferenciação cromática dos anéis de crescimento, diferenciação entre cerne e alborno, visibilidade, forma e dimensão dos tecidos parenquimáticos; presença de resina e (ou) de bolsas de resina, odor característico etc., são por vezes tão significativos que tornam possível o reconhecimento da espécie ou ao menos a ordem, o gênero ou a família. Os defeitos de constituição anatômica, as degradações ou o revestimento superficial, quando presentes são fatores que interferem nas inspeções visuais (AUGELLI *et al.*, 2009; UNI EN11118:2004).

Para aprofundamento da análise, Augelli (2006, p. 33) recomenda a limpeza prévia de uma parte da peça a ser submetida à análise visual, “deve ser a seco mediante o uso de pincel ou escova de fibra ou nylon. [...] Quando possível remover localmente com solvente próprio ou com instrumento de corte (bisturi ou formão) retirando o eventual revestimento externo”. A Figura 7 representa uma amostra feita com o uso de um formão em um elemento da estrutura do telhado de uma edificação histórica para a identificação das espécies lenhosas (AUGELLI *et al.*, 2009).

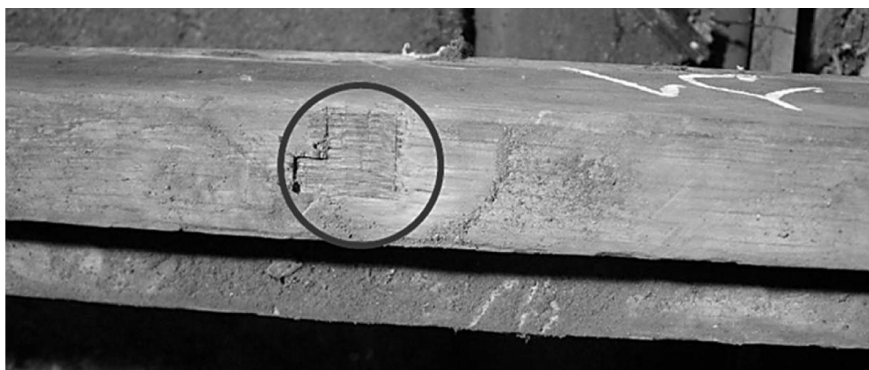


FIGURA 7 – RETIRADA DA SUPERFÍCIE DO ELEMENTO ESTRUTURAL, ANÁLISE DIAGNÓSTICA DA VILLA PADULLI.
FONTE: AUGELLI *et al.*, 2009.

2.7 ANÁLISE VISUAL E OS AGENTES DETERIORADORES

A inspeção visual realizada por equipe multidisciplinar aliada ao diagnóstico estrutural de obras de madeira constitui etapa preliminar no processo de preservação de bens patrimoniais. Princípios para a conservação de estruturas

históricas de madeira foram confirmados no *International Wood Committee*, documento de 1999 do Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS), que recomenda uma acurada e profunda diagnose das causas e dos efeitos da deterioração. Conter o processo dada a vulnerabilidade das estruturas arquitetônicas de madeira ao longo do tempo implica a adoção de políticas e ações de restauro para a conservação desse patrimônio histórico, respeitando seus significados culturais (ICOMOS, 1999 *apud* AUGELLI, 2006).

O exame visual é um instrumento fundamental e insubstituível de análise. Por meio dele os primeiros indicativos das alterações presentes na madeira podem ser reconhecidos e em muitos casos é possível avaliar as características que constituem a estrutura interna, especialmente se o topo da peça estiver à vista, de outro modo é necessário recorrer às análises instrumentais (TAMPONE, 1996).

Por alterações, segundo a terminologia definida pela UNI EN 11130 – Bens culturais – artefatos de madeira, se entende qualquer coloração anômala que não determina diminuição de resistência, verificada na madeira e que pode ter origem biológica, mecânica, física ou química (UNI EN 11130:2004 *apud* AUGELLI, 2006). Alguns autores costumam citar patologia, termo da medicina adaptado à engenharia, relacionado ao estudo dos sintomas, dos mecanismos, das causas e das origens dos defeitos das construções civis (HELENE, 1993 *apud* SILVA, 2007c). Também usado para definir os danos na madeira que influenciam nas propriedades do material, quando são de origem de agressão xilófaga, são utilizados os termos deterioração ou biodeterioração, ou ainda deterioração biótica, causada por organismos vivos. E abiótica quando se refere aos danos causados por agentes físicos (LIOTTA, 1998; TAMPONE, 1996; AUGELLI, 2006; BERTI *et al.*, 2007).

Atravessar o tempo físico permitindo que a herança patrimonial seja conhecida pressupõe o conhecimento e o controle deste processo natural: a biodeterioração (MELO JUNIOR, 2012). Ou seja, controlar a destruição causada pelo o apodrecimento nas madeiras causado por fungos, assim como a alteração da cor, que pode se constituir em um grave problema nos bens culturais. Além da durabilidade natural da espécie lenhosa, o fator que influencia o ataque de micro-organismos é, sobretudo, a umidade, existe uma relação direta entre o ambiente em que a madeira foi instalada e o ataque dos agentes biológicos destruidores (BERTI *et al.*, 2007). Os fungos podem desenvolver-se em madeiras com teor de umidade em torno de 22%. A podridão parda, também conhecida como podridão seca, quando

ocorrem a umidade de 20 a 40%, e de 40 e 60% outros tipos de fungos são agrupados em podridão úmida. Alguns toleram uma ampla variação do teor de umidade como os fungos de podridão mole, em torno de 40 e 80% (MORESCHI, 2013).

Os fungos causadores de podridão parda alteram as propriedades mecânicas da madeira, quando seca, ela apresenta o aspecto de estar levemente queimada, adquirindo coloração parda e com fissuras longitudinais e transversais. Os danos causados por fungos de podridão mole se restringem à superfície deixando a madeira amolecida, e ao secar, apresenta coloração escurecida, áspera e com várias fissuras no sentido das fibras. A madeira atacada por fungos de podridão branca torna-se esbranquiçada com linhas escurecidas que contornam a área atacada, ocorrendo uma progressiva perda de peso e resistência. O ataque causado por fungos emboloradores não danifica a parede celular em nível significativo não representando prejuízo na resistência do material deixam em sua superfície uma formação pulverulenta (OLIVEIRA *et al.*, 1986; BERTI *et al.*, 2007; MORESCHI, 2013).

Em relação à deterioração causada por insetos (será aprofundada em tópico específico – 2.8), para técnicos da área de biodeterioração da madeira, é suficiente usar o tipo de dano causado à madeira e (ou) o estado fisiológico do hospedeiro como base para a classificação do inseto xilófago. Os danos aparentes são diferentes entre alguns grupos de insetos, assim como a constituição física e química do material atacado (MORESCHI, 2013).

Além da deterioração estrutural e biótica a ser inspecionada nas madeiras em obra, devem ser levantados os seguintes itens (TAMPONE, 1996):

- Verificação do elemento com relação à posição no tronco, considerando a seção transversal, presença de alburno, diferenciação de cerne e alburno.
- Precisão geométrica das estruturas e das conexões.
- Características especiais (fibras, nós, tipos de nós etc.)
- Fissuras de contração.
- Características mecânicas (valores de resistência) e reológicas (módulo de elasticidade etc.).
- Trabalho de carpintaria existente.
- Tratamentos e decorações.

Augelli (2006) recomenda uma ficha de avaliação a ser compilada no momento da inspeção e que os dados obtidos sejam reportados para um relatório técnico, acompanhado de desenhos (plantas ou mapas) que incluam o levantamento

geométrico e da tipologia das estruturas, do levantamento das espécies lenhosas, do estado de conservação e da identificação das classes de risco biológico (UNI EN 335-1, 335-2: 2003), incluindo o levantamento fotográfico realizado.

2.7.1 Procedimentos e critérios da UNI EN 11119:2004

A norma italiana UNI EN 11119:2004⁶ estabelece objetivos, procedimentos e critérios para a avaliação do estado de conservação, da resistência e da rigidez de elementos de madeira em obra em estruturas portantes dos edifícios incluídos no âmbito dos bens culturais, por meio da execução de inspeção *in situ* e o emprego de técnicas e métodos não destrutivos. Como procedimento para a execução da inspeção determina: a identificação da espécie e da umidade da madeira; a descrição da geometria e morfologia dos elementos; a determinação, a indicação, o posicionamento e a extensão dos defeitos e degradações assim como das seções críticas (identificação, localização e descrição); a classificação segundo a resistência do elemento e a determinação das condições ambientais e da classe de risco biológico segundo a UNI EN 335-1 e UNI EN 335-2 (ITEM 3,4 e 7, p.1-4).

Recomenda a verificação de condições preliminares como acessibilidade, limpeza e iluminação, que sejam satisfeitas tais condições de modo a não limitar a quantidade e a qualidade das informações. Deverão ser reportadas as limitações aplicativas em casos, por exemplo, de madeiras coladas, com revestimento ou decoradas em que “não é possível a determinação mediante provas no local” (ITEM 5-6, p.2).

Um item importante dos procedimentos é a “descrição geral e o levantamento geométrico”, segundo o qual o levantamento deve ser executado com um nível de detalhe tal, e de forma a atingir os objetivos da inspeção, levando-se em conta (ITEM 7.4, p.3):

- a) tamanho e forma do elemento;

⁶ UNI EN 11119:2004 *BENI CULTURALI MANUFATTI LIGNEI STRUTTURE PORTANTI DEGLI EDIFICI – ISPEZIONE IN SITO PER LA DIAGNOSI DEGLI ELEMENTI IN OPERA*: BENS CULTURAIS – INSPEÇÃO *IN SITU* PARA O DIAGNÓSTICO DE ELEMENTOS EM OBRA (UNI 11119:2004) (T.A.).

- b) as características geométricas, como chanfros (*smussi*)⁷ e deformações;
- c) características do crescimento (posição da medula, irregularidades do crescimento como tais bifurcações, aceboladura, etc.);
- d) tipo, localização e extensão dos principais defeitos;
- e) formas da deterioração e (ou) dano, eventualmente presentes;
- f) áreas críticas;
- g) outras características consideradas de influência na capacidade portante do elemento (por exemplo, a presença de tratamentos preservantes ou retardantes de chama).

Em relação à classificação segundo a resistência (ITEM 7.5, p. 4), deve ser avaliada por análise visual da madeira e (ou) pela medição não destrutiva de uma ou mais propriedades físico-mecânicas. Neste item é considerado ainda como modalidade operativa para execução (ITEM 7.5.1.1, p.4) a identificação, localização e descrição das áreas críticas e seções críticas:

Para a inspeção, a indicação é que ela deva ser estendida a todas as partes acessíveis dos elementos, com especial atenção para aquelas consideradas de maior solicitação na análise estática da estrutura e (ou) da unidade estrutural. No caso de alterações não visíveis, mas em que há suspeitas na parte interna, deve-se proceder à execução de prova não destrutiva. [...] com o fim de determinar a “seção eficaz”, isto é, a seção útil resultante da diminuição das áreas afetadas.

A prova não destrutiva do tipo instrumental, além da definição do equipamento, das características da modalidade executiva (técnica, parâmetro, número, posição etc.) [...] “deve ser determinada caso a caso, na dependência das espécies lenhosas, das dimensões das seções, das eventuais manifestações visíveis das alterações ou determináveis mediante a inspeção visual das áreas imediatamente adjacentes” (ITEM 7.5.1.2, p.4).

Por fim, a norma recomenda a realização de um relatório contendo os dados da obra e das peças analisadas, o objetivo, o período e a data, a descrição das técnicas instrumentais (tipo, posicionamento etc.), a tabulação e a restituição gráfica

⁷ *Smussi*: termo referente à superfície das peças, não só as características naturais (chanfros devidos as áreas próximas da casca), mas também geradas pelo processamento mecânico da madeira ou o trabalho artesanal.

dos resultados, além dos técnicos envolvidos com o nome, a qualificação e a assinatura do responsável pela inspeção (ITEM 8, p.6-7).

2.7.2 Análise não destrutiva – resistógrafo

Os métodos não destrutivos são os mais indicados para as análises e o diagnóstico da madeira no patrimônio histórico. A prova resistográfica, penetrométrica ou densitométrica usa o equipamento denominado resistógrafo desenvolvido durante os anos 80 por Frank Rinn, testado originalmente em madeiras macias no contexto europeu (BADALINI *et al.*, 2009).

A avaliação da madeira por meio desta técnica há algum tempo tem sido testada, tanto para o diagnóstico de estruturas de madeira antigas como para a análise da qualidade da madeira de algumas espécies para produtos sólidos. Seu uso é também indicado para a avaliação do estado de sanidade de árvores em ambientes urbanos. O equipamento tem sido aplicado em diversos países, na avaliação do estado de sanidade do estado de conservação da madeira e seus produtos, como postes, pontes e estruturas de construções históricas; dos programas de seleção de árvores com base na densidade e dureza de suas madeiras; dos anéis de crescimento das árvores e de outros aspectos da anatomia da madeira (IPEF, 2014). Na análise de parâmetros físicos e mecânicos (densidade, resistência e dureza) e biológicos (estado de sanidade).

O resistógrafo foi desenvolvido com a intenção de ser um aparelho de fácil manuseio ao mesmo tempo robusto e preciso para detectar os defeitos internos em peças estruturais de madeira. “A análise é feita com base na resistência à penetração de uma haste ao perfurar a madeira a uma determinada velocidade” (GANTZ, 2002 *apud* GONÇALVES, 2009). A resistência oposta à perfuração depende principalmente da densidade da madeira. O instrumento permite identificar a variação de densidade da madeira sã para a madeira apodrecida e efetuar a diagnose no local das áreas com deterioração interna do material (BOVIAR, 2008).

A haste (2 a 5 mm) de diâmetro acionada, dotada de um movimento combinado de rotação e de avançamento, fornece um gráfico impresso em tira de papel especial disposta na parte superior do instrumento. O gráfico pode ser visualizado durante a

prova, ou memorizado se o equipamento dispuser de unidade eletrônica e software específico para a aquisição dos dados. A tira de papel possui traçados de linhas horizontais e verticais com a distância de 1 cm no eixo das abscissas (eixo x), sobre ela é traçado o gráfico tendo no eixo das ordenadas (eixo y) a descrição da resistência e no eixo das abscissas a profundidade da penetração. É possível com esta técnica não somente localizar e qualificar os danos internos da madeira, como também avaliar as dimensões das seções, nos locais onde não restariam outras possibilidades de verificação (BOVIAR, 2008). O equipamento possui comprovada eficiência na avaliação da sanidade do estado de integridade de estruturas, principalmente quando não há a possibilidade de concluir apenas com base na inspeção visual ou por análise de percussão (VALLE *et al.*, 2006).

Além disso, quando acoplado ao computador, os valores de profundidade de perfuração e as amplitudes correspondentes podem ser exportadas para uma planilha eletrônica, e desta forma, permite o cálculo das médias das amplitudes entre diferentes seções perfuradas (ABREU, 2010). A Figura 8 mostra o exemplo de uma prova resistográfica de uma estrutura com descontinuidade interna. No gráfico podem ser observadas as linhas referentes aos anéis de crescimento pico alto – lenho outonal –, e pico baixo – lenho primaveril, as fraturas são representadas pelas descontinuidades com vãos em picos baixos e os nós por traços uniformes nos picos mais altos (JURINA, 2013).

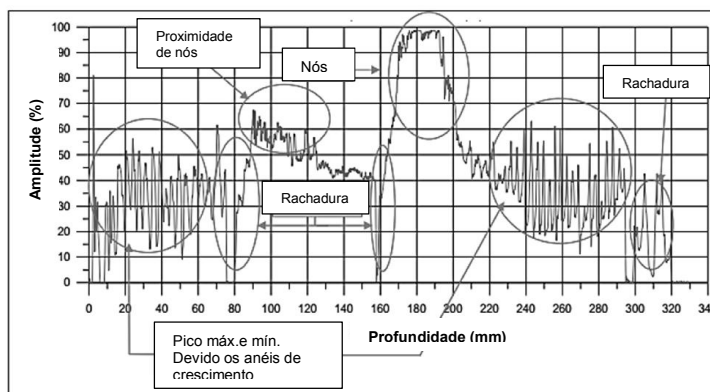


FIGURA 8 – PROVA RESISTOGRÁFICA DE UMA ESTRUTURA COM DESCONTINUIDADE INTERNA.
 FONTE: JURINA (2013).

Vazios internos ou deteriorações intensas de origem biológica resultam em linhas horizontais no eixo das abscissas. Segundo Macchioni e Mannucci (2000 *apud*, BADALINI *et al.*, 2009), a prova resistográfica é suficientemente sensível à

deterioração por podridão, menos eficaz, no entanto, à deterioração por insetos xilófagos, salvo nos casos de “ataque grave ou muito grave”.

A escolha da direção de perfuração com relação ao eixo principal vertical ou horizontal, no lado frontal ou vice-versa dos elementos de estruturas, depende das condições em obra, da acessibilidade e do tipo de informação que se pretende obter. Em geral, no caso de vigas é aconselhável, salvo necessidade particular, furar em correspondência aos eixos geométricos, na face próxima ao eixo neutro, onde é mínima a influência do estado de esforço, com ângulo de penetração próximo a 90° ou 45° simplificando a transposição geométrica do perfil obtido (BADALINI *et al.*, 2009).



FIGURA 9 – ANÁLISE DENSITOMÉTRICA EQUIPAMENTO RESISTÓGRAFO (A), MEDIDOR DE UMIDADE EQUIPAMENTO TERMOHIGROMETRO (B).
 FONTE: MANICHELLI *et al.* (2009)

No estudo de caso apresentado pela Superintendência de Bens Arquitetônicos de Veneza para o Arsenal de Veneza, uma edificação do século XIV, foi aplicado um método instrumental após os levantamentos arquitetônicos, e as análises da configuração geométrica e do caráter construtivo das estruturas da cobertura (tesouras). A equipe conduziu a avaliação instrumental a partir de um programa sistemático de sondagem densitométrica aliada à medição de umidade (Figura 9A e 9B), o que permitiu com boa aproximação geométrica determinar a seção resistente e a extensão das formas de deterioração da madeira. Com base nesses dados, a avaliação com o resistógrafo possibilitou a realização de um projeto de conservação e uma proposta de intervenção de “modo cirúrgico”, sendo retiradas somente as partes deterioradas e a inserção de próteses nessas peças (MANICHELLI *et al.*, 2009, p. 1176). Como fases de diagnóstico foram também realizadas análises macroscópicas e microscópicas da madeira, e um mapa

denominado “Análise da consistência do material”, Figura 10, no qual é proposta uma terminologia de alterações macroscópicas da madeira, distinguindo deterioração (biótica, abiótica e mecânica) de defeito e subdividindo a biótica em ativa ou inativa.

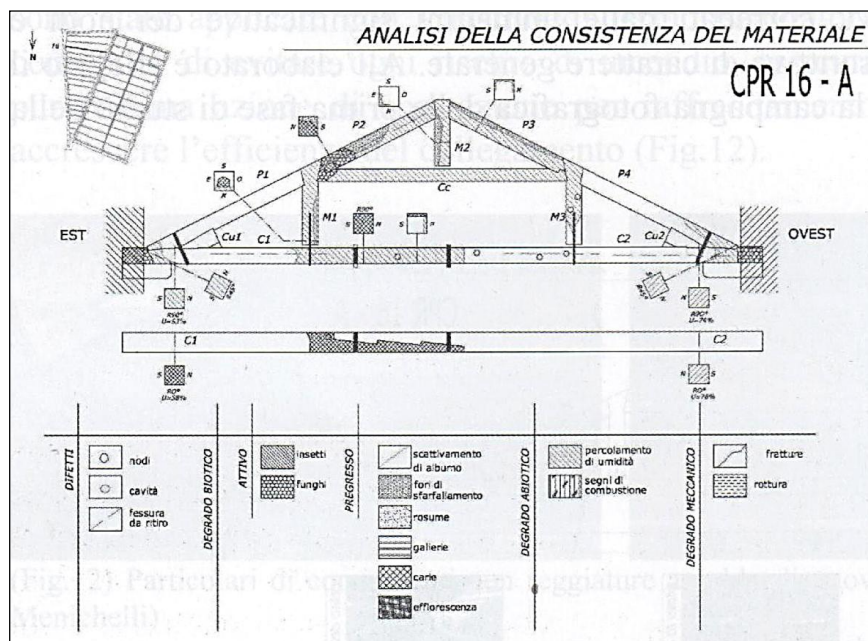


FIGURA 10 – ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA DO MATERIAL.
FONTE: MENICHELLI *et al.* (2009).

Na conclusão do estudo “*La prova resistografica per l’analisi e la dignostica di strutture lignee in opera*” em bens históricos, os autores ressaltam sua versatilidade para um vasto número de aplicações *in situ*. Consideram um instrumento prático para a sondagem em profundidade e consistência dos materiais, e em especial para certas áreas que de outro modo não poderiam ser inspecionadas. Seu caráter de invasão mínima, propicia seu emprego em estruturas de valor; tem-se o registro de aplicações experimentais para usos diversos, desde à localização da deterioração à determinação da seção residual resistente, por meio da associação a outras técnicas. O limite das provas consiste essencialmente na validade pontual do dado averiguado, extensível a parcelas significativas apenas mediante uma cuidadosa amostragem e com base em um processo analítico mais amplo. Os autores destacam a necessidade de um protocolo de provas que favoreça o compartilhamento dos resultados, o desenvolvimento do instrumento e a definição de um procedimento operacional específico para a aplicação em construções históricas (BADALINI *et al.*, 2009).

2.7.3 Inspeção para projetos de restauro

Uma das etapas da “Inspeção e análise para projetos de intervenção e de consolidação de estruturas de madeira⁸”, realizada pelo *Osservatorio per la Conservazione delle Opere Lignee*, consiste no uso do resistógrafo. Neste exemplo o diagnóstico feito na cobertura da Villa Padulli (AUGELLI *et al.*, 2009, p.2), compreendeu a obtenção de dados de umidade e temperatura ambiental, umidade da madeira e algumas provas resistográficas, sendo as peças selecionadas a partir da análise visual das situações de deterioração intensa, e (ou) de locais sem possibilidade de exame (seção interna dos componentes, peças encaixadas dentro de paredes de alvenaria etc.).

Em relação às junções estruturais, procedeu-se com testes preliminares de percussão, a fim de identificar ataques fúngicos não diagnosticáveis pela exclusiva observação macroscópica, principalmente em peças apoiadas à alvenaria com suspeita de infecção ativa ou pregressa. Para uma primeira avaliação e quantificação das zonas deterioradas, utilizou-se um trado para testar a consistência da madeira e um formão para avaliar localmente a profundidade dos ataques. “Os dados coletados nesta primeira fase foram decisivos para a escolha dos pontos de provas instrumentais desenvolvidas na segunda fase” (AUGELLI *et al.*, 2009, p. 18).

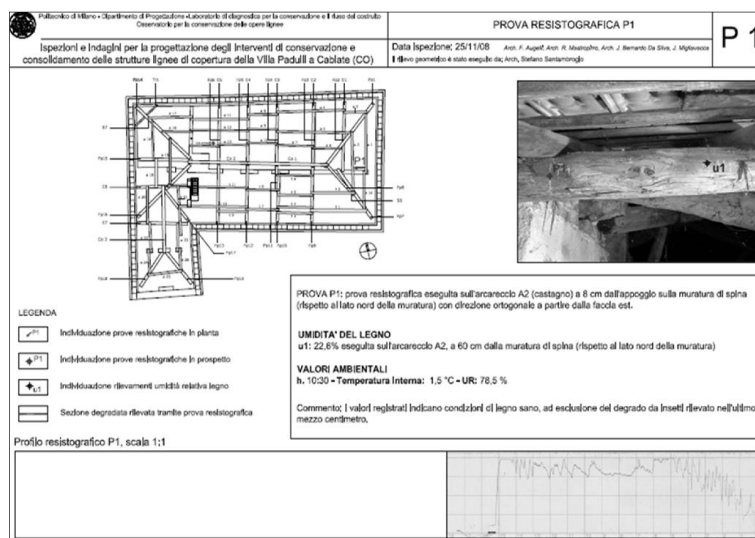


FIGURA 11 – PRANCHA 1, INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO PARA PROJETO DE INTERVENÇÃO E CONSERVAÇÃO DA VILA PADULLI (CO).

FONTE: AUGELLI *et al.*, 2009.

⁸ Faz parte das análises realizadas pelo *Laboratório di diagnóstica per la conservazione e il riuso del costruito* vinculado ao Departamento de Projeto de Arquitetura (DPA), Politécnico de Milão, Itália.

Em cada prancha com o desenho da estrutura e a indicação do local da prova resistográfica, como mostra a Figura 11, foram relatados os tipos de alterações e as dimensões relativas da seção crítica (defeitos e deterioração). Incluiu ainda a estimativa da seção resistente com a interpretação do diagrama obtido. As considerações sobre a confiança e recuperabilidade dos componentes de madeira devem considerar a seção eficaz para o cálculo da resistência mecânica que se determina computando, para cada elemento, a classificação e as eventuais seções críticas existentes (AUGELLI *et al.*, 2009).

Foram realizadas análises macroscópicas para a classificação da espécie vegetal e das patologias, entre outros itens, que forneceram ao final, apresentado em uma tabela, a leitura do estado geral de conservação dos elementos de madeira em obra, base ao cálculo estrutural e ao projeto de conservação posteriormente realizado.

A inspeção seguiu as normas em vigor, a saber: UNI 11118:2004 Bens culturais – Artefatos de madeira – Estruturas portantes dos edifícios – Critérios para a identificação das espécies lenhosas; UNI 11119:2004 Bens culturais – Inspeção *in situ* para o diagnóstico de elementos em obra; UNI EN 335-1:1993 / UNI EN 335-2:1993 Durabilidade da madeira e de produtos a base de madeira – Definição da classe de risco de ataque biológico; UNI 10969:2002 Bens culturais – Princípios gerais para a escolha e controle do microclima para a conservação dos bens culturais em ambientes internos; UNI 11138:2004 Bens culturais – Artefatos de madeira – Estruturas portantes dos edifícios – Critérios para a avaliação preventiva, o projeto e a execução das intervenções; entre outras (T.A.).

Relativamente às provas resistográficas, não existem, até o momento, normas nacionais ou estrangeiras de referência (AUGELLI *et al.*, 2009).

2.8 DETERIORAÇÃO POR INSETOS

A deterioração biológica causada por insetos reflete em grandes perdas às obras do patrimônio histórico e artístico nacional, principalmente em bens imóveis mais afetados pelas condições ambientais externas. Alteram a superfície, prejudicando a estética das peças, comprometem o desenho e a estrutura original

das casas de madeira; aumentam a fragilidade do material, e em estágios avançados, por vezes associadas à umidade intensa e a presença de fungos, provocam a destruição do material e a perda da resistência das peças em uso.

Os insetos que atacam a madeira em obra constituem com frequência o maior perigo para a integridade das estruturas. Os insetos xilófagos pertencem a várias ordens, porém os que mais danificam as estruturas de interesse artístico são prevalentemente de duas ordens: Coleoptera e Isoptera (LIOTTA, 1998).

São comuns as perfurações externas que aparecem como resultado dos orifícios de saída do inseto adulto, no entanto algumas espécies podem permanecer na madeira por muito tempo. Tais orifícios estão presentes também pela necessidade de limpeza das galerias com o expurgo dos resíduos e excrementos. É, no entanto, na fase larval que ocorrem os maiores danos, as larvas de alguns coleópteros se nutrem da madeira, escavando galerias em formatos e extensão variados conforme a família e a espécie (TAMPONE, 1996; GIORDANO, 1999). Essas características juntamente com a forma do orifício (circular ou oval) e o tipo do excremento, auxiliam na identificação do inseto responsável pelos danos em madeiras instaladas (TAMPONE, 1996). O período de desenvolvimento é longo nesta fase, e pode durar vários anos, dependendo da família e espécie e de condições ambientais favoráveis (LIOTTA, 1998).

Os períodos de vida prolongados comportam uma rede densa de galerias e orifícios que deterioram a madeira fortemente em formas e graus variados, também a superfície externa e por fim o acabamento decorativo. Podem ocorrer consecutivas e frequentes reinfestações que se iniciam com o acasalamento dos insetos, em geral nos meses de primavera e verão, quando buscam madeiras menos densas, com preferência pela área do alburno (TAMPONE, 1996).

A tipologia e a intensidade do ataque dependem de uma série de fatores, tais como: da espécie lenhosa empregada, das condições do local em que a madeira foi instalada e em particular da etologia do agente entomológico (ROMAGNOLI *et al.*, 2009). Estimar a gravidade do dano é por vezes uma atividade complexa seja ela feita a partir da análise da superfície externa ou nas porções mais internas da madeira. Por isso a importância da identificação dos agentes de deterioração biológica concomitante com as características geométricas da estrutura, que envolvem a verificação da estabilidade e segurança (TAMPONE, 1996; LIOTTA,

1998; ROMAGNOLI *et al.*, 2009). Segundo Tampone (1996), os danos provocados pelos insetos consistem em uma deterioração do material e em consequência uma efetiva diminuição da seção resistente às solicitações mecânicas. Para efeito da avaliação da resistência dos elementos estruturais, o problema consiste efetivamente na necessidade de determinar a extensão do ataque biótico (comprimento, espessura etc.) e a magnitude residual da peça à sua função estrutural.

De acordo com Monteiro (*et al.*, 2009), a avaliação detalhada da sanidade biológica das peças de madeira deve ser realizada por equipe multidisciplinar, a fim de garantir o diagnóstico correto dos problemas no madeiramento da edificação. “Devendo sempre anteceder o início dos trabalhos de restauro e, além disso, serve como base para a realização de análises estruturais que permitirão verificar se a estrutura atende ou não aos requisitos de segurança exigidos”.

O conhecimento das espécies de insetos encontradas nas edificações é um importante pré-requisito para a avaliação dos danos provocados nas edificações históricas. Além da identificação das espécies, é necessário conhecer a sua biologia e hábitos alimentares e verificar se esses insetos estão consumindo a madeira das estruturas. Para isso faz-se necessário coletar e identificar todos os insetos presentes nas edificações a serem analisadas, e avaliar quais as espécies que efetivamente estão afetando ou danificando as mesmas.

2.8.1 Coleoptera

Correspondem a esta ordem os besouros, muitos conhecidos como brocas da madeira. Apresentam hábitos variados e ocupam diferentes ambientes, sendo em sua maioria terrestres e fitófagos, alimentando-se de tecidos de plantas vivas. Há também grande número de besouros de hábito saprófago que consomem apenas matéria vegetal substancialmente alterada pela ação de fungos e bactérias. Alguns são micófagos (ou micetófagos), existem grupos carnívoros, e a maioria desses é geralmente predadora de insetos e outros invertebrados. Outros são xilófagos e desenvolvem-se em madeira morta, alguns atacam árvores vivas, se alimentam de produtos estocados (Curculionidae), charutos, goma de capas de livros ou corpos de frutificação de fungos (CASARI; IDE, 2012) (ANEXO 2).

Coleópteros são insetos que na fase adulta caracterizam-se por um revestimento externo (exoesqueleto) muito esclerotizado. A esclerotização ocorre também nas asas anteriores (élitros) que servem para cobrir as asas posteriores, as quais permitem que o inseto voe e difunda as eventuais infestações (LIOTTA, 1998). Na madeira os danos são produzidos pelas larvas dos insetos. O ciclo de vida dos coleópteros que desenvolvem a metamorfose completa (larva – pupa – inseto adulto – holometábolos) é assim descrito: do ovo eclode a larva, que se nutre da madeira escavando galerias e se transforma, então, em um período de tempo variável de espécie para espécie (dois a seis anos), dependendo das condições ambientais, em pupa e sucessivamente em inseto adulto, fase em que saem para o exterior perfurando a parede da madeira, deixando os característicos orifícios de emergência (TAMPONE 1996).

Em seguida serão tratadas as famílias de Coleoptera identificadas nas coletas realizadas nas edificações históricas, sendo analisados o seu habitat e hábitos alimentares:

a) Cantharidae

A maioria dos adultos vive em vegetação e uma ampla variedade é habitante em florestas abertas e em flores, alguns têm hábitos alimentares predadores de outros insetos ou se alimentam de néctar ou pólen. Os adultos de muitas espécies emergem na primavera e no verão e possuem curto ciclo de vida. A maioria possui atividade diurna, embora seja comum a inatividade em períodos do dia extremamente quentes, alguns são atraídos por luzes à noite (RAMSDALE, 2002).

b) Carabidae

Popularmente conhecidos como “besouro-artilheiro, besouro-tigre ou carocha”. A maioria tem asas bem desenvolvidas e voa, alguns poucos são ápteros ou braquípteros. Muitos são noturnos e predadores ativos, geralmente encontrados no solo, mais ativos à noite e no crepúsculo; alguns são diurnos e encontrados sobre a vegetação. Também são arbóreos ou estão associados à vegetação, em árvores vivas ou mortas, ou sob a casca de troncos caídos (CASARI; IDE, 2012).

c) Chrysomelidae – Eumolpinae - *Diabrotica speciosa* Germar, 1824

Os hábitos alimentares estão associados a vegetais, usando como alimento todas as partes da planta, da raiz à semente, tanto nas fases adulta como larval (MARINONI *et al.*, 2001). Algumas espécies são mirmecófilas, enquanto outras se alimentam no interior de certos frutos. Adultos e larvas podem ter hábitos alimentares diferentes: algumas larvas alimentam-se de raízes de gramíneas (*Monocotyledoneae*), enquanto que seus adultos, de folhas de dicotiledôneas. Muitas espécies são pragas de plantas cultivadas (CASARI; IDE, 2012).

As larvas da Eumolpinae alimentam-se de raízes de gimnospermas e angiospermas, algumas causando prejuízos sensíveis a plantas cultivadas; os adultos alimentam-se de folhas e também são encontrados em flores e frutos (Marinoni *et al.*, 2001). *Diabrotica speciosa* foi observada por Picanço *et al.* (1999) em raízes do jiloeiro (*Solanum gilo* Raddi) e também é considerada uma praga polífaga encontrada em muitas outras culturas (GASSEN, 1989).

d) Coccinellidae

Comumente conhecidas como “joaninhas”, os adultos e as larvas da maioria das espécies são predadores de pulgões, cochonilhas ou coccídeos e psílídeos ou outros pequenos insetos de corpo mole e ácaros (VANDENBERG, 2002). Alguns coleópteros são restritivos na escolha da presa como, por exemplo, os Coccinellidae que se alimentam de Aphidoidea e Coccoidea (Hemiptera).

e) Cleridae

A maioria dos membros desta família é predadora, tanto as larvas como os adultos. Geralmente estão associados a plantas lenhosas e podem ser encontradas sob a casca, em túneis de madeira – brocas de coníferas, em galhos ou na folhagem das plantas e em galhos mortos. Muitas espécies (*Enoclerus* sp. e *Thanasimus* sp.) são consideradas de importância para o controle natural de besouros da casca em floresta de coníferas. Adultos de algumas espécies, especialmente da subfamília Clerinae, podem ser encontrados em flores, se alimentando de pólen. Outros, além de ser predadores, como *Necrobia* spp., podem também se alimentar de produtos armazenados de origem animal e vegetal (OPITZ, 2002).

f) Cucujidae

Os Cucujídeos, em geral, vivem sob a casca das árvores e são onívoros. Também descritos como herbívoros e carnívoros, podem ocorrer em produtos armazenados, milho e outros cereais (COSTA LIMA, 1953; MARINONI *et al.*, 2001). As larvas e adultos são encontradas sob a casca ou em árvores mortas. As larvas da espécie Norte Americana *Cucujus* sp. são descritas como predadoras (THOMAS, 2002). No Brasil espécies do gênero *Cryptolestes* são consideradas pragas sérias, pois atacam tanto grãos *in natura* como os subprodutos resultantes do processamento dos grãos (PEREIRA; ALMEIDA, 2001).

g) Curculionidae

São coleópteros de cabeça alongada, comumente conhecidos com gorgulhos, são de fácil reconhecimento devido ao seu rostró característico, o que lhes dá o nome popular de bicudo em algumas regiões do Brasil. É o maior grupo dentre os besouros e grande parte é fitófago, sendo muitas espécies pragas agrícolas, encontradas no milho, farinhas, café, feijão, arroz e outros produtos desidratados, como o macarrão e rações de animais (ÁVILA, 2013).

Liotta (1998) e Tampone (1996) destacam na Itália os danos causados por espécies do gênero *Cossonus* e *Pentarthrum*, “as larvas de *Cossonus* eclodem principalmente no lenho primavera, respeitando o lenho outonal. Atacam sobretudo, o madeiramento úmido”. São recorrentes segundo os autores em locais pouco iluminados e com alta taxa de umidade. Esses insetos verificados em bens do patrimônio histórico são encontrados principalmente na madeira atacada por fungo, atacam derivados da madeira como o papel e também as estruturas, podem causar danos gravíssimos especialmente relacionados ao topo das vigas embutidas em paredes. Tanto as larvas como os adultos são xilófagos, as larvas escavam galerias em todas as direções. Podem haver diversas gerações em um ano. “Movem-se pouco, visto que não são capazes de voar, e desta forma, se acumulam nas zonas infestadas, reduzindo a madeira em uma massa de resíduo pulverulento” (LIOTTA, 1998, p.31).

Membros da subfamília *Cossoninae* vivem em tecido vegetal em decomposição, mas espécies do gênero *Cossonus* (Costa-Lima, 1956) já foram

descritas no Brasil como praga de *Manihotglaziovii* Müller Argoviensis, 1874 (maniçoba-do-ceará) e de *Pinus* spp. no México (ARAIZA, 2000).

Subfamílias, gênero e espécies de Curculionidae:

✓ *Sitophilus* sp. (Dryophthorinae) Schoenherr, 1838

Espécies do gênero são descritas como praga de lavouras, a alimentação baseia-se também no consumo de cereais e de grãos armazenados. Esta espécie foi identificada em pesquisa anteriormente realizada na Colônia Murici, coletado nas paredes da casa Grochocki (SILVA, 2008).

✓ Platypodinae

Adultos e larvas infestam madeira morta, recém-cortada ou árvores doentes. As larvas perfuram galerias dentro da madeira e estas se tornam escurecidas pela ação do fungo ambrosia que forra seus túneis e serve de alimento para as larvas (ANDERSON, 2002; CASARI, IDE, 2012)

✓ Scolytinae spp.

Possuem tamanho pequeno de 1 a 3 mm de comprimento, e coloração marrom. Alguns são chamados de “besouro ambrosia”, atacam palmáceas, coníferas e folhosas, perfuram as galerias para a cultura e procriação dos fungos, causando forte manchamento na madeira. Muitas das espécies xilófagas atacam árvores já doentes e, assim como os Platypodinae são verdadeiras pragas das essências florestais, de importância considerável à silvicultura e à pomicultura (COSTA LIMA, 1956).

- *Xyleborus ferrugineus* (Fabricius, 1801) e *Xyleborus linearicollis* Latreille, 1807

A espécie *Xyleborus ferrugineus* distribui-se em todas as regiões tropicais e atacam as mais diversas plantas, como: *Cedrela fissilis*, *Araucaria angustifolia*, *Pinus* spp., *Eucalyptus dunni*, assim como *Xyleborus linearicollis* que é encontrado em galhos e ramos de araucária (PEDROSA-MACEDO; SCHÖNHERR, 1985). Segundo os autores, em relação à ocorrência da primeira espécie, ela procria-se com grande facilidade e é encontrada no material de refugo de desbastes. “Onde o ataque se dá com rapidez após a operação de derrubada, as galerias, cuja forma é dendrítica, aprofundam-se na madeira a qual fica escurecida pela presença do fungo” (PEDROSA-MACEDO; SCHÖNHERR, 1985, p. 32).

h) Elateridae

“Click beetles”, os vaga-lumes, são insetos muito comuns com várias espécies noturnas. São predadores de hemípteros de corpo mole e dos exudatos “honey-dew”, muitos se alimentam de frutas passadas e em decomposição, néctar, pólen, peças florais, fungos ascomicetos, nectários extra florais etc. As larvas são encontradas no solo, em serrapilheira de florestas ou materiais vegetais em decomposição, especialmente madeira, a maioria é predadora oportunista (JOHNSON, 2002).

i) Hybosoridae

Os adultos se alimentam de cadáveres de vertebrados e invertebrados nos estágios iniciais de decomposição; algumas espécies são encontradas em excrementos (CASARI; IDE, 2012; COSTA LIMA, 1953). Larvas de algumas espécies são encontradas no interior de troncos semi apodrecidos ou no solo, associados a raízes (COSTA *et al.*, 1988; MARINONI *et al.*, 2001).

j) Latridiidae

Adultos e larvas são saprófagos e micetófagos, alimentam-se de esporos de fungos Myxomycetes que se desenvolvem no folhiço, em vegetais em decomposição, grãos armazenados e em ninhos de animais (COSTA LIMA, 1953; MARINONI *et al.*, 2001).

k) Mordellidae

Os adultos podem ser encontrados sobre a vegetação, especialmente sobre flores, onde aparentemente se alimentam de néctar e pólen. A maioria se desenvolve em madeira morta e apodrecida, mas algumas espécies se desenvolvem em corpos de frutificação de fungos e outras em caule de arbustos e plantas herbáceas, causando danos a algumas espécies cultivadas (CASARI; IDE, 2012). Apesar de existirem dúvidas a respeito dos verdadeiros hábitos alimentares de espécies desta família, segundo Marinoni *et al.* (2001), a maioria dos estudos indica que as larvas alimentam-se de plantas (Monocotiledonea e Dicotiledonea) produzindo galerias, presentes em caules de plantas herbáceas e arbustivas. São citadas nestes estudos

algumas espécies predadoras e algumas norte-americanas também carnívoras e minadoras de folhas.

l) Nitidulidae - *Carpophilus* sp. e *Labiopa* sp.

Os Nitidulidae são primeiramente saprófitos (matéria orgânica morta ou em decomposição) e micetofágos (fungos). Embora muitos vivam em flores, a maioria vive em frutas deterioradas, sucos de vegetais fermentados e fungos (HABECK, 2002). Segundo Marinoni *et al.* (2001), é uma das famílias de Coleoptera que apresenta maior variedade de hábitos alimentares, tendo como hábito mais comum esta associação com fermentos e fungos (vegetais em decomposição). As espécies de *Carpophilus* e *Labiopa* são pragas de frutos secos e grãos armazenados, as primeiras são também consideradas polinizadoras importantes.

m) Ptilodactylidae

Há espécies que vivem em ambiente aquático, ou ripário, ou são totalmente terrestres. As larvas de Ptilodactylidae são conhecidas por alimentarem-se de vegetação deteriorada ou madeira úmida ou em situação aquática (IVIE, 2002; MARINONI *et al.*, 2001). Os hábitos alimentares dos adultos não foram registrados. As larvas são em geral saprófagas, encontradas na serrapilheira, madeira apodrecida, matéria vegetal úmida em decomposição e detritos acumulados nas margens de riachos (CASARI; IDE, 2012).

n) Ptiliidae

Estes são os menores besouros conhecidos, as larvas se alimentam de esporos e hifas de fungos que se desenvolvem em matéria orgânica em decomposição, algumas espécies vivem em ninhos de formigas (COSTA LIMA, 1952; MARINONI *et al.*, 2001).

o) Ptinidae (Anobiinae⁹) - *Tricorynus* sp.

⁹Anteriormente subordinado a família Anobiidae. Os anóbideos ou brocas como são conhecidos, causam grande prejuízo as obras do Patrimônio Histórico, amplamente citados por autores que tratam da conservação de acervos e da restauração de bens móveis e imóveis na Itália.

Muitos insetos desta família são descritos como deterioradores de madeira e os membros de Ptininae por se alimentarem de animais secos e material vegetal. As larvas são perfuradoras de casca, madeira seca, galhos, sementes, frutos lenhosos, galhas e fungos, ou mais raramente nos caules jovens ou brotos de árvores em crescimento (PHILIPS, 2002).

Geralmente são xilófagos e desenvolvem-se em madeira morta, atacam árvores vivas e outros se alimentam de produtos estocados, objetos e livros ou corpos de fungos em frutificação. Ocorrem também em ninhos de aves, mamíferos e insetos sociais. Algumas espécies são as maiores pragas econômicas de madeira tratada ou produtos dessecados de natureza vegetal ou animal (COSTA LIMA, 1953; MARINONI *et al.*, 2001; CASARI; IDE, 2012). Atacam o alburno e o cerne de madeira de coníferas e folhosas, sendo mais frequente no alburno. Não conseguem digerir lignina e celulose o que ocorre pela atuação dos micro-organismos hospedados nas células epiteliais no corpo do inseto (endosimbiose) (LIOTTA,1998).

As espécies *Lasioderma serricorne*¹⁰ (Fabricius) e *Stegobium paniceum* (L.) são cosmopolitas e praga de importância de produtos estocados (CASARI; IDE, 2012).

Anobium punctatum, conhecido como “Broca dos Móveis” na Europa e América do Norte, é responsável por causar grandes danos a mobílias, casas de madeira, livros e documentos entre outros objetos antigos como estátuas, molduras e pinturas no acervo histórico e artístico da Europa (PHILIPS, 2002; LIOTTA,1998; TAMPONE,1996). A devastação das obras literárias por anobídeos já foi considerada superior que a causada por incêndios e inundações, entre eles espécies do gênero *Tricorynus* (OLIVEIRA *et al.*, 1986) e *Nicobium castaneum* (LIOTTA,1998).

p) Staphylinidae

É a maior família de Coleoptera, com diversos tipos de hábitos alimentares, geralmente são predadores (generalistas ou especialistas), micófagos ou saprófagos. Adultos e larvas, com algumas exceções, consomem o mesmo tipo de alimento. Vivem em locais úmidos, presentes em uma grande variedade de ambientes: florestas, bosques, gramado, arbusto ou na copa das árvores; em todos os tipos de matéria em

¹⁰ A espécie *Lasioderma serricorne* foi identificada no estudo anteriormente realizado na Colônia Murici, coletada na casa Grochocki (SILVA, 2008).

decomposição vegetal e animal (MARINONI *et al.*, 2001; CASARI; IDE, 2012).

q) Tenebrionidae - *Nilio* sp.¹¹ (*Micronilio pusillus* Kuhnt, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, 1868

Os tenebrionídeos são insetos que podem ter de alguns milímetros a alguns centímetros; algumas espécies vivem em lugares secos, encontradas nas regiões desérticas e com hábitos noturnos; muitos vivem à custa dos produtos secos armazenados, especialmente grãos de cereais e farinhas, causadores de estragos a plantas cultivadas (COSTA LIMA, 1956). Existem também, citadas pelo mesmo autor, espécies micetófagas (fungos), coprófagas (excrementos), predadoras e mirmeecófilas (mutualismo com formigas). De acordo com o habitat podem ser classificadas em dois grupos: xilófilas, que ocorrem em madeira podre, associadas ao câmbio e aos espaços subcorticais, e geófilas, que ocorrem no solo e no folhiço¹² (MARINONI *et al.*, 2001).

Em geral os Nilioninae são herbívoros (MARINONI *et al.*, 2001). Larvas e adultos de *Nilio varius* Ihering, 1914, foram coletados no interior da mata sobre galhos finos, cobertos com fungos e líquens (COSTA *et al.*, 1988).

Guérin (1953, p.22) descreve o gênero *Nilio* representado por poucas espécies no Brasil. “São pequenos coleópteros semi-esféricos, pubescentes com cabeça vertical [...] vivem em pequenos grupos sobre as cascas das árvores escondidos nas rugosidades úmidas e são de movimentos muito lentos”. Adultos de *Nilio barthi* foram registrados sobre fragmento de tronco de *Miconia cinnamomifolia* (Dc.) Naud., árvore vulgarmente conhecida como “carvalho vermelho, micônia, jaguatirana” (SANTANA; MARQUES, 2008).

2.8.2 Isoptera

Comumente chamados de térmitas ou cupins, são insetos que vivem em colônias, chamam a atenção pelo seu complexo sistema social e de divisão de

¹¹ Anteriormente pertencente a família Nilionidae. Família constituída por 40 espécies da Região Neotropical, pertencentes a um só gênero (*Nilio* Latreille), quase todas da América do Sul, muitas delas do Brasil (COSTA LIMA, 1956, p. 46).

¹²O folhiço é constituído de restos de vegetais caídos, incluindo materiais como folhas, galhos, madeira, fruta e flores. (GULAN; CRANSTON 2007, p. 192).

trabalho. Os Isoptera são conhecidos como pragas de madeira, reconhecidos deterioradores do patrimônio histórico edificado, tanto de madeira como de taipa e alvenaria, e dos bens arquivísticos, literários e culturais móveis (TAMPONE, 1996; LIOTTA, 1998; CONSTANTINO, 2012).

Os cupins alimentam-se geralmente de matéria vegetal morta, mas podem também atacar plantas vivas. A classificação apresentada por Constantino (2012, p. 315-319) os divide em seis grupos de acordo com as preferências alimentares, entre eles destacam-se os grupos 1, 3 e 6: os xilófagos; os intermediários que se alimentam de matéria vegetal semidecomposta, especialmente madeira podre; e os cultivadores de fungos, respectivamente. Os demais grupos caracterizam-se por alimentar-se de matéria orgânica do solo, serrapilheira e líquens. Algumas espécies de cupins xilófagos dependem de protozoários simbiotes localizados no intestino para digerir celulose, o autor destaca que existem outros xilófagos, assim como os Termitidae, nos quais não ocorrem protozoários simbiotes, que são capazes de digerir celulose com suas próprias enzimas.

Para os insetos que interferem em edificações, outra classificação utilizada é a divisão em três grupos, por características da infestação de acordo com o teor de umidade da madeira e por formarem suas colônias no solo, são eles: cupins de madeira seca, cupins de madeira úmida e cupins de solo (OLIVEIRA *et al.*, 1986; ROCHA, 2001; GIOVANELLA, 2013).

No Brasil, são encontrados representantes de quatro famílias de cupins: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae e Serritermitidae (OLIVEIRA *et al.*, 1986). Os Kalotermitidae escavam ninhos em madeira dura, com colônias geralmente pequenas, nunca saem da madeira e não têm contato com o solo, os túneis escavados na madeira são limpos. Os Rhinotermitidae são todos xilófagos e de hábito geralmente subterrâneo. A maior família é Termitidae, correspondendo a 85% da fauna brasileira, muitos vivem em colônias grandes e constroem ninhos complexos. Pertencente à família Serritermitidae, *Serritermes serrifer* ocorre no Cerrado, de Minas Gerais até o Amazonas e *Glossotermes sulcatus* na Amazônia brasileira (CONSTANTINO, 2012).

As pesquisas a respeito do controle e comportamento de cupins de madeira seca, desenvolvidas por Giovanella (2009, 2013), avaliaram insetos da espécie *Cryptotermes brevis* (Walker, 1853), provenientes de colônias encontradas na região de Curitiba, Paraná.

2.8.3 Hymenoptera – Vespoidea e Formicidae

Em Hymenoptera a maioria das espécies é herbívora, podendo ser também predadoras ou parasitas. Dentre as famílias basais encontram-se as vespas de madeira em que as larvas alimentam-se de tecido vegetal ou são xilófagas, as fêmeas fazem postura dentro da madeira de árvores, tanto de coníferas como folhosas com preferência para ramos e troncos moribundos ou recém-mortos (MELO *et al.*, 2012).

De maneira geral, as diferentes famílias de Vespoidea constituem elementos conspícuos e diversificados dentro da fauna brasileira. As famílias, Vespidae (vespas) e Formicidae (formigas), conferem um grande número de espécies com organização social complexa em que as colônias são compostas por uma ou mais rainhas e numerosas operárias. A alimentação das formigas é tão variada quanto a diversidade da família, existindo desde espécies predadoras e saprófagas até verdadeiras especialistas, que cultivam fungos para se alimentar. É comum, à maioria delas, a construção de ninhos, dos pequenos e simples até os mais complexos, os mais conhecidos são os subterrâneos; contudo, muitas espécies constroem ninhos perfurando galhos e ocupam também cavidades dentro da madeira (MELO *et al.* 2012). Nessas situações, assim como para algumas espécies de vespas, com a construção de abrigos na madeira é que ocorrem os problemas relacionados às edificações históricas.

2.8.4 Lepidoptera–Tineidae

A Ordem Lepidoptera inclui as mariposas e borboletas. Lepidoptera reúne insetos de biologia variada, em que os adultos ocupam nichos diferentes das larvas, pois possuem aparelhos bucais distintos (DUARTE *et al.*, 2012).

Em geral, adaptam-se às condições locais de clima e vegetação, são herbívoros e participam no controle de várias espécies de plantas, consomem biomassa vegetal, participando ativamente na ciclagem de nutrientes em diferentes ecossistemas (DUARTE *et al.*, 2012).

Na família Tineidae várias espécies são pragas agrícolas ou de produtos armazenados, como as conhecidas traças-de-roupas, espécies domésticas que

causam danos em roupas e carpetes (MOURIER *et al.*, 1979). São de considerável importância econômica, principalmente de produtos armazenados. “Quase todas as larvas locomovem-se dentro de um tipo de casulo achatado e fusiforme, dentro do qual se abrigam quando não estão em atividade” (DUARTE *et al.*, 2012, p.645). Os Tineidae são predadores facultativos, em geral, não são fitófagos, alimentam-se de uma variedade de detritos, líquens e fungos, registrados também degradando material arqueológico em urna funerária Tupiguarani mantida em museu no Estado do Paraná (MACARI *et al.*, 2013).

2.9 CÁLCULO E CONDIÇÃO DE SEGURANÇA DAS ESTRUTURAS

Os métodos de cálculo para o projeto de peças estruturais de madeira têm por objetivo garantir a segurança evitando o colapso e deformações excessivas das estruturas, mediante o bom desempenho, impedindo a ocorrência de deslocamentos, vibrações e danos à própria estrutura e a seus acessórios. Por meio das normas, que estabelecem bases comuns, além dos conhecimentos de análise estrutural e resistência dos materiais, para o dimensionamento e detalhamento utilizam-se regras e recomendações referentes a: critérios de segurança, padrões de testes para a caracterização dos materiais e limites de valores de características mecânicas, definição de níveis de carga que representem a situação mais desfavorável, regras construtivas, limites de tolerância para imperfeições na execução, regras construtivas etc. (PFEIL; PFEIL, 2013).

“A avaliação da eficiência de uma estrutura de madeira (ou o contrário a sua ineficiência) constituem um dos nós centrais da conservação arquitetônica e ao mesmo tempo um problema árduo e complexo” (TAMPONE 1996, p.234). Uma abordagem sistemática para a verificação da segurança diante desta problemática é apresentada pelo autor, proposta por Spinelli (1983), segundo o método “dos estados limites últimos e de serviço” tendo em conta a dependência da característica de resistência e deformabilidade da madeira e dos vários fatores que a influenciam. E desta forma são individualizadas duas grandezas uma para solicitação S e a outra para a resistência R . A primeira depende das causas externas, que solicitam a estrutura (na verdade, as ações chamadas F), enquanto a entidade resistente

depende das características “internas” da estrutura, ou seja, é o limite em que a solicitação pode atingir, sem provocar para tal estrutura uma situação de crise ou inviabilidade de utilização. Para o lenho estrutural, as características mecânicas, que entram na definição da equação resistência, dependem de numerosos aspectos de estado, por exemplo, umidade, defeitos e as modalidades de cargas. As normas fornecem em geral os coeficientes para passar ao parâmetro resistente da estrutura real de um parâmetro resistente R medido a partir de provas normalizadas com parâmetros de estados fixos. (TAMPONE 1996, p.234).

Tampone (1996) ressalta que a tradução dessas normativas em método operativo para casos práticos apresenta dificuldades para novas construções e maiores ainda para edificações antigas, diante das dificuldades na determinação dos valores efetivos das variáveis, dos parâmetros e dos coeficientes em questão. Ceccotti e Uzielli (1989 *apud*. Tampone 1996, p. 235) sugerem três hipóteses de trabalho para a avaliação da capacidade portante das estruturas. Como primeiro ponto em todas a identificação da espécie lenhosa, consideram também (na primeira hipótese) a atribuição visível de uma classe de qualidade de resistência e a identificação dos valores de tensão admissível ou, se possível da classe de resistência (baseado em tabelas e normas nacionais). Na segunda hipótese a execução de ensaios não destrutivos (pylodin, ultrassom, resistógrafo) em obra nas áreas sem defeitos e baseando-se em curvas de correlação para madeiras preferivelmente de mesma procedência. E na terceira sugerem ensaios do módulo de elasticidade em toda a estrutura do tipo estático e (ou) dinâmico e a determinação de valores admissíveis na base de relação simples e prudencial (embora considerem que é oneroso demais obter curvas de calibração de todo um elemento e não se tenha quantidade de dados experimentais suficientes do comportamento em obra, das madeiras italianas).

Para os métodos de avaliação e no confronto do comportamento de madeiras antigas com as novas, é importante ter em consideração as variações de resistência, consistência, etc. Além das características do próprio material, a madeira é um material natural e heterogêneo, com notáveis diferenças não só de espécie para espécie, também de uma árvore para a outra dentro da mesma espécie, e que sofre alterações sob a ação de cargas e dos agentes externos.

Diante disso, Tampone (1996, p.236) sugere: “Operar com as médias dos valores determinados, porém tendo em conta, como é de costume na engenharia, as

situações mais comprometidas e os valores mais afastados daqueles médios e, portanto, os mais preocupantes”.

Em síntese, uma vez apresentadas nos tópicos 2.7 e 2.8 e amplamente exploradas no estudo anteriormente realizado (SILVA, 2008), as situações comprometedoras estão relacionadas às alterações pela presença de defeitos e deteriorações nos elementos estruturais.

Por defeitos se compreendem as modificações morfológicas, fisiológicas e patológicas por causas extrínsecas e intrínsecas da madeira, relacionadas principalmente à formação do material, e o crescimento da árvore (AUGELLI, 2006; GIORDANO, 1999; TAMPONE, 1996; RICHTER; BURGER, 1991).

Os defeitos influenciam a resistência da madeira, Pfeil e Pfeil (2013, p.35) destacam os efeitos de textura, as fendas e a presença de fibras reversas e os nós.

Os nós têm efeito predominante na redução da resistência à tração, reduzindo também, em menor escala as resistências à compressão e ao cisalhamento. [...] A influência dos nós na resistência depende da porcentagem de uma seção ocupada pelos nós e da posição relativa dos mesmos. No caso de flexão, os nós situados na região do eixo neutro têm pequena influência, enquanto os situados próximo ao bordo tracionado reduzem sensivelmente a resistência.

Por deterioração ou patologias são consideradas as alterações causadas pelos agentes biológicos (bactérias, fungos e insetos) que interferem na modificação da composição química das paredes celulares e destruição destas e, dessa forma, interferem nas propriedades mecânicas do material (GIORDANO 1999; AUGELLI, 2006). Esses agentes ocorrem a partir da incidência de umidade e de altas temperaturas denominadas deterioração física, na qual se incluem as alterações provocadas pelo fogo, também classificadas quanto a sua natureza abiótica (LIOTTA, 1998). Pelo efeito de secagem ocorrem as fissuras de contração em vigas e em outros elementos estruturais (GIORDANO 1999).

Tampone (1996, p. 227) acrescenta a importância de identificar as lesões (deformações permanentes e (ou) rachaduras), que são as manifestações exteriores, que afetam os elementos e as conexões; “os problemas ligados às alterações do equilíbrio estático estrutural do modelo construtivo”. Considerando que as fases de deformabilidade da madeira são muito longas e complexas, e tendo em conta a viscoelasticidade da qual ela é característica, por isso as deformações com

elevada pressão exercida se produzem lentamente e se não comprometem indiretamente a estabilidade, não levam necessariamente ao colapso. Por outro lado o comportamento frágil da madeira faz com que na fase da ruptura, uma vez superados os limites de resistência do material, ela ocorra rapidamente. A existência de deterioração biológica associada pode acelerar ainda mais a fase de ruptura.

Como critérios para a avaliação do estado de conservação incluindo todas as alterações (os defeitos e deteriorações descritos anteriormente) e da estimativa da resistência e da rigidez de elementos de madeira em obra a norma UNI 11119:2004, considera a seção crítica e a seção eficaz e traz por definição:

Para a seção crítica: a seção transversal representativa de uma zona crítica, onde são atribuídos todos os defeitos, como anomalias, alterações, danos e outras características que influenciam diretamente a resistência; constatadas na área crítica. E para seção eficaz: a seção transversal do elemento de madeira (incluindo defeitos) em cuja área é determinada mediante a subtração da área da seção crítica, toda a área constituída de lenho deteriorado e (ou) danificado.

Utilizando estes preceitos, tendo como base a NBR 7190 e a NBR 6123, o estudo “A análise estrutural de uma edificação histórica” avaliou inicialmente o estado de conservação e adotou duas situações geométricas para cálculo, denominadas: “situação íntegra e situação modificada” (BERNARDO *et al.*, 2012). Na “situação íntegra” foi considerada a dimensão média dos caibros da seção transversal sã, e na “situação modificada”, a medida reduzida por perda na forma de chanfro (considerando as dimensões extremas), fator que interfere na perda de inércia na direção da aplicação dos carregamentos. A partir dos valores das propriedades geométricas, empregadas nos cálculos referentes à capacidade resistente nas duas situações e tendo como referência de segurança o valor da tensão normal resistente, foi possível estimar a margem de segurança de cada situação (íntegra e modificada). E assim concluir, a partir dos resultados do estudo, as condições dos elementos estruturais e de utilização da edificação, que demonstraram o não comprometimento da segurança aos usuários.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ANÁLISE DO OBJETO

A pesquisa se dedicou ao estudo de um conjunto de edificações de interesse histórico-cultural. Localizadas na Colônia Murici e arredores, no município de São José dos Pinhais, Paraná Brasil, uma região com características rurais, que foi ocupada predominantemente por imigrantes poloneses no final do século XIX. Encontra-se nesta região um rico acervo da produção arquitetônica e do uso da madeira a partir de técnicas milenares trazidas do país de origem. Compreende o registro de 17 edificações, com ênfase na técnica construtiva e na madeira como principal matéria-prima.

A partir de uma parceria entre o Museu Municipal Atílio Rocco de São José dos Pinhais e a Universidade Federal do Paraná, em 2005, foi realizada uma visita técnica, o que resultou na seleção de 12 edificações de interesse histórico da Colônia Murici. A pesquisa dessas edificações possibilitou o início de um trabalho de campo com levantamentos fotográficos, entrevistas com moradores e a identificação de outras edificações. Tal aprofundamento permitiu o desenvolvimento de pesquisas culturais (SILVA *et al.*, 2007a) e acadêmicas (SILVA, 2008). Este conjunto de edificações foi subdividido em três grupos, a partir das técnicas construtivas recorrentes, sendo denominadas: casa de troncos, casa de madeira serrada e casa de alvenaria, o que permanece como classificação para o presente estudo.

Tendo como base o mapa (SILVA *et al.*, 2010) com a localização das referidas construções em 2011, associado à aprovação do projeto cultural (SILVA *et al.*, 2011) e realizado por uma equipe multidisciplinar, deu-se início a uma nova fase de estudos da arquitetura histórica da região com a ampliação para 17 edificações (BERNARDO, 2013). A análise das edificações estruturou-se a partir dos levantamentos arquitetônicos, dos levantamentos fotográficos e da pesquisa histórica (fontes primárias e secundárias, depoimentos e a bibliografia sobre a história, a região, a arquitetura etc.), a fim de identificar e retratar a técnica construtiva em seu modelo original.

Em cada uma delas inicialmente eram feitas as medidas gerais, anotadas no croqui de implantação. Depois dessa fase, as medidas relativas à casa eram anotadas no croqui da planta do térreo. Também eram realizados os desenhos das fachadas e cortes com as medidas de alturas, forros, telhados, detalhes das esquadrias. Por fim, a medida do sótão era anotada em planta específica e nos cortes esquemáticos. A estes eram agregados os detalhes de escadas, do sistema estrutural e de cobertura, os encaixes e as especificidades de cada casa, complementados por meio do levantamento fotográfico. Para facilitar a etapa de desenho e como referência de escala, foi utilizado o recurso de inserir trenas ou metros para realização das fotos.

A técnica de levantamento foi aprimorada a partir da interação da equipe, de uma casa para outra eram detectados elementos novos, artefatos de interesse e todo o material registrado. Paralelamente os desenhos foram realizados e, desse modo, a leitura aprofundada, o que levou à compreensão das técnicas construtivas empregadas. A partir desses dados foi então realizado o desenho técnico de arquitetura, além das perspectivas com os recursos dos programas gráficos AUTOCAD®, Corel Draw® e Sketchup®. O resultado completo dos levantamentos e o registro detalhado das edificações estão compilados em Bernardo (2013).

Para a melhor compreensão do processo construtivo das três técnicas optou-se pela elaboração de uma descrição detalhada dos seus elementos: fundação, estrutura, piso, parede, esquadrias, forro, estrutura do telhado e cobertura. Soluções semelhantes em cada categoria, sendo apresentada uma perspectiva em camadas a fim de deixar evidente o arranjo dos elementos. A referência da categoria de troncos (seis edificações) é a casa Grochocki, a da categoria de madeira serrada (seis edificações) é a casa Cetnarski e da categoria de alvenaria (cinco edificações) é a casa Majczak. Informações complementares foram obtidas a partir da análise do Moinho Schapieski e da Casa da Cultura, categoria madeira serrada e alvenaria, respectivamente.

3.1.1 As edificações históricas da Colônia Murici

A maioria das edificações é ainda utilizada como residência, algumas das casas mais antigas foram transformadas em comércio, voltadas à atividade turística,

ou restam como área de depósito ou foram simplesmente abandonadas. Duas delas já não mais existem; uma, por motivo de desabamento e a outra foi demolida após a venda do imóvel. Além das residências, fazem parte desta relação o Moinho Schapieski, a Casa da Cultura Polonesa Padre Karol Dworaczek – antiga Casa das Irmãs – e a Igreja de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, cujas características especiais se destacam dentro do contexto estudado.

Na Tabela 1 encontra-se a listagem das 17 edificações, agrupadas nas seguintes categorias: casas de troncos, casas de madeira serrada e casas de alvenaria. Nesta ordem elas foram numeradas sendo respeitada a designação da casa segundo o sobrenome da família de origem ou no caso da Grochocki e a Andriquetto, que são as famílias com a maior referencial histórico. Na referida tabela, encontram-se a data da construção, a localidade e o respectivo número do lote. A situação atual está descrita a partir do uso da edificação que foi primordialmente de habitação. As casas não são tombadas pelo patrimônio histórico nacional, não fazem parte ainda de projetos de tutela por órgãos de proteção municipal ou estadual.

TABELA 1– EDIFICAÇÕES DE INTERESSE HISTÓRICO DA COLÔNIA MURICI

Nº	Edificação	Data de construção	Localidade	Lote	Uso atual
Casas de troncos					
1	Casa Grochocki	1910*	Colônia Murici	----	Museu
2	Paiol Grochocki	Anterior a 1910	Colônia Murici	----	Comércio
3	Casa Burakowski	Final sec. XIX	Colônia Murici	----	Depósito
4	Casa Grebogi	Final sec. XIX, 18..*	Costeira	----	Casa de artesanato
5	Casa Cetnarski	1883*	Colônia Murici	----	Depósito
6	Paiol Lipinski	----	Colônia Murici	13	-----***
Casas de madeira serrada					
7	Casa Cetnarski	1916*	Colônia Murici	----	Residência
8	Casa Lipinski	----	Colônia Murici	13	Residência
9	Casa Haluch	Final sec. XIX	Colônia Murici	12	Residência
10	Casa Schapieski	----	Colônia Inspetor Carvalho	78	Residência
11	Moinho Schapieski	1897**	Colônia Inspetor Carvalho	78	Depósito
12	Igreja de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro	1972	Antinha	----	Igreja
Casas de alvenaria					
13	Casa Majczak	1919	Colônia Murici	7	Residência
14	Casa Scrobote	Início sec. XX	Colônia Murici	29	Residência
15	Casa Andriquetto	Início sec. XX	Costeira	----	-----***
16	Casa Fonsaca	----	Colônia Murici	36	Residência
17	Casa da Cultura Polonesa Padre Karol Dworaczek	1907****	Colônia Murici	16	Escola e Espaço Cultural

* Data entalhada na viga da casa.**Registro do DEAP ***Essas casas não mais existem; a primeira desabou e a segunda foi demolida.****É o registro mais antigo, inicialmente como Casa das Irmãs, uma construção de madeira. A substituição por paredes de alvenaria ocorreu na década de 1920 (TURBANSKI, 1978, p.68-119).

3.1.2 Localização e ocupação do território

A maioria das edificações localiza-se na Colônia Murici, e os atuais proprietários são na maioria descendentes de poloneses, entre os moradores é possível encontrar herdeiros dos 72 proprietários¹³ dos lotes da Colônia Murici, dos 34 lotes da Colônia Inspetor Carvalho, entre outros que ocuparam as colônias vizinhas.

A ocupação da Colônia Murici se deu pela divisão territorial em lotes com medidas predefinidas com base na legislação da Província do Paraná. Em torno de São José dos Pinhais, em 1878, foram então criadas quatro colônias oficiais, subvencionadas pelo governo: Santa Maria do Novo Tyrol, Zacarias, Inspetor Carvalho e Murici. Segue a descrição da Colônia Murici um ano após a emancipação, documento assinado pelo presidente Manuel Pinto de Souza Dantas, Relatório de 1880:

Situada no município de S. José dos Pinhais e distante da villa 6 kilometros, foi creada em 1878 (Abril), e emancipada em 26 de Janeiro do anno seguinte. Possui uma área de 875,008,596 m² dividida em 73 lotes e habitada por 310 individuos, todos polacos galicianos e prussiamos. Estão ahi estabelecidos também algumas famílias italianas e 3 brasileiras. As suas estradas tem um desenvolvimento de 17 kilometros 137m. e foram concluídas o anno passado. Sendo as obras d'arte de natureza provisória, pedem já, muitas d'ellas, alguns concertos. As terras são magníficas para toda a sorte de cultura, pois destacão-se n'ellas bonitas plantações de centeio, milho, feijão e batatas. Necessita a colônia de igreja e escola, que já reclamão seus laboriosos habitantes (PARANÁ, 1880).

No mapa (Figura 12) podem ser observadas a localização e a numeração dos lotes. Apesar de existir o registro oficial com o nome dos primeiros proprietários no mapa de 1878, somente foram desenhados 52 lotes na Colônia Murici. A provável localização dos demais (lotes 53 a 72) encontra-se destacada por meio de hachura no mapa atual. Nele estão localizadas e representadas as 17 edificações, agrupadas nas seguintes categorias: casas de troncos (cor vermelha), casas de madeira serrada (cor amarela) e casas de alvenaria (cor verde).

¹³ A listagem com o nome dos primeiros proprietários, e respectivos lotes, data de obtenção do título de posse (entre 1892-98) foi registrada no Arquivo do Departamento Estadual de Arquivo Público (DEAP) em um Livro manuscrito: Cadastro do Núcleo Muricy – S. José dos Pinhais e organizada em uma tabela publicada por (MAROCHI, 2006, p.68,69). Uma lista semelhante com a fonte citada do Instituto de Terras e Cartografia encontra-se na obra de Turbanski (1978, p.210-212), bem como a listagem dos proprietários da C. Inspetor Carvalho.

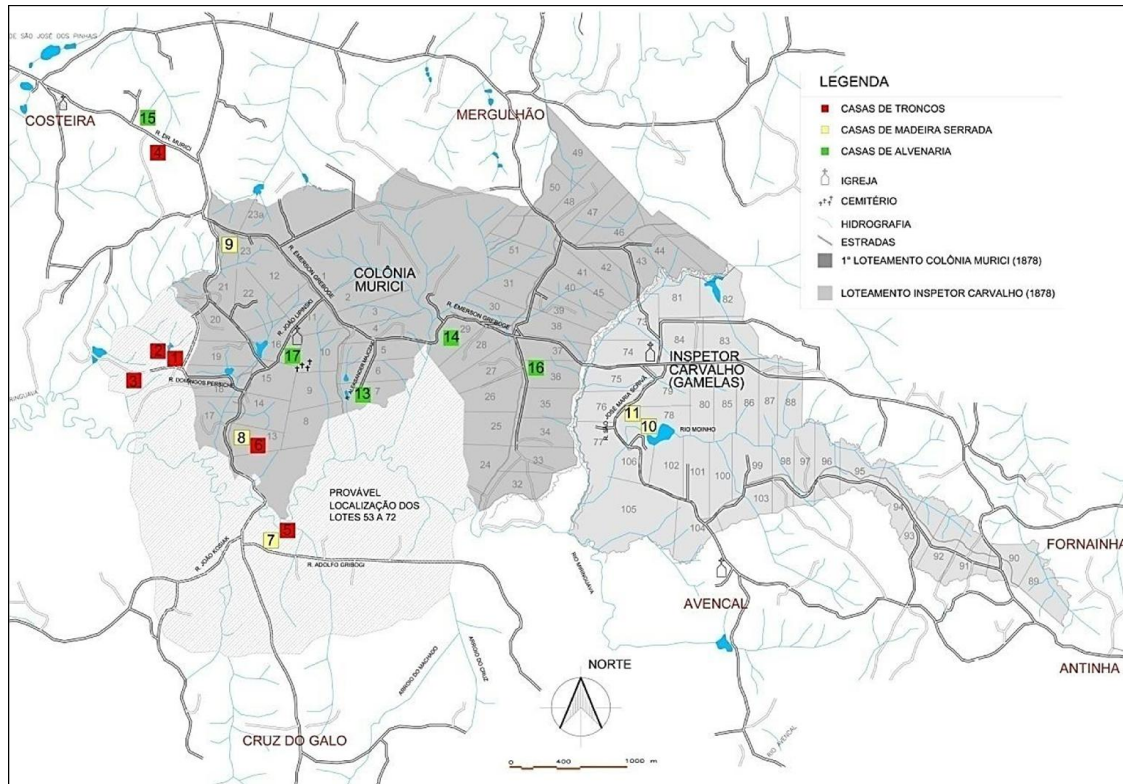


FIGURA 12 – MAPA DAS COLÔNIAS COM DESTAQUE AS EDIFICAÇÕES DO ESTUDO.

FONTE: ADAPTADO DE SILVA *et al.*, 2010.

3.1.3 Seleção das edificações do estudo

A casa Grochocki (casa de troncos), casa Cetnarski (casa de madeira serrada) e a casa Majczak (casa de alvenaria) foram as selecionadas para este estudo. São imóveis de representatividade dentro do contexto pesquisado, mantêm valores históricos e culturais e boas condições de preservação. Havia o consentimento dos proprietários para as repetidas análises, os locais ofereciam boas condições de acessibilidade e de segurança aos operadores. Foram estes os critérios adotados para a seleção das edificações.

No entanto, no decorrer dos estudos observou-se a deterioração intensa de algumas tábuas do assoalho do sótão da casa Majczak, ficou evidente a fragilidade de algumas peças sem a segurança necessária para se transitar ou permanecer no local. Dessa forma, para a continuidade das análises, a edificação foi substituída pela Casa da Cultura que possui o desenho e a geometria da cobertura semelhante.

Com base nos dados levantados foi organizada a descrição de cada técnica construtiva, foram comparados os materiais empregados, sendo avaliados o desenho da geometria estrutural da cobertura e os detalhes construtivos das referidas edificações.

a) Casa Grochocki

A casa Grochocki localiza-se na Rua Domingos Perbiche e foi construída em 1910, conforme a data entalhada¹⁴ na viga da estrutura da casa (FIGURA 13A). Foi adquirida em 1941 pelos pais de Ladislau Grochocki, que morou na casa durante o período da infância e depois voltou a residir em 1972 quando se casou, permanecendo até a década de 1980 com a esposa e os três filhos. Além de ter sido utilizada como residência foi durante alguns períodos destinada ao armazenamento de produtos agrícolas (GROCHOCKI; GREBOGGY 2012).

Em 2009, a atual proprietária, filha de Ladislau, realizou a substituição das peças deterioradas do piso e da cobertura da cozinha, a casa de troncos foi pintada e transformada em museu, que expõe utensílios domésticos, fotos e móveis antigos (FIGURA 13B e 13C).



FIGURA 13 – DATA DA CONSTRUÇÃO, 1910 (A), FOTO INTERNA DO MUSEU (B), FOTO EXTERNA, CASA GROCHOCKI VISTA DOS FUNDOS (C).

¹⁴ 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 (TEMPSKI *apud* VALENTINI, 1982, p.11). Além disso, todas as casas possuíam imagens de santos, em especial de Nossa Senhora de Czestochowa, vindas da Polônia.

Apesar da pintura interna e externa que hoje cobre as paredes de araucária, a casa Grochocki reveste-se de importância, pois conserva os elementos originais desta técnica; é um dos exemplares mais representativos, com um exímio trabalho de carpintaria. Os troncos das paredes de araucária alcançam seção de 11x45 centímetros (base e altura). As peças são maiores e mais regulares que as das demais casas, apresentam qualidade no corte e no esquadrejamento, assim como na sambladura cauda de andorinha nas extremidades.

A casa Grochocki e a casa Cetnarski localizam-se na área dos lotes não demarcados 53 a 72 no mapa (FIGURA 12).

b) Casa Cetnarski

A casa Cetnarski localiza-se na Rua Adolfo Gribogi e pertence aos descendentes de Jósef Cetnarski. O imigrante polonês chegou à colônia nos primórdios de sua fundação. Foi um dos primeiros professores, líder comunitário, cuidava dos livros e registros da paróquia, se interessava pela cultura e a organização social “foi secretário da igreja dirigindo os trabalhos e campanhas de arrecadação, destinada à escola e à igreja”. No material reunido por ele, Arquivo Cetnarski, consta a relação dos habitantes, entre outras importantes informações sobre o início da colonização e foram inseridas no livro Murici -- Terra Nossa (TURBANSKI, 1978, p. 29-31).

Jósef faleceu no ano de 1921, e até essa data, além da casa de madeira serrada (Figura 14A) objeto do estudo, datada de 1916 (Figura 14B), foi também construída na propriedade a casa de troncos (1883) que foi a primeira moradia da família (FIGURA 14C).

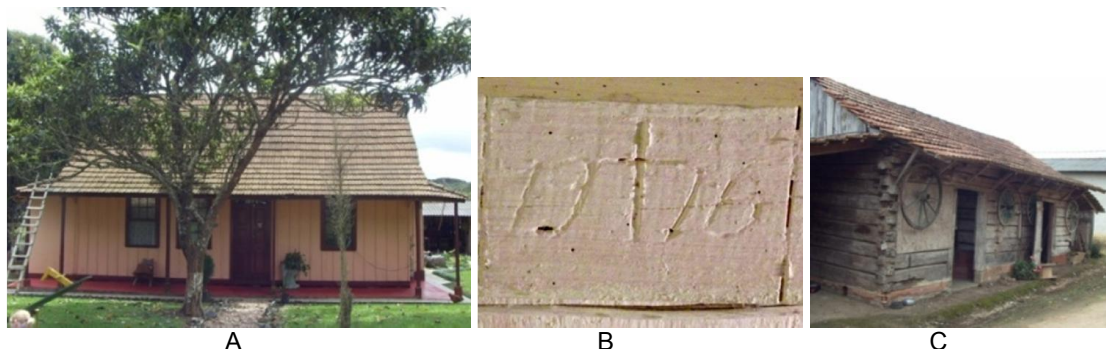


FIGURA 14 – CASA CETNARSKI MADEIRA SERRADA, 1916 (A), DATA DA CONSTRUÇÃO (B), CASA DE TRONCOS, 1883 (C)

c) Casa Majczak

A casa Majczak localiza-se no lote 7 ao final da rua que leva o nome do primeiro proprietário e construtor da casa, Aleksander Majczak. O imigrante veio com família da Polônia no ano de 1892 e, segundo os descendentes, ele possuía o ofício de carpinteiro e pedreiro, utilizando as técnicas de construção trazidas da Polônia. Construiu sua casa e outras na Colônia Murici e localidades vizinhas, participou da construção da igreja, além do muro da Casa da Cultura (HOLTMAN, 2012).

A casa da família foi construída em 1919 e se mantém em grande parte em seu modelo original (FIGURA 15A, 15B). No anexo da cozinha, as paredes eram de madeira e foram substituídas por alvenaria e o piso nesta área, por cerâmica. O anexo da instalação sanitária é uma construção recente, com cerca de 10 anos.

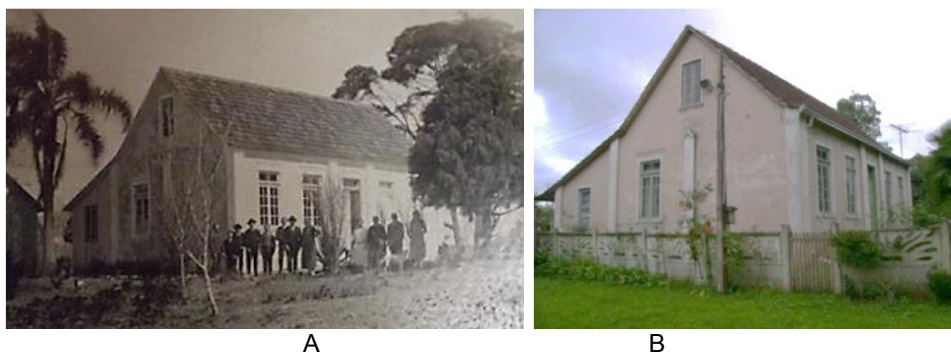


FIGURA 15 – CASA MACJZAK DÉCADA DE 1940 (A), FACHADA FRONTAL E LATERAL 2012 (B).

Nesta casa podem ser observados detalhes construtivos de ornamentação na alvenaria e refinados acabamentos de madeira, as paredes de divisão interna são de tábuas com encaixe macho e fêmea e a estrutura do telhado possui uniões por encaixes e cavilhas, sem pregos, os forros apresentam desenhos elaborados.

d) Casa da Cultura

A Casa da Cultura, Casa das Irmãs como era chamada, localiza-se no lote 16 ao lado da Igreja da Colônia Murici, foi uma das primeiras escolas da região e inicialmente uma edificação de madeira, construída a partir de 1900 com a chegada dos missionários do Verbo Divino e do Pe. Karol Dworaczek. Seu sucessor o Pe. Jan Gualbert Pogrzeba, na década de 1920, “aumentou a escola paroquial, substitui

as paredes externas de madeira por paredes de material, o telhado de tabuinhas por telhas francesas” (TURBANSKI, 1978) (FIGURA 16A).

“Durante 74 anos as Irmãs da Sagrada Família moraram na velha escola, servia de moradia, escola e internato para os jovens de lugares distantes” (TURBANSKI, 2005). Atualmente funciona como museu e espaço cultural, as salas são utilizadas para palestras e cursos, Figuras 16B e 16C, além do atendimento de apoio à escola da rede estadual com aulas de espanhol e de reforço para o vestibular. O museu abriga acervo bibliográfico, móveis, objetos e ferramentas agrícolas utilizadas pelos primeiros imigrantes.

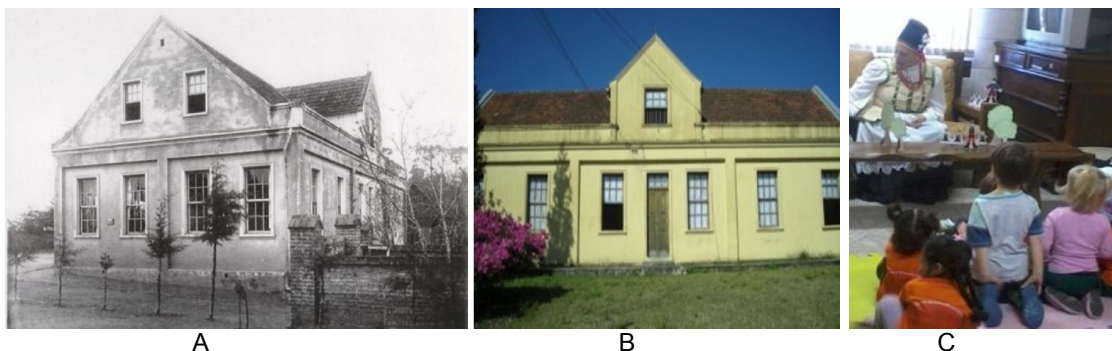


FIGURA 16 – ANTIGA CASA DAS IRMÃS, DÉCADA DE 1920 (A), FACHADA FRONTAL, FOTO ATUAL (B), HORA DO CONTO INFANTIL (C)
 FONTE: HOLTMAN; HOLTMAN, 2012.

3.2 ANÁLISE DA MADEIRA

Para a consecução da análise foram avaliadas as madeiras que compõem a estrutura do telhado das três edificações: casa Grochocki, casa Cetnarski e Casa da Cultura; que representam as categorias das técnicas do estudo, casa de troncos, casa de madeira serrada e casa de alvenaria, respectivamente.

Definiu-se a área de estudo a partir do levantamento arquitetônico; na Figura 17A, encontram-se os elementos da estrutura do telhado da casa Grochocki, numerados de 1 a 9, sendo os caibros representados pela letra CD e CE, lado direito e lado esquerdo, respectivamente.

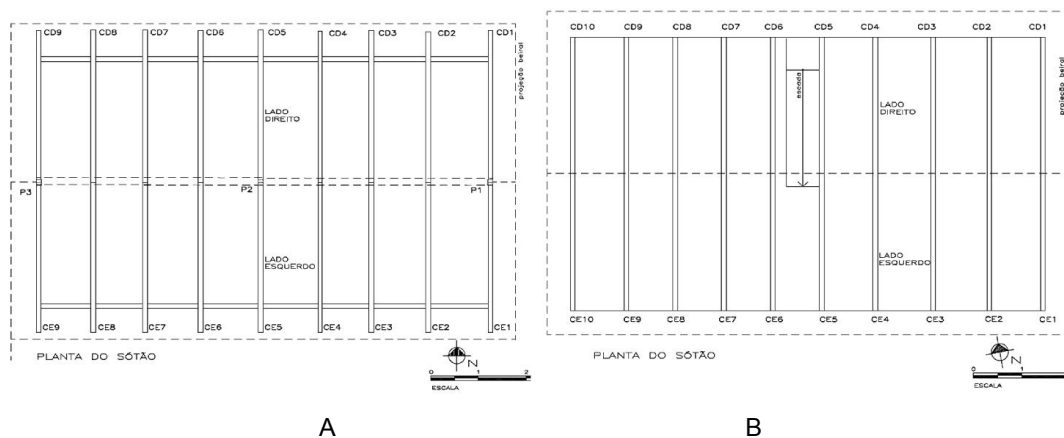


FIGURA 17 – PLANTA DO SÓTÃO DA CASA GROCHOCKI (A), PLANTA DO SÓTÃO DA CASA CETNARSKI (B).

A casa Cetnarski (Figura 17B) segue semelhante disposição dos elementos, numerados de 1 a 10, com a divisão também em lado direito e lado esquerdo e os caibros representados por CD e CE, respectivamente.

Na Figura 18, as áreas denominadas lado A e lado B do sótão foram as avaliadas da Casa da Cultura. No desenho geral da planta do sótão estão representadas as tramas (caibros, vigas e pendurais) de cada lado. No lado A (direito) existem oito tramas e no lado B (esquerdo) nove tramas.

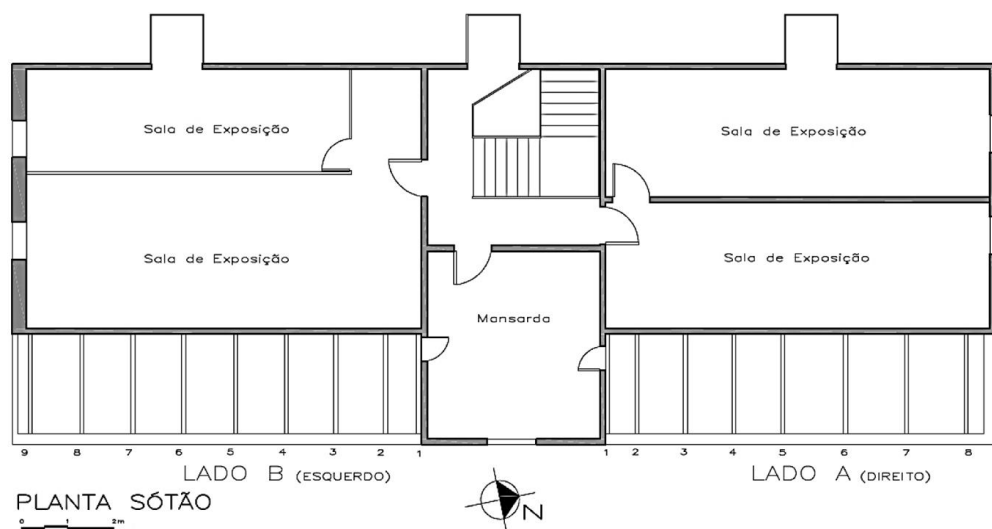


FIGURA 18 – PLANTA DO SÓTÃO DA CASA DA CULTURA.

A escolha do método de análise foi o macroscópico e se deu por análises visuais locais, tomando-se por base os procedimentos definidos pela UNI

11118:2004. Em cada edificação foram avaliados todos os elementos, anotados e fotografados todos os aspectos relevantes.

Em locais acessíveis e a partir de estruturas íntegras foram selecionadas as peças para as análises, com preferência por aquelas sem revestimento. Foi utilizada uma lixa fina ou um formão para melhorar a visibilidade da madeira, para a retirada de tintas ou no caso de superfícies obstruídas (AUGELLI, 2006). O procedimento se deu a partir da verificação das características organolépticas e macroscópicas da madeira (cor, cheiro, textura desenho, grã, anéis de crescimento, cerne e alborno etc.) (BURGER; RICHTER, 1991).

Utilizou-se uma iluminação artificial com um suporte móvel para os locais que não forneciam iluminação natural suficiente. Por fim, elaborou-se uma tabela com as características anatômicas mais frequentes e recorrentes nas referidas edificações.

3.3 ANÁLISE NÃO DESTRUTIVA

Conforme exposto nas análises anteriores, para a realização do diagnóstico foram utilizadas as mesmas edificações de referência: casa Grochocki, a casa Cetnarski e a Casa da Cultura, sendo avaliadas as estruturas de cobertura.

Por meio de análise visual, tomando-se por base as etapas de inspeção definidas pela UNI 11119:2004, as medidas do levantamento arquitetônico e os desenhos da estrutura dos telhados anteriormente realizados, foram anotadas *in situ* as alterações existentes em cada edificação. Em cada elemento foi registrado o tipo, posicionamento e extensão dos defeitos e deteriorações. Os defeitos classificados em nós, grupos de nós, fissuras e rachaduras¹⁵ e a deterioração em agentes físicos e biológicos, representados na planta do mapeamento dos defeitos e das degradações (SILVA *et al.*, 2010).

A partir dos resultados obtidos da análise diagnóstica foram selecionados os locais para os ensaios ou provas resistográficas, sendo perfurados os pontos onde havia deterioração intensa, segundo os dados gerais da inspeção (expostos no mapeamento). Tomou-se por princípios a teoria da restauração e conservação

¹⁵ A classificação, utilizada por Augelli (2006, p. 50) e segundo a norma UNI EN844-3 *Legno tondo e segati-Terminologia*, denomina as fissuras conforme a sua profundidade, sendo fenda superficial (as inferiores a 2mm) e passante (as aparentes no topo e nas duas faces da superfície periférica).

preventiva adotados por Brandi (2004) que leva em conta a historicidade e a estética da obra com a manutenção dos elementos originais, “a salvaguarda da imagem e da matéria”, e desta feita as análises primaram pela intervenção mínima.

Empregou-se o resistógrafo a partir da análise das seções transversais das estruturas históricas, a fim de complementar a inspeção visual e verificar a seção resistente das peças. Em relação à posição dos orifícios para análise e direção de perfuração visou-se realizá-los em correspondência aos eixos geométricos, em geral no centro da peça com um ângulo de 90°. O procedimento teve que ser adaptado em algumas situações pela dificuldade na acessibilidade, perante a geometria da peça ou devido a localização da deterioração (objetivo da prova). O resultado do diagrama obtido, tendo como referência as fontes bibliográficas para a resistência da madeira, foi classificado em alta (próximo à amplitude máxima); em nula (amplitude zero) e em baixa (amplitude mínima ou faixa intermediária).

O instrumento empregado utiliza para o avançamento da haste metálica um sistema autoalimentado composto de furadeira reversível a 12V e 2Ah com velocidade a 500 ou a 700 giros/min e bateria recarregável. A haste possui 3 mm de diâmetro e 50cm de comprimento e funciona a partir do movimento combinado de rotação e penetração na madeira e fornece um gráfico em papel químico acoplado na parte posterior do equipamento.

3.4 ANÁLISE DA FAUNA DE INSETOS

O método empregado para a análise entomológica foi por análise visual, buscando os locais com galerias, orifícios de emergência, presença de insetos vivos ou mortos e sinais de ataque ativo. A partir disso a coleta foi conduzida com a remoção dos resíduos incluindo todo material (insetos inteiros ou partes do corpo, larvas e exúvias). Foram recolhidas amostras de paredes, estruturas, pisos e esquadrias, onde os sinais de infestações de insetos (ativas ou inativas) nas madeiras de araucária eram evidentes.

As áreas para a coleta foram determinadas pelo consentimento dos proprietários em geral nos locais menos utilizados, sendo analisadas as mesmas edificações especificadas anteriormente. Da casa Grochocki (casa de troncos) foram

recolhidas amostras das paredes externas e do sótão, da Cetnarski (casa de madeira serrada) das paredes externas e da Casa da Cultura (casa de alvenaria) dos dois lados do sótão, lado A (direito) e lado B (esquerdo) e do mobiliário do sótão.

A retirada do material foi realizada com pincéis, sendo os insetos armazenados em álcool 70%, em potes distintos para cada casa. Teias de aranhas constituíram uma espécie de tela natural, envoltas por teias, puderam ser retiradas partes do corpo e insetos inteiros não danificados. As coletas ocorreram entre os meses de março a dezembro de 2012. A temperatura média desse período foi de 17,05 °C e a umidade relativa de 81,34% segundo o banco de dados climatológicos da estação Afonso Pena (INSTITUTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO.–ICEA, 2014). A pluviosidade média anual é 1281 mm, sendo o mês de janeiro o de maior índice e o mês mais quente do ano (CLIMATE, 2014) (ANEXOS 2 e 3).

A análise do material foi realizada no Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera (LSBC), Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. A triagem foi feita em microscópio estereoscópico Olympus Micronal VMT-SIT em aumento de 12x, sendo os insetos morfotipados e armazenados em frascos separados. A identificação dos exemplares foi efetuada em microscópio estereoscópico ZEISS Stemi SV6, utilizando diversas chaves de identificação (ARNETT Jr. e THOMAS, 2000; ARNETT Jr. *et al.*, 2002; PEREIRA e ALMEIDA, 2001; MARINONI *et al.*, 2001; COSTA LIMA, 1952, 1953, 1955, 1956; PEDROSA-MACEDO e SCHÖNHERR J., 1985), além da comparação com exemplares da Coleção Entomológica Pe. J. S. Moure (DZUP), do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ), Museu de Zoologia da USP (MZSP) e consulta a especialistas. A classificação utilizada para as famílias de Coleoptera foi de acordo com Bouchard *et.al* (2011).

A partir do estudo da etologia dos insetos identificados fez-se uma comparação com os dados avaliados na madeira em obra a fim de verificar se esses insetos efetivamente danificavam as edificações.

3.5 ANÁLISE ESTRUTURAL

Como não foi possível a retirada de amostras das edificações para a realização de ensaios laboratoriais e, dessa forma, a obtenção da real resistência da madeira que constitui a estrutura dos telhados, foram utilizados os métodos de cálculo previstos na NBR 7190:1997, sendo considerados valores de cargas efetivas, além dos efeitos da ação do vento estimados de acordo com a NBR 6123:2013.

Foi calculada a resistência dos caibros, que são os elementos que essencialmente constituem a estrutura do telhado das três edificações; utilizaram-se como dimensionamento prévio os desenhos do levantamento arquitetônico, sendo retiradas novas medidas *in loco*, a fim de verificar a seção de cada um deles. Como alguns caibros apresentavam variação nas medidas da base, meio e topo, tomou-se a medida do meio, por ser o ponto menos resistente e sujeito à maior flexão. As junções e sambladuras, por serem elementos de encaixes internos e sem a possibilidade de medição, não foram avaliadas.

Para a análise das tensões normais atuantes nos caibros, foi considerada a real solicitação por flexão composta reta, cuja equação é clássica da Resistência dos Materiais. Para a adoção dos valores efetivos de carregamento, foram levados em conta o peso próprio dos caibros, o peso próprio das ripas, o peso das telhas úmidas e a ação do vento obtida a partir de recomendações da NBR 6123, porém, com seu valor ponderado de acordo com o Estado Limite de Utilização da NBR 7190, numa combinação de média duração.

Estabeleceu-se como parâmetro a definição da seção crítica e a seção efetiva da Norma UNI EN (11119:2004) e utilizou-se como método a comparação da “situação íntegra” com a “situação modificada”, e deste modo avaliaram-se os elementos estruturais das referidas edificações (BERNARDO *et al.*, 2012). Definiram-se os elementos livre de danos denominados “situação íntegra” e os elementos com chanfros e (ou) reduzidos pelo efeito da deterioração denominados “situação modificada”. As medidas foram obtidas diretamente das peças e com o auxílio do diagrama do resistógrafo, nas peças deterioradas.

Considerando que os caibros sofrem solicitação por flexão composta reta, pode-se sobrepor os efeitos de flexão simples reta e de compressão centrada, a direção real do carregamento decomposto na componente transversal ao eixo longitudinal do caibro e na componente paralela ao eixo longitudinal do caibro.

Assim, a análise das tensões normais atuantes *versus* tensões normais resistentes foi calculada por meio das equações apresentadas em (1).

$$\sigma_{\text{atuante}} \leq \sigma_{\text{resistente}}$$

onde :

$$\sigma_{\text{atuante}} = \frac{M}{I} y + \frac{F}{A} \quad (1)$$

$$\sigma_{\text{resistente}} = f_{c0,\text{efetivo}}$$

M= Momento fletor

I= Momento de inércia

y= Posição vertical do centro de gravidade

F= Força normal atuante

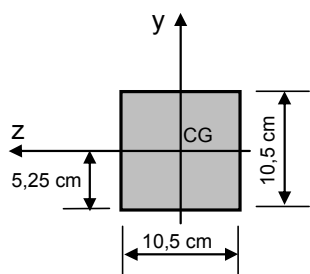
A= Área

Para a estimativa da margem de segurança estrutural foram comparados os valores obtidos da situação íntegra e modificada. De forma global, a perda da capacidade resistente da “situação modificada” representa um fator de redução dado pela razão da tensão normal atuante íntegra sobre a modificada, que tem seu valor acrescido do inverso em relação à “situação íntegra” já que com a seção transversal reduzida as tensões normais ficam mais concentradas. Com o valor da tensão normal resistente como referência de segurança, foi possível estimar a margem de segurança que cada situação (íntegra e modificada) proporciona ao usuário.

3.5.1 Avaliação das tensões normais nos caibros submetidos à flexão composta reta

Inicialmente foram calculados a área da seção, o momento de inércia (I_z) e a posição do centro do momento de inércia (y_{CG}) em relação a um dos eixos principais, para a definição dos carregamentos. Na Figura 19 estão apresentados os valores das propriedades geométricas empregadas nos cálculos referentes à capacidade resistente dos caibros para as duas situações, “íntegra e modificada”,

considerando as dimensões extremas, tanto para a integridade da peça, como para a perda na forma de chanfro.

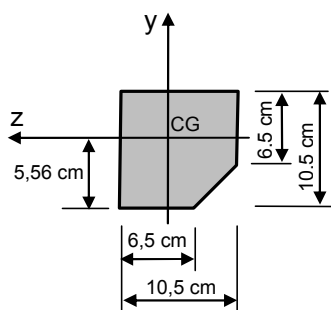


“SITUAÇÃO ÍNTEGRA”

$$\text{Área} = 110,25 \text{ cm}^2$$

$$\text{Momento de Inércia: } I_z = 1012,9 \text{ cm}^4$$

$$y_{CG} = 5,25 \text{ cm}$$



“SITUAÇÃO MODIFICADA”

$$\text{Área} = 102,25 \text{ cm}^2$$

$$\text{Momento de Inércia: } I_z = 873,49 \text{ cm}^4$$

$$y_{CG} = 5,56 \text{ cm}$$

FIGURA 19 – CAIBRO CD6 DA CASA GROCHOCKI, DETALHE DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS “SITUAÇÃO ÍNTEGRA E SITUAÇÃO MODIFICADA”, E OS RESPECTIVOS MOMENTOS DE INÉRCIA. FONTE: BERNARDO *et al.*, 2012.

A Figura 20 representa a solicitação dos caibros por flexão composta reta e a decomposição das componentes da força real de carregamento. Sendo para as três edificações “L” a medida do comprimento do caibro e “ α ” o ângulo de inclinação com relação ao piso do sótão ou a viga tirante da tesoura (elemento horizontal).

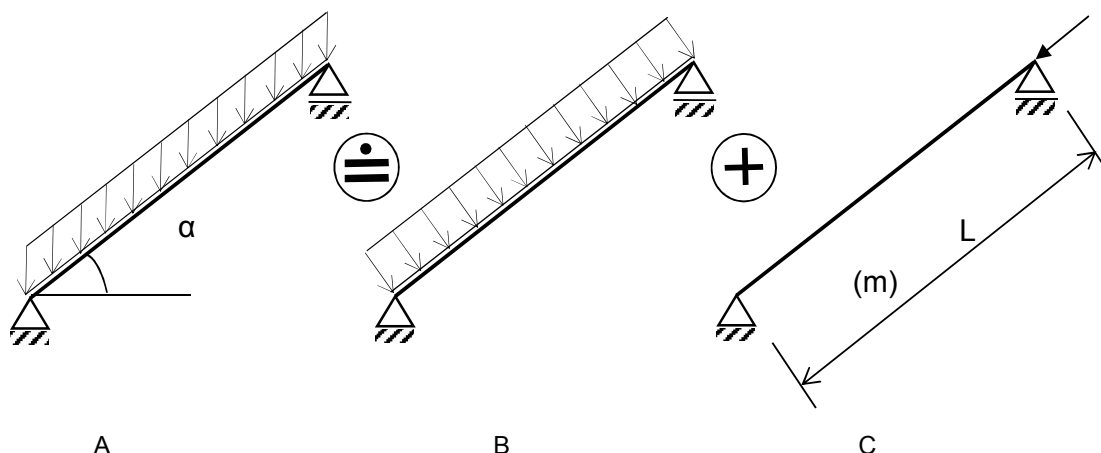


FIGURA 20 - DIREÇÃO REAL DO CARREGAMENTO (A), COMPONENTE TRANSVERSAL AO EIXO LONGITUDINAL DO CAIBRO (B), COMPONENTE PARALELA AO EIXO LONGITUDINAL DO CAIBRO (C) FONTE: ADAPTADO DE BERNARDO *et al.*, 2012.

A tensão resistente foi estimada de acordo com a identificação macroscópica da espécie *Araucaria angustifolia* (Capítulo 4.2) madeira da classe das coníferas com valor médio de resistência à compressão paralela às fibras igual a $f_{c0,m} = 40,9$ MPa. Com a aplicação dos conceitos probabilísticos, tem-se que $f_{c0,k} = 0,7 f_{c0,m}$ que resulta em $f_{c0,k} = 28,6$ MPa que, por sua vez, se enquadra na classe de resistência C25. O valor característico da resistência à compressão paralela às fibras ($f_{c0,k} = 25$ MPa), a princípio, foi adotado como sendo o valor efetivo, porém, alterado pelos coeficientes de modificação recomendados (NBR 7190:1997, p. 15-16).

A resistência à compressão paralela às fibras dos caibros, no seu valor efetivo, foi estimada conforme exposto, porém para a alteração do valor característico levaram-se em conta os seguintes coeficientes de modificação: $k_{mod,1} = 0,7$ para longa duração de carregamento, $k_{mod,2} = 1,0$ para classe 2 de umidade e $k_{mod,3} = 0,8$ para madeira de 2ª categoria, levando em consideração deste modo a variação da qualidade das madeira, pela presença de nós etc. (MOLITERNO 2010, p.72-75). Assim, o valor estimado para a capacidade resistente efetiva dos caibros resulta em $0,7 \times 1,0 \times 0,8 \times 25$ MPa = 14 MPa ($f_{c0,efetivo}$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 A ARQUITETURA E A TÉCNICA CONSTRUTIVA

Nas propriedades rurais da colônia Murici prevaleceram as habitações construídas com troncos de araucária, casas de tábuas e alvenaria de tijolos.

As casas de troncos foram as primeiras a serem construídas, a partir de 1878, com a chegada dos imigrantes poloneses, que usavam técnica construtiva elementar. “A golpes de machados as árvores eram derrubadas e os troncos serrados encaixados na extremidade”. Utilizavam poucas ferramentas, o material era extraído da floresta, podia ser obtido diretamente dos lotes que ocupavam.

As casas de madeira serrada estão relacionadas à mecanização, à criação das serrarias, ao período de maior disponibilidade do material processado e a peças padronizadas. As casas são de tábuas na vertical, o sistema construtivo é de tábua e mata-junta. Existem também paredes, pisos e forros com encaixe macho-fêmea, além de outros modelos de junção nos elementos estruturais. São empregados os elementos decorativos – os lambrequins. Os produtos possuem medidas padronizadas, entre eles: pilares, vigas, caibros, ripas; além dos componentes, estão disponíveis as janelas, as portas e os acabamentos de molduras, rodapés etc.

As casas de alvenaria difundem-se a partir das primeiras décadas do século XX, fruto de melhores condições econômicas e a possibilidade da obtenção de materiais industrializados. Vindos da cidade, ao mesmo tempo podem ser transportados e adquiridos com mais facilidade das olarias existentes nas colônias e na região. As paredes externas são de tijolos, mas o interior é em grande parte mantido de madeira.

Com o passar dos anos e o desenvolvimento da colônia, a madeira foi a matéria-prima mais frequentemente utilizada. Foram empregadas desde as mais primitivas construções até os detalhes construtivos mais aprimorados nas casas de alvenaria. Nestas casas, ricos detalhes construtivos de carpintaria e marcenaria são encontrados; entalhes e frisos ornamentais, os primeiros observados nas sambladuras de elementos estruturais e os segundos, em forros, portas e janelas que compõem a estética das construções.

A implantação como vista hoje teve origem no modelo de ocupação do passado. “Buscam uma forma peculiar de organização, a qual remete à ancestral aldeia europeia” (WEIMER, G., 2012, p.165). Implantada em sítios isolados, a floresta de pinheiros dominava a região. A casa de troncos foi a primeira a ser construída, depois o paiol de troncos, a morada e o depósito em torno do pátio; nele encontram-se também o poço e o forno. Ao fundo, um pouco mais afastada, localiza-se a casinha de madeira¹⁶. A habitação estava fortemente vinculada ao trabalho tendo o pátio como elemento aglutinador das atividades e das construções. A propriedade da família Grochocki representa uma ocupação exemplar deste universo (FIGURA 21).

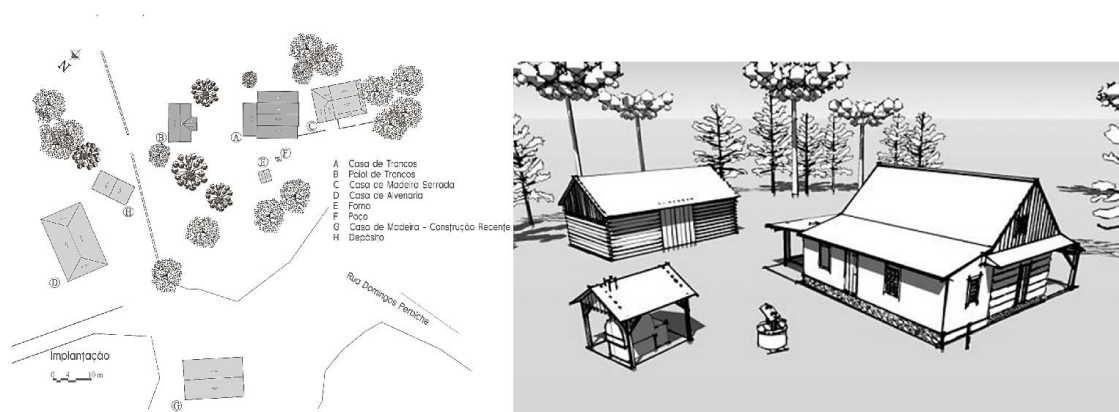


FIGURA 21– IMPLANTAÇÃO DA CASA GROCHOCKI.
FONTE: SILVA *et al.*, 2007a.

O paiol servia para o armazenamento da produção agrícola, para as ferramentas e os instrumentos da lavoura, bem como para o abrigo dos animais. Com o passar dos anos, para ampliar a área da habitação ou de depósito, a essas construções são acrescentados os anexos, que consistiam de pilares laterais e coberturas na continuação de uma das águas do telhado, às vezes fechados nas laterais com paredes de tábuas. Eram espaços destinados às carroças, arados etc.

Com o aumento da família e a melhora da condição econômica, uma nova casa de madeira serrada ou de alvenaria era construída próxima da casa de troncos, e esta era abandonada ou mantida como local de depósito. Outras moradias eram construídas, para receber os novos casais, pois a terra permanecia entre os descendentes.

¹⁶ Existem casinhas de madeira, de tábuas e mata-junta, em algumas propriedades na Colônia Murici. “A casinha é uma pequena construção edificada sobre a fossa. Ainda é comum encontrá-la nas localidades do interior do país, principalmente na zona rural mais empobrecida. Pode ser de madeira, taipa ou adobe”. (BARRETO, 2010. p.79).

A diversificação das atividades e o incremento da produção e da economia propiciam a multiplicação de construções, principalmente com a difusão da madeira serrada. Além do prédio com função de depósito, outros para abrigar cada tipo de animal. Na proximidade da habitação foram construídos a oficina, o moinho, a serraria com os respectivos equipamentos para a agricultura, o processamento dos grãos e da madeira.

Weimer (2012) salienta a adaptação dos imigrantes às condições subtropicais do país. São realizadas outras construções vista a necessidade de separação dos animais, os quais não poderiam mais ser mantidos dentro da casa como nos países frios. Com isso diversos prédios foram construídos para abrigar cada tipo de animal e as diversas atividades: uma oficina artesanal para a especialidade do agricultor, um galinheiro, um chiqueiro com pocilga, uma estrebaria, um cabril etc.

A disposição dessas construções é encontrada de diferentes formas, prevalece, contudo, a relação com o pátio de serviço. A casa de madeira serrada foi em geral implantada na frente, voltada para a via de acesso, do mesmo modo a casa de alvenaria mais próxima da rua da colônia.

4.1.1 Casa Grochocki

A casa Grochocki segue a volumetria característica das casas de troncos (FIGURA 22B). “São construções compactas em formato de paralelepípedo com cobertura em duas águas de elevada inclinação. A este volume principal podem ser adicionados anexos laterais, criados a partir da continuação de uma das águas da cobertura” (BERNARDO, 2013). Nas fachadas são encontradas pequenas janelas e a porta central. Ao desenho característico destas casas de planta retangular, foram acrescentadas outras áreas, assim como os volumes menores: o anexo da cozinha de alvenaria¹⁷ na lateral à esquerda, uma varanda à direita e um depósito nos fundos.

A Figura 22A mostra as vistas frontal e lateral, a planta baixa, bem como a disposição das construções no terreno (implantação). Já a Figura 22B expõe o esquema volumétrico arquitetônico da planta principal.

¹⁷ Uma evolução da solução arquitetônica nas casas de troncos era o acréscimo da cozinha em alvenaria (VALENTINI, 1982).

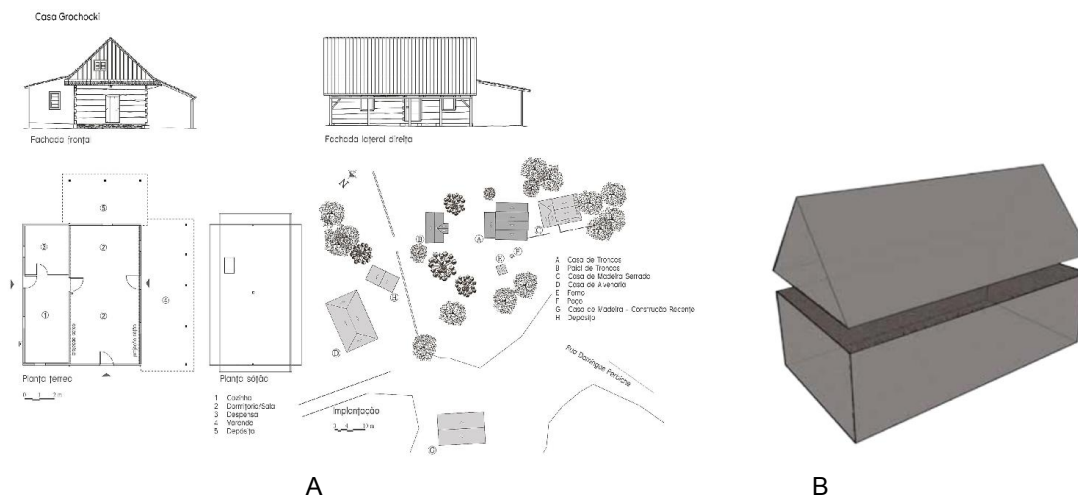


FIGURA 22 – PLANTA E FACHADAS DA CASA GROCHOCKI (A), VOLUMETRIA (B).

A planta mede 4,95 x 9,65 metros¹⁸ na área de troncos e na cozinha 3,12 x 9,65 m. No mesmo sentido o sótão repete a planta da parte de troncos. O pé direito do térreo é de 2,60 m e 2,80 m no sótão.

Segue a descrição dos elementos construtivos da casa Grochocki (Figura 23), a partir da fundação até a cobertura.

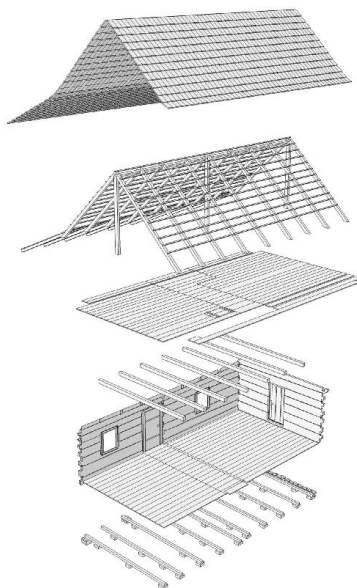


FIGURA 23 – PERSPECTIVA DA CASA GROCHOCKI.
FONTE: SILVA *et al*, 2007b.

¹⁸ As medidas serão apresentadas nesta ordem: largura e comprimento ou base e altura (bxh).

Fundação: A fundação é superficial, constituída de pequenos troncos dispostos nas extremidades (FIGURA 24 A). A casa é elevada do solo, o que evita o contato com a umidade do terreno, permite a ventilação na parte inferior e a conservação das madeiras. Esse tipo de solução permite também o nivelamento da construção em locais de terrenos irregulares. Foram serradas peças com cerca 25 cm de altura e 30 cm de diâmetro de uma madeira de maior resistência – aroeira (*Schinus terebinthifolius*). Outra possibilidade era a utilização de embasamento de pedras, como empregado na cozinha.

Piso: É de tábuas de araucária, com espessura de 25 mm e larguras variáveis entre 20 e 30 cm com junta seca. No térreo são pregadas aos barrotes e no sótão às vigas, com espaçamento médio de 1 m. Era usual a casa polonesa possuir assoalho, assim como alguns paióis, como mostra a Figura 24 B.

Paredes: As paredes de troncos encaixados formam um conjunto de grande estabilidade e rigidez estrutural. Foram utilizados troncos de diferentes seções nas diferentes casas, quadradas ou retangulares, com dimensões de 15 x 15 cm; 15 x 30 cm; 20 x 20 cm e 11 x 45 cm. As seções possuem cantos retos ou chanfrados, mantendo em alguns casos parte da seção circular da árvore, como resultado da rusticidade do processamento e do aproveitamento dos pinheiros de diâmetros menores (FIGURAS 25A e B). Prevalece na casa Grochocki a seção retangular com o chanfro em algumas peças, o que facilitava o preenchimento das frestas com a argamassa de barro e palha (FIGURA 24C). Na extremidade do tronco o encaixe com o corte inclinado cria a sambladura do tipo cauda de andorinha (FIGURA 24 D). Esse detalhe garante mais rigidez em relação ao corte reto, com o travamento das peças, não permitindo que elas se abram. As paredes originalmente receberam revestimento de pintura a cal.

Esquadrias: As portas são de uma folha nas casas e de duas nos paióis, cada qual constituída de duas ou três tábuas fixadas por ripas na parte interna. A largura é variada 70; 80 a 90 cm. A altura se mantém em torno de 2 m. Possuem ferragens e maçanetas, algumas são de madeira. As janelas eram semelhantes às portas, venezianas de tábuas inteiras fixadas nos marcos de troncos. Em muitas casas

restaram das janelas originais somente os marcos. Em geral, o vão é de 60 x 60, 70 x 70 e 70 x 90 cm. As janelas com vidros são instalações recentes (FIGURA 25C).

Forro: Em geral as casas de troncos não apresentam forro.

Estrutura do telhado: É simplificada, composta por ripas, caibros e vigas; pendurais e terças em alguns casos (FIGURA 26A). As ripas são pregadas diretamente sobre os caibros. Estas peças possuem seção transversal irregular (9 x 10 cm, 10 x 10 cm e 9 x 10,5 cm) e acabamento rústico (FIGURA 26C), com sinais do uso de serras manuais, distam em média 1,10 m entre si. Unem-se diretamente na cumeeira (pregadas ou encaixadas) e eventualmente apoiam-se sobre terças. A base desta estrutura são as vigas do sótão, que avançam além da parede externa como corte inclinado, formando os cachorros (FIGURA 26B). Os telhados são de duas águas iguais e simétricas a partir do centro da face menor. Apresentam elevada inclinação em torno de 45 graus. Os telhados nas laterais são menos íngremes.

Cobertura: 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 posteriormente por telhas francesas. As tábuas de araucária vedam a empena lateral da construção, ou oitão.

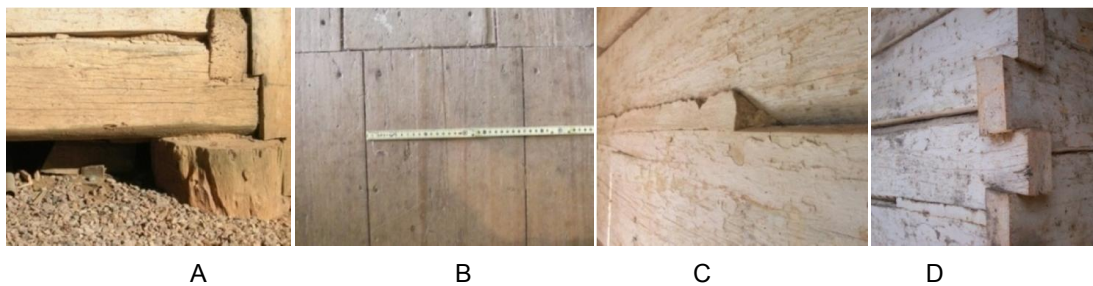
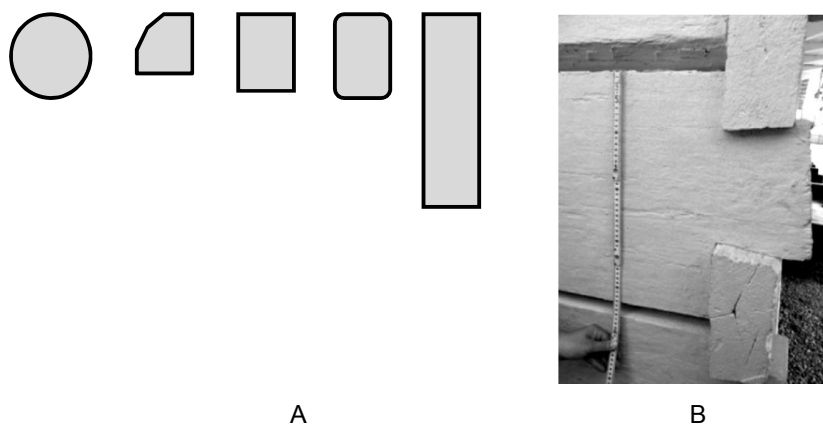


FIGURA 24 – FUNDAÇÃO (A), PISO (B), PAREDES (C), ENCAIXE CAUDA DE ANDORINHA (D).



C

FIGURA 25 – DIFERENTES SEÇÕES DOS TRONCOS (A), SEÇÃO RETANGULAR DO TRONCO CASA GROCHOCKI (B), VISTA GERAL DA CASA GROCHOCKI 2007, ANTES DA INTERVENÇÃO DE 2009 (C).

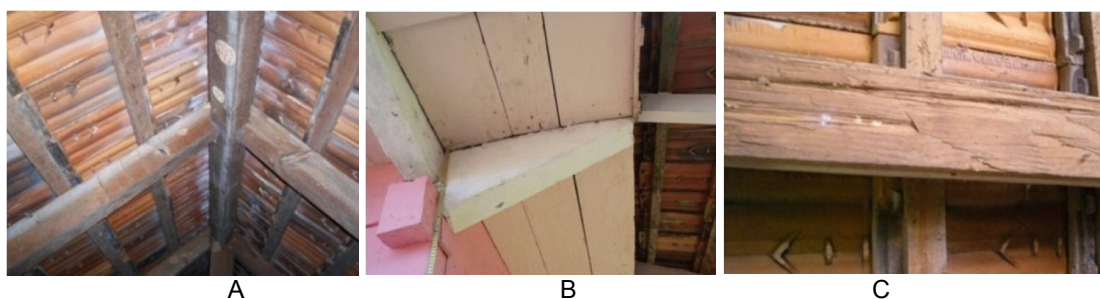


FIGURA 26 – CAIBROS (A), CACHORRO (B), PROCESSAMENTO RÚSTICO DOS CAIBROS (C).

4.1.2 Casa Cetnarski

A casa Cetnarski mantém a semelhança da volumetria da casa de troncos. No volume principal a cobertura é de elevada inclinação com o sótão superior. A cozinha localiza-se nos fundos, sua cobertura de menor inclinação se dá a partir da continuação do telhado principal. Os pequenos anexos estão dispostos sob os telhados laterais, destinam-se às áreas de serviço e às instalações sanitárias, estas em construções mais recentes de alvenaria.

A técnica possibilitou a flexibilidade construtiva e a liberdade de composição. Novas soluções de volumetria e planta, uma maior valorização formal das fachadas frontais, com varandas e lambrequins. Ocorreu a especialização do programa de necessidades arquitetônico, assim, além de possuir mais comodidade, um número maior de ambientes, os espaços internos das casas passaram a ser diferenciados.

A planta é retangular e mede 5,63 x 9,71 m dividida em sala e três quartos (FIGURA 27A). A sala frontal é o cômodo maior, voltado para frente da casa, a altura do pé-direito é igual a 3,08 m. A planta do sótão é igual à do térreo, sem divisórias com a altura do pé-direito de 2,84 m na cumeeira.

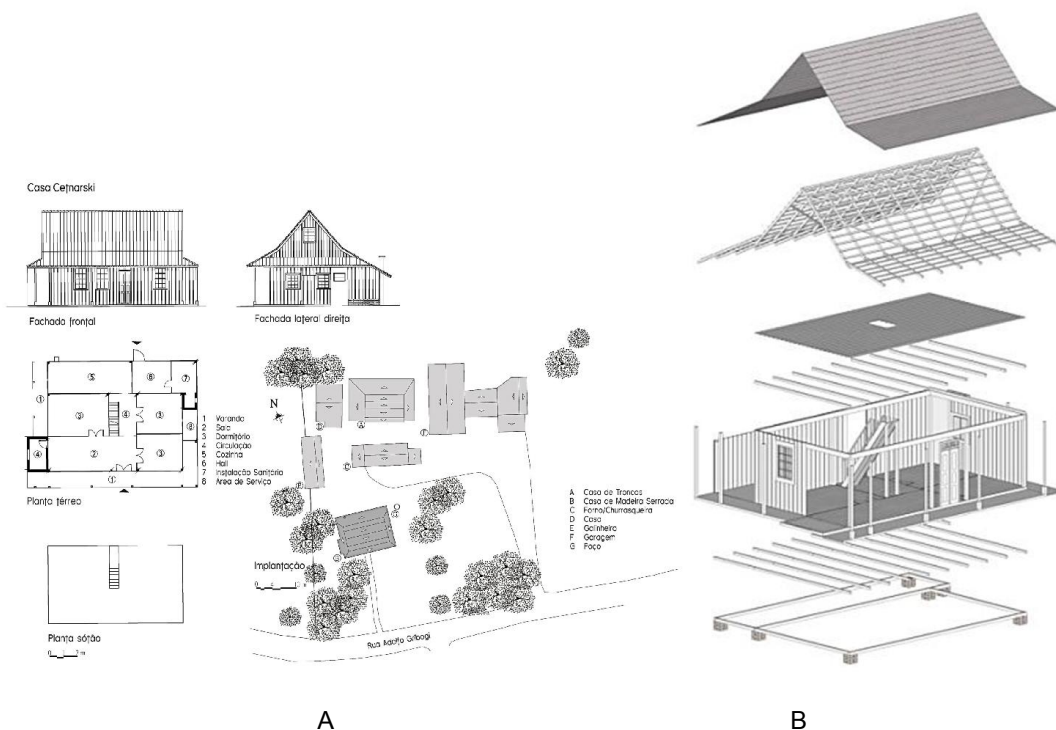


FIGURA 27 – PLANTA E FACHADAS (A), PERSPECTIVA DA CASA CETNARSKI (B)

A Figura 27A mostra as vistas frontal e lateral, a planta baixa, bem como a disposição das construções no terreno (implantação). Já a Figura 27B expõe o esquema volumétrico, com a disposição de todos os elementos, da base até a cobertura. Segue a descrição detalhada da técnica construtiva:

Fundação: Tipo direta superficial, constituída majoritariamente por blocos de tijolos (Figura 28A) ou troncos dispostos nas extremidades da casa, que suportam as vigas mestras e os pilares. Em toda a extensão da casa, a distância da viga até o solo costuma ser fechada. Os tijolos são assentados de forma a criar pequenas aberturas que possibilitam ventilação e prevenção contra a umidade, e evitam a entrada de animais.

Estrutura: As casas de tábuas necessitam de uma armação na qual são fixadas, garantindo a estabilidade, “ao iniciar a construção, monta-se um esqueleto básico que define a geometria do prédio dentro de um sistema hexaédrico (portanto, hipoestático)” (WEIMER, 2012, p.242). O conjunto estrutural das casas de tábuas e mata-juntas é constituído pelos quadros inferior e superior, interligados por esteios ou pilares, sobre o quadro superior apoia-se a estrutura do telhado (BERRIEL, 2011). No quadro inferior se encaixam vigas menores ou barrotes, nas quais são pregadas as tábuas do assoalho. No quadro superior estão encaixadas as vigas a uma distância aproximada de 1 m entre elas, constituem as linhas da tesoura do telhado (FIGURA 28B). São pregadas sobre as vigas as tábuas do piso do sótão. Sambladuras nas extremidades fazem o encaixe dos elementos.

A estrutura caracteriza-se por pilares e vigas de seção quadrada e retangular, com diversas medidas na seção transversal de 8 x 8; 8,5 x 8,5; 10 x 10; 9 x 10; 10 x 13; 11 x 14; 12 x 13,5 cm, e 10 x 13; 8,8 x 15; 8 x 14; 8 x 10; 10 x 16; 10 x 20 cm. As peças menores são em geral para os pilares das varandas e das paredes de divisão interna os maiores, para as extremidades e as vigas mestras.

Piso: Os pisos do térreo e do sótão são de madeira, em geral tábuas de araucária com espessura de 2,54 cm, com larguras de até 30 cm (FIGURA 28C). Nas varandas os pisos são de tijolos com revestimento de cimento alisado. Nas áreas novas, instalações sanitárias e cozinha, o piso é de lajotas cerâmicas.

Parede: A vedação é feita com as tábuas de 3 ou 2,5 cm de espessura e larguras variadas entre 15 a 32 cm, entre 20; 25 e 30 cm majoritariamente. A altura das tábuas pode atingir 3,30 m ultrapassando o pé-direito e cobrindo os elementos inferiores e superiores, colocadas justapostas e pregadas aos quadros (FIGURA 28B). Sobre elas, uma ripa de 1,2 x 5,5 cm, conhecida como mata-junta, garante a vedação do vão entre as tábuas, permite que a madeira trabalhe possibilitando o ajuste. Essas ripas fazem também os arremates, o acabamento de união parede e o piso, e são utilizadas como rodapés e roda tetos; alguns rodapés são maiores com 13 cm de altura. Na casa Cetnarski existe um detalhe especial nas ripas com um friso ornamental. No passado era comum a caiação das paredes, porém as paredes da casa foram repintadas com tintas esmaltes.

Esquadrias: As portas são de duas folhas, estreitas e altas, feitas de tábuas na vertical, o quadro¹⁹ instalado diretamente nas paredes. Como medida total, possuem 0,85; 0,95 e 1 metro de largura e a altura 2,30 metros. A porta principal é a mais elaborada, apresenta bandeiras de vidros (FIGURA 29B). Elas são almofadadas ou com frisos, mais comuns nas internas. As vistas são de 7,5; 8 e 8,5 cm de largura. As portas internas são, em geral, com frisos e algumas delas sem bandeira.

As janelas são também estreitas e altas principalmente as frontais, com bandeira superior em sistema de duas folhas de abrir ou de guilhotina. O desenho em geral é quadriculado, as venezianas fixadas no lado interno. Medem 0,85 x 1,50; 0,85 x 1,10; 0,75 x 0,95 m (largura e altura) apresentando medidas menores nas fachadas laterais e no sótão. As janelas são montadas a partir do quadro externo com peças de 4 ou 5 cm de largura. Filetes de 2,5 cm com frisos e rebaixos formam quadros internos para receber os retângulos de vidros fixados com massa pela parte externa (FIGURA 29C). As venezianas seguem o detalhe das portas com frisos. Nas áreas novas ou em substituições foram instaladas janelas de ferro.

Escada: A escada apresenta um lance (60 cm) e possui elevada inclinação, cerca de 55 graus, confeccionada com peças inteiras de 30 cm de largura. Duas tábuas dispostas nas laterais constituem a estrutura. Perfis são pregados com altura de 25

¹⁹ Não requer suportes específicos, o próprio quadro é suficiente. Tanto nas portas como nas janelas, as folhas de fechamento são duplas, dividindo o peso entre duas ombreiras. (IMAGUIRE Jr.; IMAGUIRE, 2011).

cm em cada lado e os degraus fixados neles. Encostada a uma parede possui corrimão na outra lateral sustentado por ripas; o espaço embaixo dela pode ser utilizado como depósito (FIGURA 29A).

Forro: Apresentam as mesmas dimensões das peças empregadas no piso. O forro do sótão é inclinado, assim como o das varandas onde as tábuas são pregadas nos elementos estruturais, acompanham a inclinação da cobertura e apresentam mata-junta (FIGURA 29D). Na substituição por motivo da deterioração desses elementos, peças de menor seção, como lambris de pinus, são utilizadas.

Estrutura do telhado: É totalmente executada em madeira. Trata-se de uma estrutura simplificada semelhante à casa de troncos formada por caibros (7 x 9 cm) e ripas (1,5 x 5,5 cm), além das vigas (10 x 13 cm). As vigas do piso do sótão (tirante ou linha baixa) atravessam a planta no menor vão, e nas extremidades os caibros (ou pernas) são acoplados. Funcionam como tesouras²⁰, a distância entre elas é de 1 a 1,10 m. A união dos caibros se dá por meio de sambladura caixa e espiga com cavilhas²¹, além de um contratirante (ou linha alta) com sambladura a meia madeira na altura de 2,04 m do piso. Os caibros das demais coberturas são apoiados nestas tesouras (FIGURAS 30A e 30B). Tábuas foram pregadas nas extremidades formando o oitão. O telhado é de elevada inclinação, 45 graus. Os telhados da cozinha e varandas são menos inclinados, entre 26 a 30 graus.

Cobertura: A cobertura é de telhas cerâmicas do tipo telha francesa.

²⁰ As tesouras, também chamada de asnas na arquitetura tradicional brasileira, são vigas treliçadas que usam o princípio do triângulo indeformável, constituídas de peças adequadamente dispostas e solidarizadas formando um quadro rígido capaz de suportar as cargas provenientes do telhado e transmiti-las, de forma pontual, à estrutura portante do edifício (LA PASTINA FILHO, 2005).

²¹ Na ausência de pregos e para reforço da união de caibros e das tesouras, usavam tarugos de madeiras, talhados em madeira dura e sadia, caprichosamente selecionada. (TEMPSKI *apud* VALENTINI, 1982, p.11).

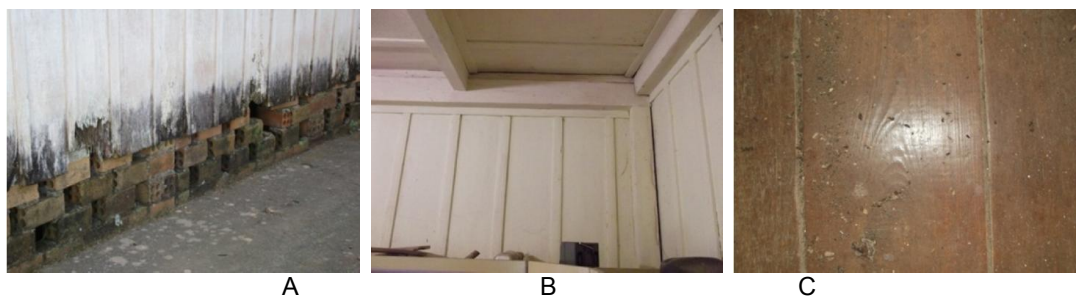


FIGURA 28 – FUNDAÇÃO DE TIJOLOS (A), ESTRUTURA E PAREDES (B), PISO DE TÁBUAS (C).



FIGURA 29 – ESCADA (A), PORTA (B), JANELA (C), FORRO (D).



FIGURA 30 – ESTRUTURA DO TELHADO (A), ENCAIXE A MEIA-MADEIRA (B).

4.1.3 Casa Majczak



FIGURA 31 – FACHADA FRONTAL (A), VISTA DO SÓTÃO (B), DETALHE DA CIMALHA (C).

A volumetria é semelhante à das casas de troncos e de madeira serrada, com o sótão no piso superior (FIGURA 31B). As fachadas são adornadas por meio de molduras e cimbalhas, Figura 31A, em torno de portas e janelas e no arremate do telhado (FIGURA 31C).

A planta é retangular com 7,19 x 11,18 m, avança 3,19 m no anexo da cozinha e sala, mais 1,47 na varanda com os mesmos comprimentos (FIGURA 32 A). A porta da frente se abre para um hall interno com os acessos laterais para o quarto principal e a sala. A circulação central fechada leva à cozinha nos fundos e ao quarto na lateral esquerda. A escada de dois lances localiza-se no espaço central. A planta do sótão é retangular (3,04 x 11,18 metros) possui dois ambientes. A altura até a cumeeira é 3,15 metros, e o pé-direito na parte com forro é de 2,23 metros.

A Figura 32A mostra as fachadas lateral e frontal e, a planta baixa, bem como a disposição das construções no terreno (implantação). Já a Figura 32B expõe o esquema volumétrico, com a disposição de todos os elementos, da base até a cobertura.

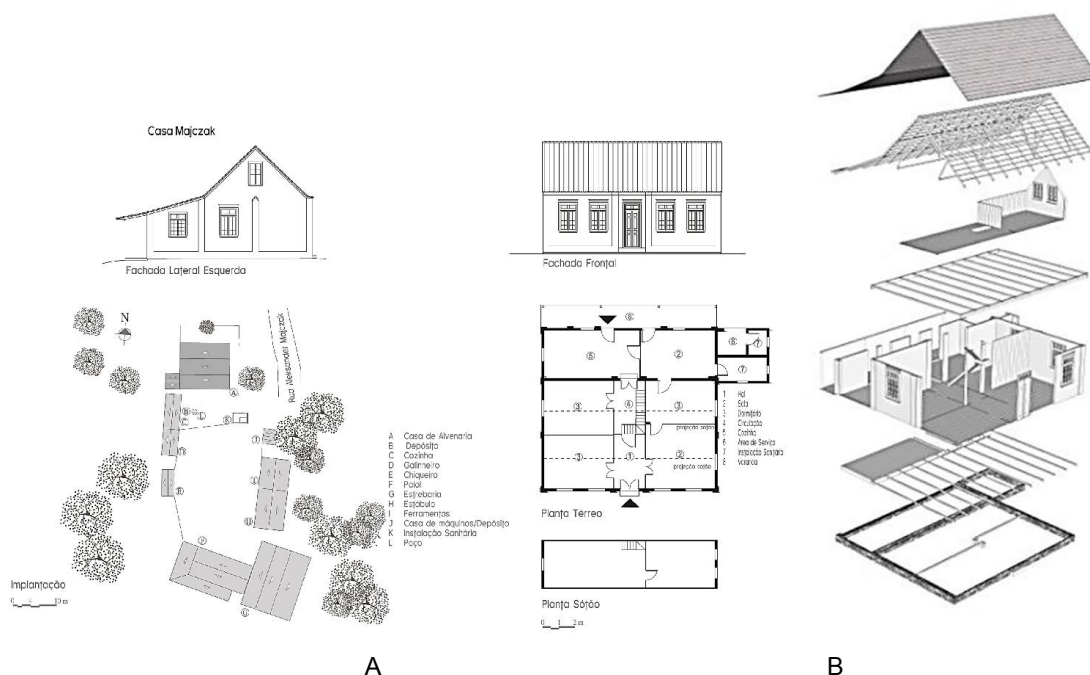


FIGURA 32 – IMPLANTAÇÃO, PLANTAS E FACHADAS (A) PERSPECTIVA DA CASA MAJCZAK (B)

Segue a descrição da técnica construtiva:

Fundação: É direta, apresenta alicerce de pedras irregulares assentadas diretamente sobre o terreno. São deixados pequenos vãos abaixo da linha do assoalho, o que permite a ventilação inferior, evitando a deterioração das madeiras. O embasamento é revestido com argamassa lisa e pintura a cal do mesmo modo que as paredes (FIGURA 33A).

Estrutura: As paredes são autoportantes, as vigas de madeira se apoiam na base onde é encaixada a estrutura do piso. As vigas superiores apoiam-se sobre as paredes externas e internas de alvenaria, ou sobre uma viga transversal e pilares quando a divisória é de madeira. Sobre essa estrutura são pregadas as tábuas do sótão. A distância entre as vigas é de cerca de 1 m e estas constituem as linhas da tesoura do telhado (FIGURA 33D). Sambladuras nas extremidades fazem o encaixe dos elementos, tal como no modelo das casas de madeira serrada, assim como as medidas de vigas, pilares e caibros da cobertura.

Piso: Os pisos do térreo e do sótão são constituídos de tábuas de araucária de larguras variadas (tábuas de 13; 20; 22; 25 cm de largura e 2,5 cm de espessura) (Figura 33B), existem rodapés maiores ou iguais às ripas da parede (5,5 cm). Em alguns ambientes as tábuas do piso possuem encaixe macho e fêmea (FIGURA 33 C). Nas áreas mais recentemente construídas, cozinha, varandas e banheiros, o piso é de cerâmica.

Parede: As paredes são de tijolos de dois furos ou maciços, assentados em fiadas simples ou fiadas duplas. A argamassa de argila, areia e cal recobre as paredes revestidas com pintura a cal. Externamente foram feitos ressaltos da alvenaria, molduras nas esquadrias principalmente na fachada frontal e cimalkas na platibanda. Existem pilastras decorativas nos cantos das paredes. As internas são de madeira, seguem o mesmo esquema das casas de madeira serrada, tábua e mata-junta ou com encaixe macho e fêmea, acompanham o mesmo padrão de dimensionamento (FIGURA 33D).

Esquadrias: As portas são de duas folhas, estreitas e altas, com bandeira de vidro e almofadadas as da fachada principal (FIGURA 35A). As portas internas

acompanham o mesmo desenho, ou substituem as almofadas por portas de tábuas com frisos, iguais às usadas nas venezianas das janelas. As janelas são do tipo de abrir com duas folhas ou de guilhotina. As madeiras empregadas são em geral de araucária, as portas principais de imbuia.

Aleksander Majczak produziu as portas e janelas da casa. Foram encontrados na propriedade a mesa de carpinteiro, as ferramentas, plainas e os moldes utilizados por ele (FIGURAS 34A, 34B, 34C e 34D).

Escada: É de madeira, apresenta dois lances, e elevada inclinação foi executada encostada na parede lateral. Segue o modelo e as medidas da casa de madeira serrada.

Forro: As peças do forro possuem medidas similares às do piso. Os desenhos são variados, nas salas o desenho característico é o estilo saia-camisa simples ou em meia-esquadria (FIGURAS 35B). Os estilos tábua e mata-junta ou em escamas são os mais simples e em geral utilizados no sótão.

Estrutura do telhado: As medidas dos elementos estruturais são semelhantes às empregadas nas casas de madeira serrada. Ao desenho anterior são acrescentados nas laterais pontaletes e mãos-francesas (FIGURA 35D), estes apoiam o barroto (7 x 11; 6,5 x 10,5 cm) disposto no sentido transversal suporta e faz a união dos vários caibros. As peças são encaixadas, sem pregos, por meio de sambladuras do tipo caixa e espiga, com cavilhas que fazem a fixação desta união (FIGURA 35C). O telhado é de elevada inclinação, ângulo em torno de 44 graus.

Cobertura: Constituída de telhas cerâmicas francesas.

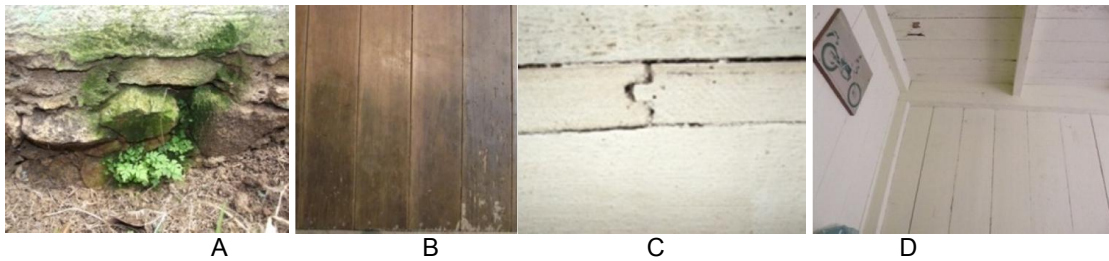


FIGURA 33 – ALICERCE DE PEDRAS (A), PISO DE TÁBUAS (B), ENCAIXE DO PISO E PAREDES (C), PAREDES INTERNAS COM AS VIGAS DA ESTRUTURA DO TELHADO (D)

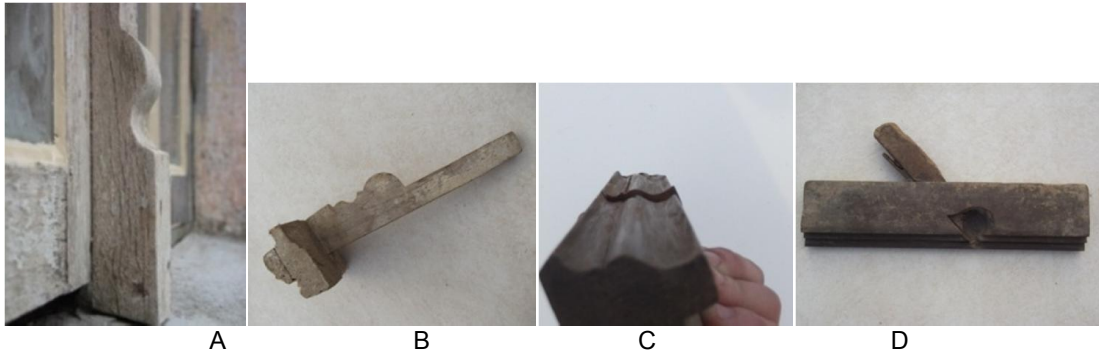


FIGURA 34 – DETALHE DA JANELA DA CASA MAJCZAK (A), FERRAMENTAS: MOLDE (B), PLAINA CURVA (C), PLAINA DENTADA (D).



FIGURA 35 – PORTA E JANELA (A), FORRO SAIA-CAMISA EM MEIA-ESQUADRIA (B), ENCAIXE DO TIPO CAIXA E ESPIGA COM UNIÃO POR CAVILHA (C), PONTALETE E MÃO-FRANCESA (D).

4.1.4 Comparação dos materiais empregados nas três técnicas construtivas

As Figuras 36A, 36B e 36C expõem o esquema volumétrico arquitetônico e a disposição dos elementos dos três modelos de construções estudadas.

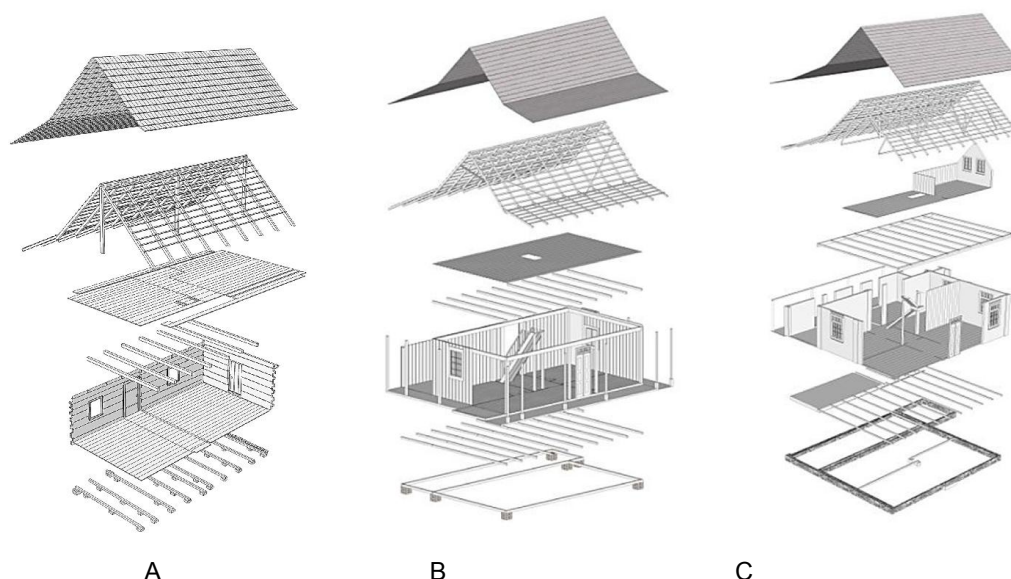


FIGURA 36 – CASA DE TRONCOS (A), CASA DE MADEIRA SERRADA (B), CASA DE ALVENARIA (C).

Na Tabela 2 estão listados os itens construtivos que compõem as técnicas construtivas, sendo classificados em (x) os elementos de madeira e em (--) os demais elementos: alvenaria de tijolos, pedras e telhas cerâmicas.

TABELA 2– A MADEIRA EMPREGADA COMO MATERIAL EM CADA TÉCNICA CONSTRUTIVA

	Técnica 1	Técnica 2	Técnica 3
Fundação	X	-- / X	--
Estrutura	X*	X	--*
Piso	X	X	X
Parede externa	X	X	--
Parede interna	**	X	X
Esquadrias	X	X	X
Escada	**	X	X
Forro	**	X	X
Estrutura do telhado	X	X	X
Cobertura	--	--	--

Foram desconsiderados os anexos, construções não originais, feitas recentemente de alvenaria em geral com pisos cerâmicos e esquadrias de ferro. * As paredes são a própria estrutura. ** Não apresenta parede interna, escada ou forro.

Com o desenvolvimento econômico os imigrantes puderam ter acesso a novos materiais, com a construção de casas com paredes de alvenaria (Técnica 3), os pisos, as esquadrias, as escadas, os forros, as estruturas de telhados e algumas paredes internas são mantidas de madeira, como mostra a Tabela 2.

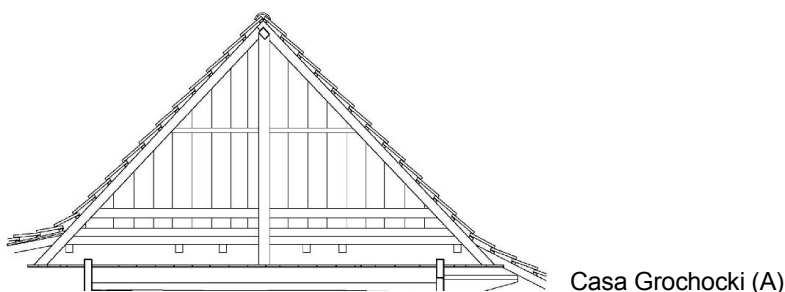
Nas três técnicas construtivas prevaleceu o uso da madeira, mesmo com a possibilidade de materiais industrializados. A madeira serrada continuou sendo o material de construção mais frequentemente utilizado.

Os acabamentos tornaram-se mais elaborados, realizados por construtores locais como no caso da casa Majczak, onde os frisos, elementos decorativos, portas e janelas, assim como entalhes e encaixes das estruturas de telhado foram realizados pelo primeiro proprietário, Aleksander Majczak, a partir do conhecimento de técnicas trazidas da Polônia.

4.1.5 Geometria estrutural e detalhes construtivos

A volumetria que constitui as três técnicas é semelhante na área do volume principal das casas. O sótão²² é frequente em todas as casas, caracteriza-se pelo aproveitamento do espaço a partir da acentuada inclinação do telhado; no passado era utilizado como dormitório, com o tempo passou a ser destinado à área de depósito. Na casa Grochocki o espaço não é mais utilizado assim como o da casa Majczak. Não mais se tem acesso ao sótão desta casa, devido ao comprometimento das tábuas do piso próximo ao acesso da escada, causado por uma infestação de cupins; por este motivo tomou-se os elementos da estrutura da Casa da Cultura para as avaliações do estudo e que serão apresentados nos itens que seguem. O sótão da casa Cetnarski destina-se ao uso de dormitório da família e sala de costura.

Na Figura 37 estão representados os modelos de estruturas dos telhados das casas que representam as três técnicas construtivas.



²² O sótão é uma solução de influência dos países frios da Europa. O inverno rigoroso faz com que esta área seja aproveitada para o armazenamento dos alimentos “secos” (cereais) enquanto o porão, abaixo do piso da casa, para depósito dos alimentos “úmidos” (tubérculos) (WEIMER, 2012, p.164).

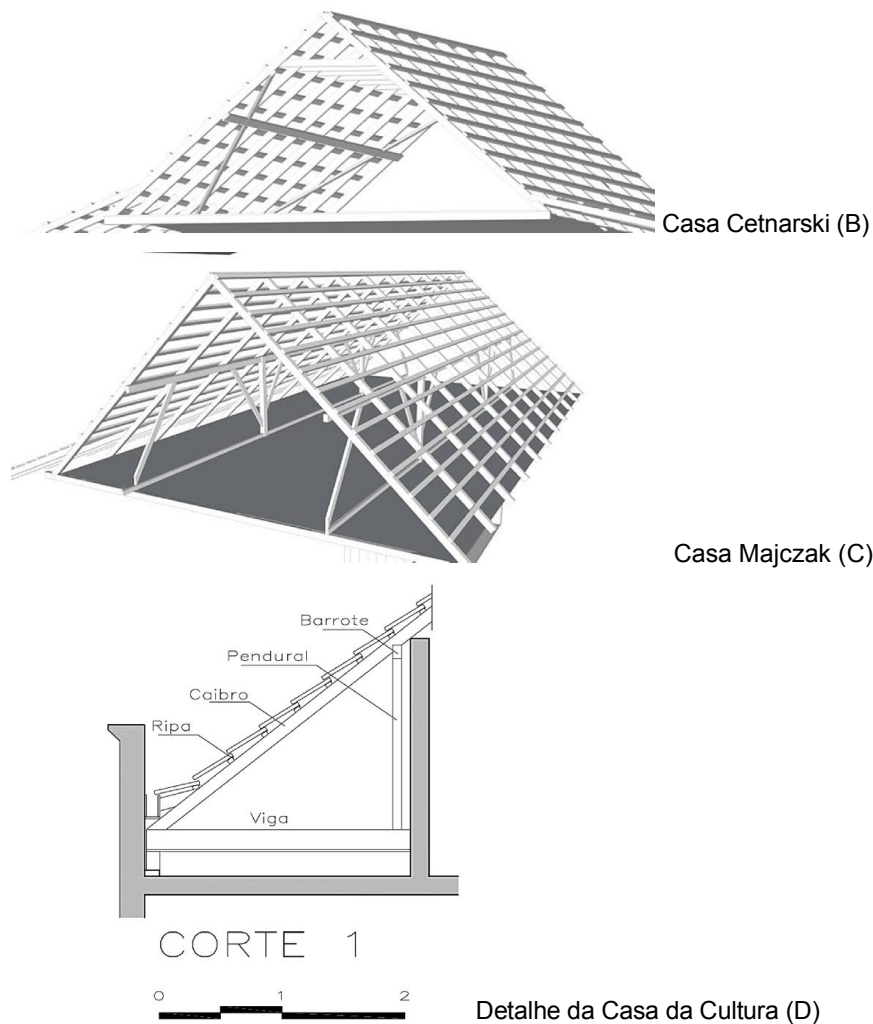


FIGURA 37 – CASA GROCHOCKI (A), CASA CETNARSKI (B), CASA MACZAK (C), DETALHE DA CASA DA CULTURA (D).

A geometria estrutural é semelhante, representada pelo desenho triangular: uma tesoura com uma viga mestra e os caibros simétricos, sendo nove tesouras na casa Grochocki, dez na Cetnarski e onze na Macszak. A distância entre elas é de 1 m aproximadamente. A casa Grochocki possui a linha da cumeeira e três pilares que a sustentam, a união é feita pelo entalhe e encaixe das peças na extremidade (FIGURAS 38A e 38B). Nas outras os caibros são diretamente encaixados por meio de união caixa e espiga com uma cavilha de madeira para a fixação.



FIGURA 38 – ESTRUTURA DA COBERTURA DA CASA GROCHOCKI (A), ENTALHE DAS PEÇAS, PILAR, CAIBROS E A CUMEEIRA (B).

A casa Cetnarski possui um contratirante em cada tesoura fixado a 2,04 m do piso, por meio de encaixe a meia-madeira, evitando que as tesouras se abram (FIGURAS 39A e 39B). Não existia amarração entre elas, a inserção de duas travessas (2,5 x 14 cm) na horizontal, um contra-ventamento para garantir a estática, faz parte de uma intervenção recente.



FIGURA 39 – ESTRUTURA DO TELHADO DA CASA CETNARSKI (A), ENCAIXE DO TIPO MEIA-MADEIRA (B).

A casa Majczak (Figura 40) possui pontaletes (pendurais) nas laterais, em tesouras intercaladas, que sustentam um barrote o qual faz a coligação dos caibros. Estas peças possuem mãos-francesas, de forma que a escora diagonal fique direcionada para o ponto de apoio do caibro sucessivo. Repetem-se nos dois lados do telhado.



A B C
 FIGURA 40 – ESTRUTURA DO TELHADO DA CASA MACZAK (A), PONTALETE E MÃOS-FRANCESAS (B)

As mãos-francesas são elementos diagonais também com encaixes pelo sistema caixa e espiga, e fixadas por cavilhas em alguns casos como no exemplo da Casa da Cultura (FIGURAS 41B e 41C). São dispostas nas duas laterais do pontalete a 45 graus em posição assimétrica. Conforme o desenho ou função estrutural, pode também ser instalada outra peça na face frontal, exemplo do moinho Schapieski (FIGURA 42B).



A B C
 FIGURA 41 – ESTRUTURA DA COBERTURA DA CASA DA CULTURA (A), MÃOS-FRANCESAS, ENCAIXE DO TIPO CAIXA E ESPIGA COM UNIÃO POR CAVILHA (B, C).

A Casa da Cultura, antiga casa das Irmãs, embora possua dimensões maiores a volumetria é a mesma, e o desenho da estrutura é semelhante ao das casas. Mesmo tendo passado por reformas conserva a estrutura do telhado que foi realizada com peças de araucária encaixadas, existem mãos-francesas, pendurais, vigas e caibros (FIGURAS 41A).

Este modelo de tesoura (Figura 42A) encontrado na estrutura do telhado das referidas edificações recebe o nome de tesoura inglesa “*English tying joint*”, é um dos modelos mais comuns de estrutura de pilar/viga/caibro com união por

detalhes de sambladuras. Trata-se de uma antiga tradição construtiva, extensivamente usada na Europa e trazida pelos imigrantes. Foi também empregada nas estruturas de coberturas de igrejas e construções rurais nas colônias norte-americanas (CHAPEL, 2005).

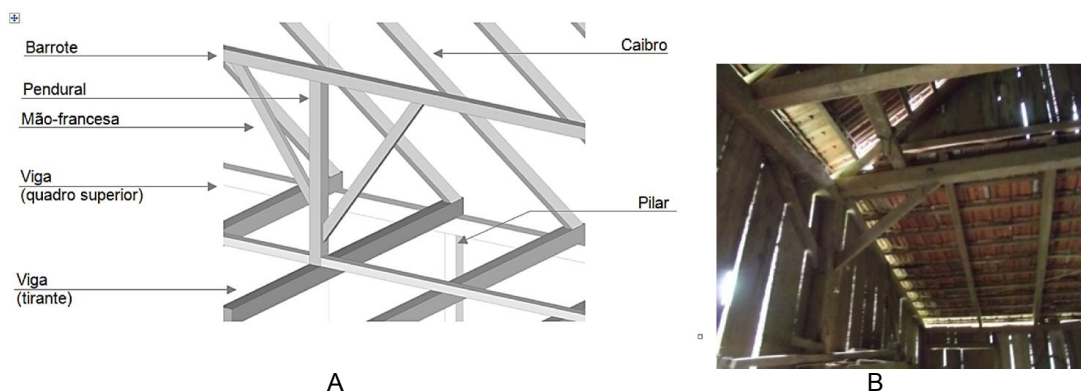


FIGURA 42 – DETALHE DA ESTRUTURA DA CASA MAJCZAK (A), ESTRUTURA DO MOINHO SCHAPIESKI (B).

Destaca-se a maestria dos carpinteiros da Colônia Murici que adotaram sistemas e sambladuras adequados a cada construção e função estrutural. Existem outros modelos de sambladuras e entalhes, entalhe inclinado com um dente (Figura 43A) união longitudinal, caixa e espiga (Figura 43B) união pilar-viga e entalhe reto com dois dentes (Figura 43C), estas peças foram fotografadas nas estruturas das construções da propriedade Majczak, estábulo e marcenaria, confeccionadas pelo primeiro proprietário.



FIGURA 43 – SAMBLADURA USADA NA UNIÃO DE PEÇAS LONGITUDINAIS (A), CAIXA E ESPIGA NA UNIÃO DE PILAR E VIGA (B), PEÇA ENTALHADA (C).

4.2 IDENTIFICAÇÃO MACROSCÓPICA DA ESPÉCIE LENHOSA

4.2.1 Casa Grochocki

Esta edificação possui mais de 100 anos, conforme os dados históricos, foi construída com madeira de araucária e não há registros de que a estrutura do telhado tenha recebido revestimento. A superfície é áspera, as madeiras estão escurecidas e não exalam odor. A cor é uniforme, sem presença de resina, há pouca distinção entre cerne e alborno, observada somente em dois elementos no caibro CE7 (sétimo do lado esquerdo – FIGURA 44) e no CD3 (terceiro do lado direito – FIGURA 45A).

A coloração é amarelada-pardacenta prevalece a tonalidade rósea nestas madeiras envelhecidas (TORTORELLI, 1956, RIZZINI, 1995). Conforme a amostra (Figura 45B) feita com a utilização de um formão sendo retirada uma pequena área da superfície, a cor se torna mais clara, tendendo ao amarelo-alaranjado. Em todos os caibros foi possível observar os anéis de crescimento, com a distinção do lenho inicial e do lenho tardio, este com tonalidade rosada (FIGURA 45C).

É possível observar a grã reta (Figura 44), os tecidos axiais orientados paralelamente ao eixo longitudinal, com a frequência dos anéis de crescimento que apresentam medida inferior a 1 cm. A medida de 0,5 cm (Figura 45A) foi observada em diversas peças – seção longitudinal radial (face lateral).

Os nós, um aspecto natural evidente nas coníferas, são visíveis em grande parte dos elementos estruturais. Em vários caibros foram verificados os nós verticilados²³, ocorrem em geral a uma distância de 40 a 50 cm (FIGURAS 46A e 46B).

²³ Durante o crescimento da árvore, os ramos se inserem sobrepostos regularmente e se dispõem em volta de um mesmo eixo (verticilo), dessa forma os nós (porção basal do ramo) se concentram e aparecem em camadas equidistantes nos troncos de araucária. Torna-se uma característica anatômica importante para a identificação visual da madeira de araucária em obras históricas.



FIGURA 44 – CAIBRO CE7 COM DISTINÇÃO ENTRE CERNE E ALBURNO, GRÃ RETA.

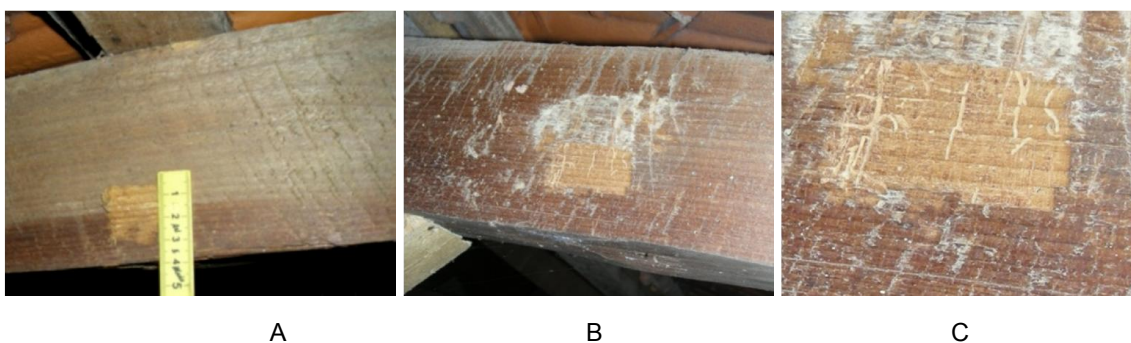


FIGURA 45 – TONALIDADE RÓSEA DAS MADEIRA ENVELHECIDAS (A) AMOSTRA INDICANDO ALBURNO E LENHO TARDIO (B), ANÉIS DE CRESCIMENTO COM CERCA DE 0,5cm (C).



FIGURA 46 – NÓS VERTICILADOS NO CAIBRO CD3 (A), MEDIDA HORIZONTAL (B).

4.2.2 Casa Cetnarski

Esta edificação possui cerca de 98 anos. A estrutura do telhado da casa Cetnarski possui pintura, assim como as ripas e telhas, mesmo assim foi possível realizar a análise macroscópica, uma vez que boa parte dos elementos permanece com somente os resquícios da tinta.

A superfície é lisa, sem resina, não exala odor, a cor da madeira em áreas mais visíveis é acinzentada (FIGURA 47A). Após a remoção do revestimento com a utilização de uma lixa fina, nos caibros CE2 e CE4 observaram-se a cor amarelada-pardacenta e a tonalidade rósea (FIGURAS 47B e 47C).

Não foram registradas peças com distinção de cerne e alburno. A grã é reta e a medida dos anéis de crescimento em torno de 1 cm, sendo observadas em seção longitudinal radial (face inferior do caibro).

Os nós puderam ser observados em várias peças, os nós verticilados prevalecem nesta estrutura com uma medida média de 60 centímetros, conforme a distância retirada no caibro CE3 (lado esquerdo) (FIGURA 48).

Em uma área menos visível pela existência de camada espessa de detritos sobre os caibros, foi retirada a superfície com o formão. A partir da amostra realizada no caibro CD3 (lado direito – Figuras 49A e 49B), detectaram-se características semelhantes às descritas anteriormente, como a grã reta, os anéis de crescimento com a distinção do lenho inicial e do lenho tardio, sendo a coloração neste caso, mais clara e o tom amarelado. Inclui-se da mesma forma nas características que classificam a madeira da espécie *Araucaria angustifolia*.

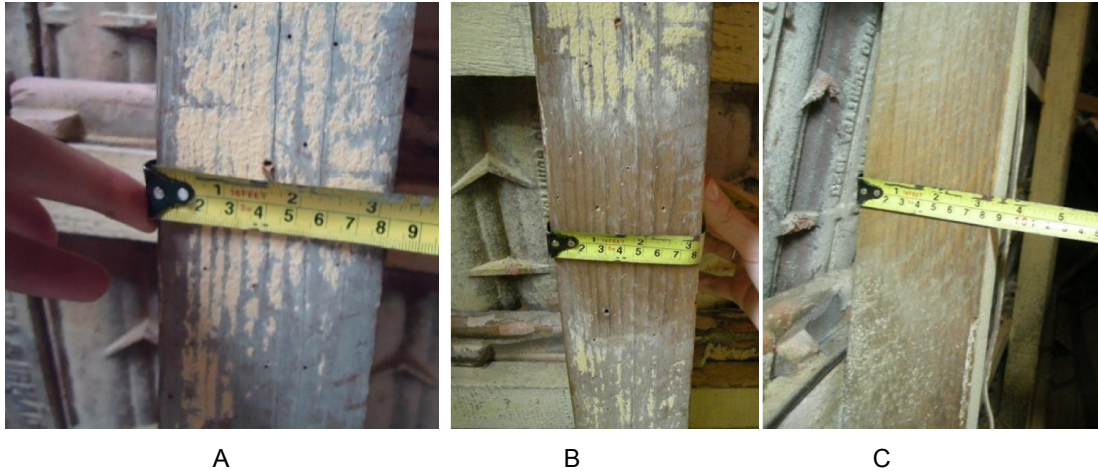


FIGURA 47 – CAIBRO COM REVESTIMENTO (A), AMOSTRA REALIZADA NO CAIBRO CE2 (LADO ESQUERDO) (B) E CD4 (LADO DIREITO) (C) FICANDO EVIDENTE A COLORAÇÃO E A GRÁ RETA.



FIGURA 48 – PRESENÇA DE NÓS VERTICILADOS, DISTÂNCIA DE 60 cm - CAIBRO CE3.



A



B

FIGURA 49 – AMOSTRA REALIZADA NO CAIBRO CD3 (A), DESENHO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO E A COR AMARELADA DA MADEIRA (B).

4.2.3 Casa da Cultura

Mesmo tendo passado por várias reformas, a Casa da Cultura preserva a estrutura do telhado com características similares às demais edificações, não recebeu revestimentos, somente as vigas possuem pintura. As madeiras que compõem a estrutura do telhado do lado A e do lado B, observadas tanto nos caibros (Figura 50A) como nos barrotes, pendurais e mãos-francesas, possuem coloração rósea semelhante à das madeiras das casas Grochocki e Cetenarski, em algumas peças fica evidente o tom mais claro, amarelo-alaranjado (FIGURA 50B).

A superfície é áspera, não há presença de resinas ou odores, a grã é reta e os anéis de crescimento paralelos (Figura 51A), a distância entre eles é inferior a 1 cm observado na seção longitudinal radial (face lateral). Ocorre uma leve distinção entre cerne e alburno, observada no barrote do lado esquerdo (FIGURA 51B). Os nós verticilados estão presentes em boa parte destes elementos, apresentam distância de 40 a 50 cm (FIGURA 51C). Encontram-se representados e localizados no mapeamento dos defeitos e das deteriorações no próximo item (4.3 DIAGNÓSTICO DAS EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS).



A

B

FIGURA 50 – CAIBRO DO LADO DIREITO COLORAÇÃO RÓSEA (A), MÃO-FRANCESA TOM ALARANJADO (B).



A

B

C

FIGURA 51 – ANÉIS DE CRESCIMENTO E GRÃ RETA NO PENDURAL PE6 (A), DISTINÇÃO ENTRE CERNE E ALBUNO BARROTE LADO ESQUERDO (B) NÓS VERTICILADOS PE2(C).



FIGURA 52 – AMOSTRA FEITA NA VIGA COM A RETIRADA DE LÂMINA DE MADEIRA.

As características descritas foram facilmente detectadas nas tramas que estruturam a cobertura do sótão do lado A e do lado B. O desgaste do revestimento que ocorreu ao longo dos anos favoreceu a visualização dos nós em algumas vigas, assim como a grã reta e os anéis de crescimento. Em um local de menor visibilidade – viga da trama 2 (lado esquerdo) – foi realizada a amostra com a retirada de uma lâmina fina com o formão. Observam-se a madeira de cor amarelada com veios avermelhados, a grã reta e os anéis de crescimento paralelos e próximos, com medida inferior a 1 cm (FIGURA 52).

Na Tabela 3 estão relacionados os aspectos anatômicos e as características macroscópicas avaliadas nas três edificações históricas, itens necessários à identificação da espécie *A. angustifolia*.

TABELA 3 – ASPECTOS PARA A IDENTIFICAÇÃO DA *Araucaria angustifolia* EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS

	Técnica 1	Técnica 2	Técnica 3
	Casa Crochocki	Casa Cetnarski	Casa da Cultura
Revestimento (pintura)	--	x *	-- x*
Coloração amarelada-pardacenta	x	x*	x
Coloração amarelada-alaranjada	x	x*	x
Coloração rósea	x	x*	x
Veios avermelhados	--	--	x
Pouca distinção cerne/alburno	x	*	x
Sem aroma/ sem resina	x	X	x
Grã reta	x	X	x
Presença de nós verticilados	x	X	x

x presença; -- ausência; * baixa visibilidade (difícil acesso, presença de revestimentos).

As três edificações apresentam, segundo os dados da Tabela 3 e a análise realizada, aspectos anatômicos característicos desta conífera.

Estes dados poderão ser comparados e utilizados para a classificação de madeiras instaladas em locais que tenham boa visibilidade e para as peças em bom estado de conservação; configura-se um instrumental válido para a avaliação macroscópica de edificações históricas.

4.3 DIAGNÓSTICO DAS EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS

4.3.1 Casa Grochocki

A Figura 53A corresponde à área avaliada da casa Grochocki, representa o corte e o detalhe da estrutura do sótão. Esta é a área mais antiga, é também a volumetria principal da edificação e caracteriza o desenho tradicional da cobertura das casas de troncos.

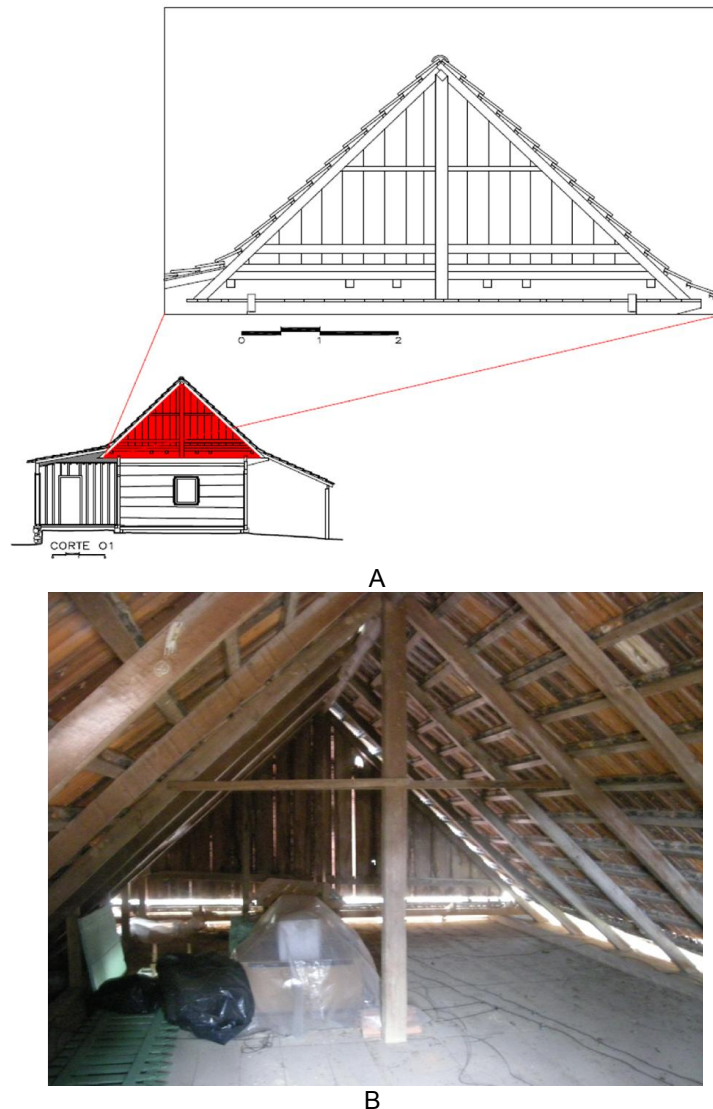


FIGURA 53 – CORTE E DETALHE DA CASA GROCHOCKI (A), VISTA GERAL DO SÓTÃO (B).

A configuração geral e a geometria do telhado são regulares, não foram observados desvios acentuados das tesouras ou abaulamento das peças (FIGURA 53B). Os caibros desta edificação não apresentam tortuosidades, no entanto, possuem acabamento áspero, com sinais do processamento rústico, o que indica terem sido trabalhados com serras manuais (FIGURA 54A). Constatou-se irregularidade dimensional com variação de medidas da base, para o meio e o topo não sendo superior, no entanto, a 1 cm no comprimento de algumas peças. Existem chanfros com a diminuição de no máximo 4 cm em duas faces medidos no caibro CD6. No CE1 a diminuição é de 2,0 x 2,0 cm associada à perda da seção por deterioração causada por agente biológico (em toda a peça) e no CE9 a diminuição é de 4,5 x 3,5 cm (bxh) sendo estas as situações menos favoráveis, consideradas para a análise estrutural (ITEN 4.5).

Chanfros são também encontrados nos caibros CE2, CE3, CE4 (lado esquerdo) e CD2, CD5, CD7 (lado direito) neles a diminuição é inferior às citadas sendo de 1,5 x 1,0 cm; 1,5 x 1,5 cm; além disso, nestes caibros os chanfros não estão presentes em todo o comprimento, somente em parte dele, em torno de 190 cm do meio para o topo da peça.

As peças com chanfros correspondem ao material serrado na região próxima à casca do tronco resultando em peças de seções menores (FIGURA 54B).

Os nós verticilados uma característica natural desta conífera foram observados na maioria dos caibros com uma distância média de 50 centímetros (FIGURA 54C). Foram classificados em deterioração por ação mecânica/defeitos (cor vermelha) e representados na planta de mapeamento dos defeitos e deteriorações (Figura 55), nesta classe estão incluídos as fissuras, as rachaduras e os chanfros. A deterioração biológica (cor verde) foi identificada pela presença dos orifícios de emergência, galerias, sinais de ataque ativo pela presença de resíduos de insetos, além das alterações provocadas pela ação de fungos e bolores (FIGURAS 56A, 56B e 56C). E a deterioração causada por agentes físicos (cor azul), principalmente, as manchas e os sinais de umidade na madeira (FIGURA 55).

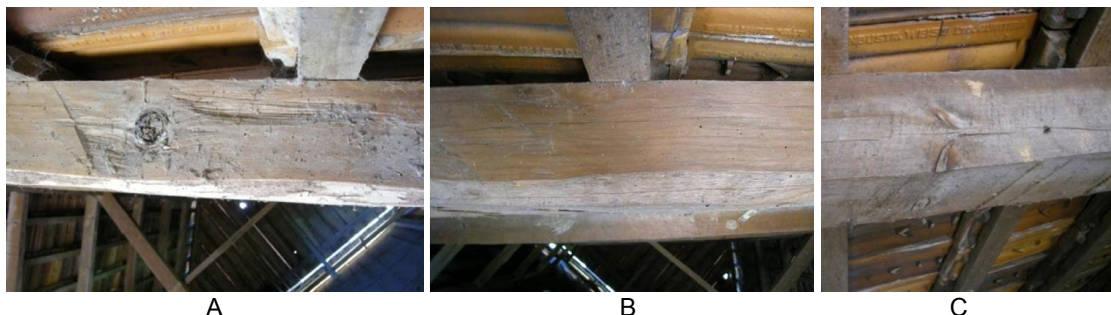


FIGURA 54 – PROCESSAMENTO RÚSTICO DAS MADEIRAS CAIBRO CD2 (A), CAIBRO COM CHANFRO CE4 (B), GRUPO DE NÓS CAIBRO CE7 (C).

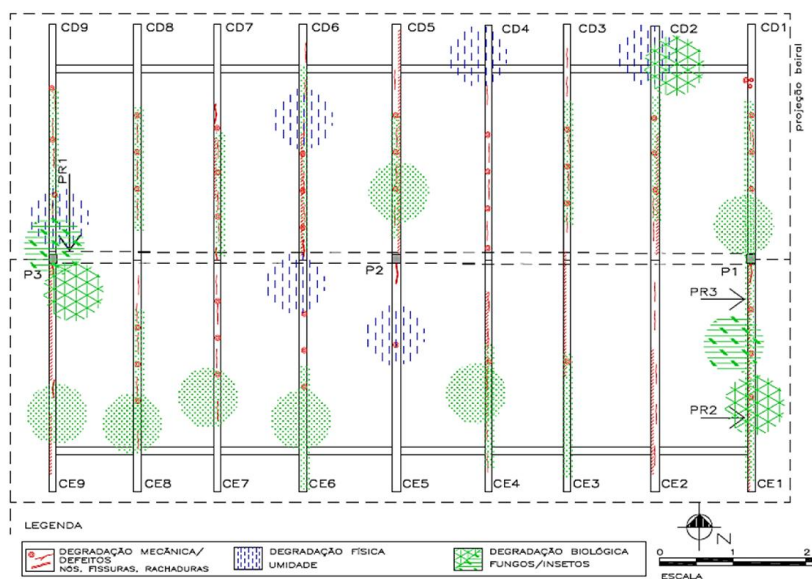


FIGURA 55 – PLANTA DO MAPEAMENTO DOS DEFEITOS E DETERIORAÇÕES, CASA GROCHOCKI.

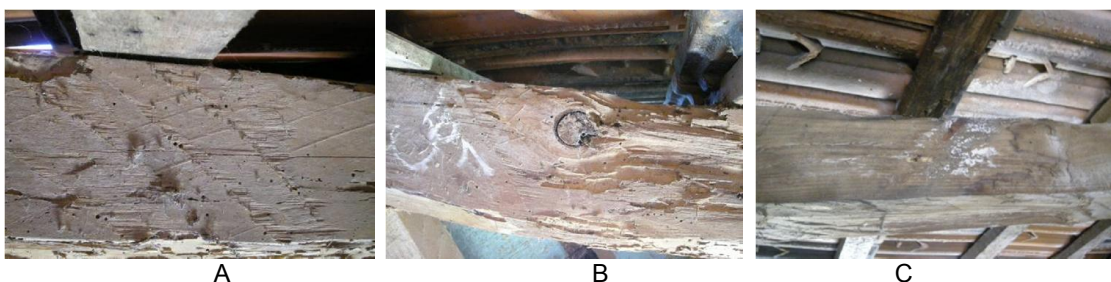


FIGURA 56 – ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA (A) DETERIORAÇÃO POR INSETOS DIMINUIÇÃO DA SEÇÃO (B), PRESENÇA DE UMIDADE E BOLORES (C).

Não foram detectadas rachaduras largas ou passantes, somente fissuras (inferiores a 5 mm de espessura) as mais frequentes são do tipo superficial. Pequenas fissuras estão presentes em alguns entalhes dos caibros, no entanto não passam de 2 mm de espessura. Os orifícios de emergência (Figura 56A)

indicam a presença de insetos xilófagos foram observados resíduos que indicam o ataque em atividade. Na situação menos favorável, caibro CE1, há uma deterioração intensa com galerias aparentes, ocorreu a perda da superfície e a redução da espessura da peça (FIGURA 56B).

O caibro CE1 localiza-se na extremidade e está em contato com as tábuas do oitão da fachada frontal. A deterioração por agentes físicos havia sido registrada no estudo anteriormente realizado, assim como a verificada na fachada posterior; “Os ventos predominantes (Sudeste) e as chuvas incidem com maior intensidade sobre a elevação frontal. [...] Os oitões, tanto o frontal como o posterior, perderam a tinta, adquirindo coloração acinzentada externamente” (SILVA 2008, p. 106–110). Havia sido detectada também uma infiltração no encontro dos telhados, na área adjacente que correspondia à cozinha. Esses problemas foram sanados na intervenção realizada em 2009, sem a modificação, no entanto, dos elementos da estrutura principal do sótão, que apresentam ainda alterações causadas por agentes físicos e biológicos.

Por meio da análise da umidade da madeira com o equipamento medidor de umidade com sonda de penetração, verificou-se um teor de umidade de 20% no caibro CE1, sendo esta a maior medida registrada em todas as edificações; nas demais, a umidade da madeira verificada foi de 15 e 16% (ANEXO 3, FIGURA 85).

Foi avaliado outro elemento com deterioração intensa – pilar 3 (figura 57) – localizado na face posterior em contato com as tábuas do oitão. É evidente a deterioração causada pela ação dos agentes físicos (chuvas, umidade) e biológicos (fungos e insetos), concentrada na base do pilar. O restante da peça encontra-se em bom estado de conservação.

Na avaliação geral segundo a UNI EN 3351:2003 esta obra está incluída na classe de risco 1 e 2, característica de madeiras no interior de edificações ou de coberturas com presença de umidade ocasional provocada por desconexões de telhas, calhas ou outros problemas. Nesta situação o risco incide nas agressões por fungos e insetos, confirmados no estudo.

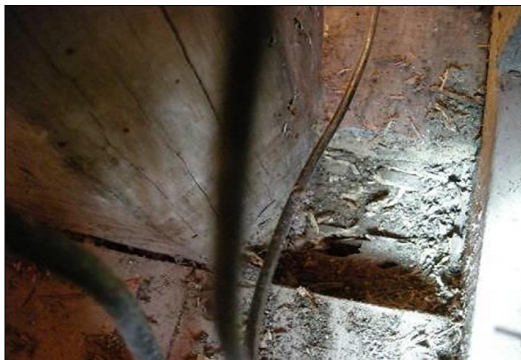


FIGURA 57 – BASE DO PILAR 3.

✓ Provas resistográficas

As provas resistográficas (PR) estão numeradas de 1 a 12, representadas na planta do mapeamento (figuras 55, 63 e 72), e acompanham o diagnóstico da respectiva casa. Para cada peça avaliada estão descritas: as dimensões da seção transversal, a altura do furo e a sua localização, a direção (sempre ortogonal) e o sentido (vertical, horizontal, inclinado) da perfuração. Em cada prova é indicado o resultado do diagrama de resistência da madeira, classificada em alta, baixa ou nula (figura 58C) assim como a extensão em centímetros das alterações e a sua localização (extremidade ou no interior da peça).

Prova PR1 - Pilar P3 (seção 13,0 x 11,0 cm), prova realizada a 5 cm da base, com direção ortogonal a face lateral (sentido horizontal) (FIGURA 58B).

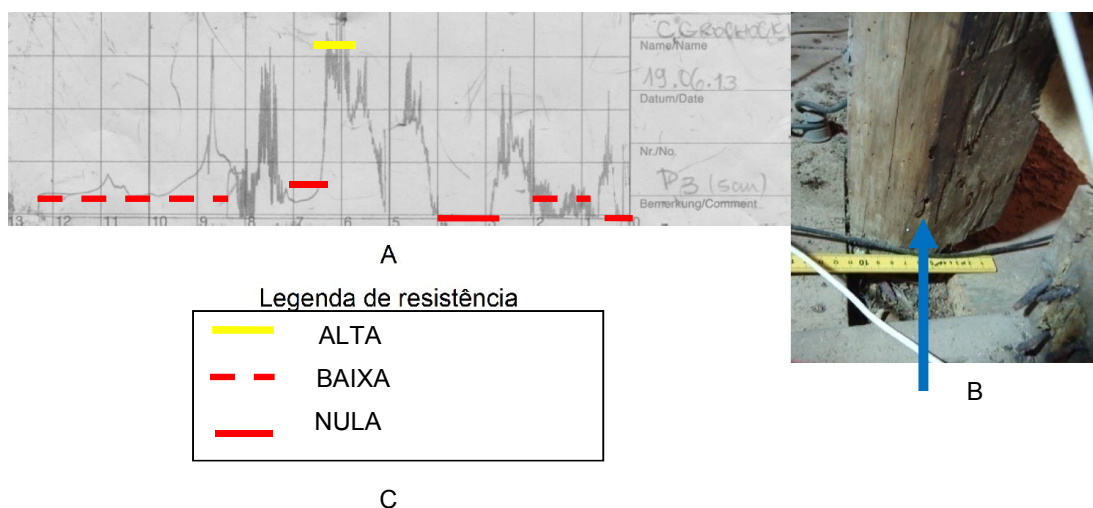


FIGURA 58 – PROVA RESISTOGRÁFICA PR1 (A), INDICAÇÃO DA PROVA RESISTOGRÁFICA – VISTA LATERAL (B), LEGENDA DE RESISTÊNCIA (C).

A avaliação com base no gráfico do resistógrafo mostra elevada descontinuidade interna, as amplitudes variam de alta, baixa e nula, prevalecendo as baixas amplitudes. A resistência é nula na extremidade da peça (0,5 cm) e entre o 3º e o 4º cm. Observa-se baixa resistência entre o 1º e 2º cm e entre o 6º e 7º cm, que se estende do 8º cm até o final da peça. O resultado indica baixa integridade estrutural na base do pilar, resultado da deterioração biológica. A situação é crítica, uma vez que o pilar possui também redução da geometria em 4 cm na parte posterior.

Prova PR2 E PR3 – Caibro CE1 (lado esquerdo), com medida de 10,5 x 9,5 cm, provas realizadas a 10 e a 200 cm do piso, respectivamente, direção ortogonal (sentido horizontal) (FIGURA 59C).

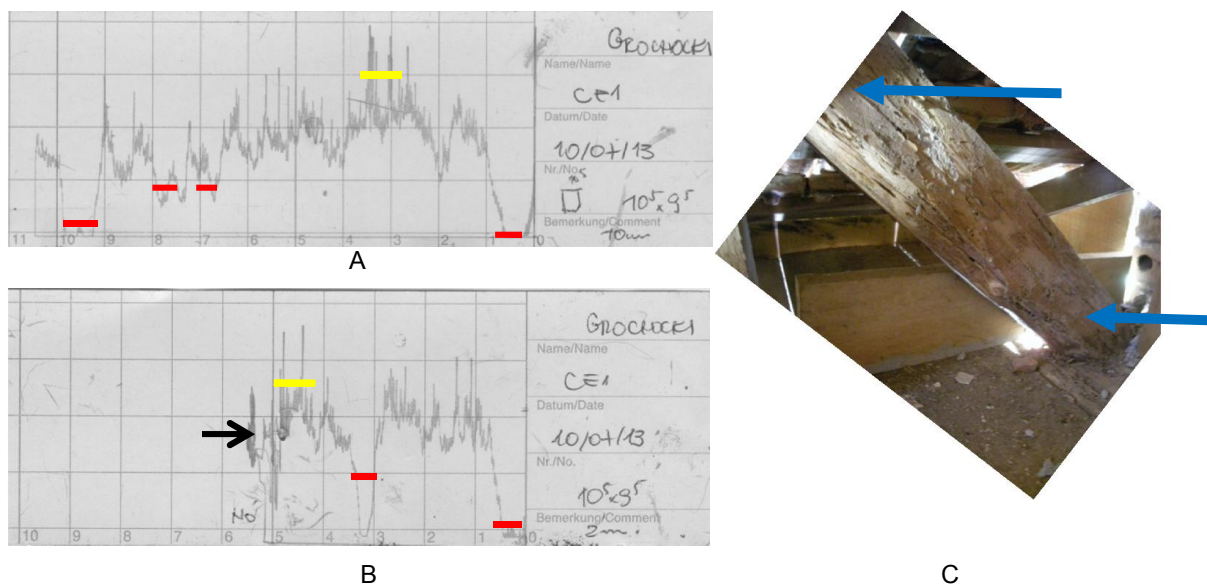


FIGURA 59 – PROVA RESISTOGRÁFICA PR2 - CAIBRO CE1 (LADO ESQUERDO) A 10CM (A), PR3 A 200CM (B), INDICAÇÃO DAS PROVAS RESISTOGRÁFICAS (C).

A prova (PR2) realizada na base do caibro demonstra condição de madeira sadia, exceto no 1º e no penúltimo centímetro. No gráfico observa-se resistência nula na superfície anterior e posterior, o que condiz com a deterioração por insetos identificada na análise visual; verifica-se ainda baixa resistência entre o 7º e 8º cm (FIGURA 59A). Resistência nula foi também constada no 1º meio centímetro da prova PR3, além da existência de uma cavidade no 3º cm. Por motivo provavelmente de nós internos, a prova foi interrompida no 5º centímetro com o bloqueio da penetração da haste do resistógrafo (FIGURA 59B).

4.3.2 Casa Cetnarski

A casa Cetnarski é utilizada como moradia e o sótão é um dos dormitórios da família. O corte 01 e o detalhe representam a área avaliada (FIGURA 60A). Originalmente as tesouras eram independentes, segundo os moradores há cerca de seis anos foram acrescentadas duas travessas horizontais, uma de cada lado. Estas peças foram pregadas na altura de um metro do piso com o objetivo de unir os caibros fazendo o travamento da estrutura, também foram acrescentadas mais duas peças na diagonal. Este procedimento se deu após o içamento e reposicionamento da estrutura, uma intervenção necessária devido à acentuada inclinação que adquiriu ao longo dos anos. A geometria estrutural não apresenta irregularidades na atualidade, não há tortuosidades ou inclinação dos elementos de madeira (FIGURA 60B).

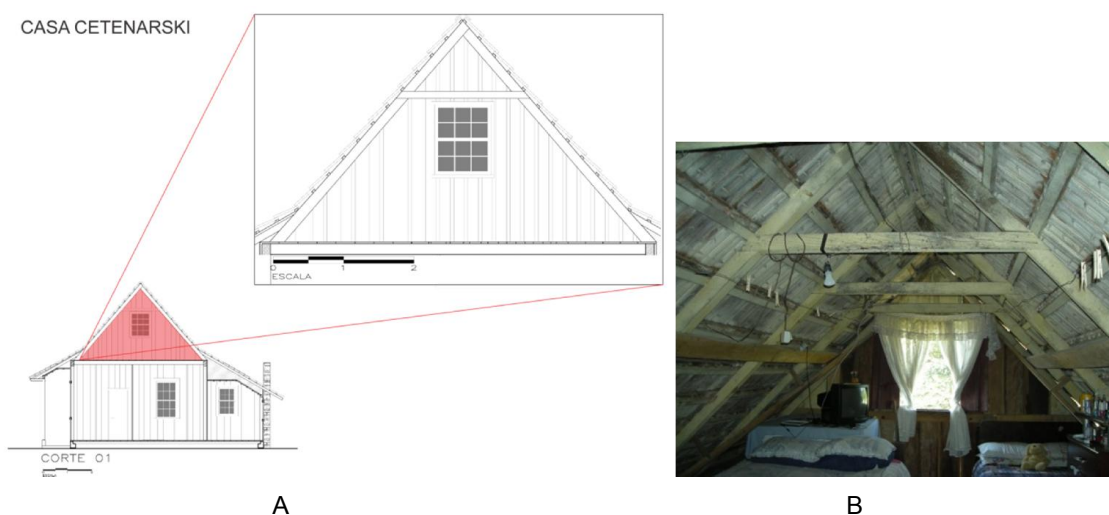


FIGURA 60 – CORTE 01 E DETALHE DA CASA CETNARSKI (A), VISTA GERAL DO SÓTÃO (B).

Por meio da análise visual, e apesar dos resquícios da pintura, foi possível identificar chanfros e fissuras na maioria dos caibros e travessas. Os caibros que apresentam chanfros são: CE1, CE2 (lado esquerdo) e CD2, CD5, CD9 (lado direito), estas reduções são menores que 2,0 x 1,5 cm, e não abrangem todo o comprimento do caibro. Localizados em geral, na região do meio em direção ao topo da peça. Já os caibros CE4 (Figura 61A), CE6, CE8 (lado esquerdo) são as situações menos favoráveis, pois apresentam maior redução de seção. Conforme o caibro CE8 (Figura 61B), a medida do chanfro corresponde a 4,0 x 4,0 cm e abrange

somente cerca de 150 cm do comprimento total do caibro. Estes caibros foram os selecionados para a análise estrutural (ITEM 4.5).

São também observados os nós verticilados conforme representados na planta do mapeamento (cor vermelha - FIGURA 63). Em geral, os nós são aderentes (figura 61C), não foram detectados nós soltos ou rachaduras passantes. Foi constatada uma rachadura com largura de 6 mm na travessa T4 (Figura 62A); além disso, as fissuras mais frequentes são as superficiais, menores que dois milímetros e não inferem em risco à estrutura (FIGURA 61D).

Orifícios causados por insetos (cor verde - Figura 63) foram identificados sem galerias aparentes ou sinal de ataque ativo na maioria dos elementos, exceto nos caibros (CD1, CD2 e CD3) localizados na extremidade da planta (fachada anterior) e atrás do mobiliário (FIGURA 62B). Neste local existe uma caixa d'água, é uma área úmida e abafada. Manchas escurecidas com sinais de umidade (cor azul - Figura 63) foram detectadas nas tesouras 4, 8 e 10 (Figura 62C) causadas por infiltração do telhado nas primeiras, e por motivo da ação de chuvas com ventos na tesoura 10, que está em contato com a vedação lateral (oitão) da fachada posterior.

Na avaliação geral o sótão caracteriza-se pela classe de risco 1 e 2, condição sem umidade e umidade ocasional (áreas com infiltração) respectivamente, que incidem na suscetibilidade de insetos no primeiro caso e no ataque por fungos e insetos no segundo (UNI EN 335-1 *apud* AUGELLI, 2006).

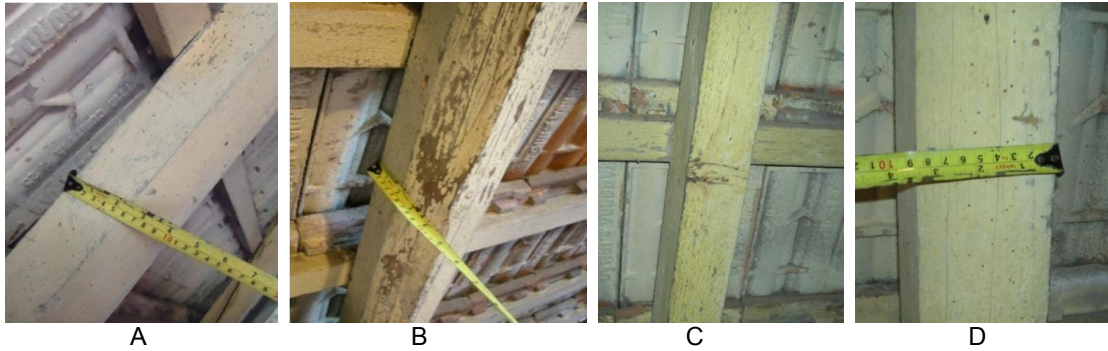


FIGURA 61 – CHANFROS NOS CAIBROS CE4 E CE8 (A, B), NÓS (C), ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA E FISSURAS (D).

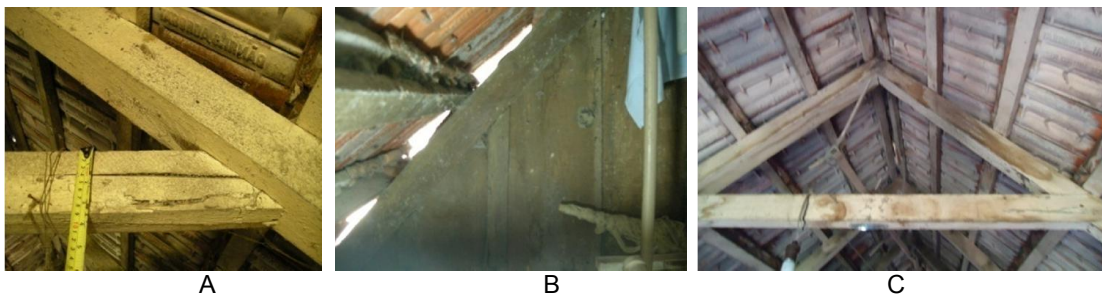


FIGURA 62 – RACHADURA NA TRAVESSA T4 (A), ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA E RESÍDUOS CAIBRO CD1 (B), MANCHAS DE UMIDADE NA TESOURA 8 (C)

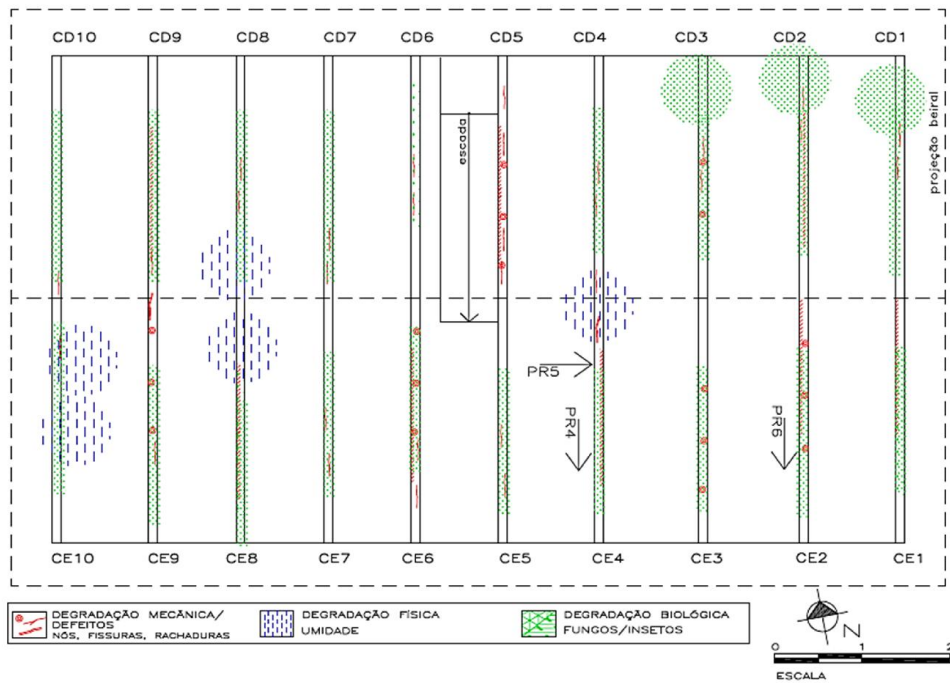


FIGURA 63 – PLANTA DO MAPEAMENTO DOS DEFEITOS E DETERIORAÇÕES, CASA CETNARSKI.

✓ Provas resistográficas

Prova PR4 - Caibro CE4 (8,0 x 8,5) com redução de chanfro de (2,5 x 2,5 cm) na face inferior. Prova realizada a 140 cm da base com direção ortogonal a face inferior (sentido inclinado) (FIGURA 64B).

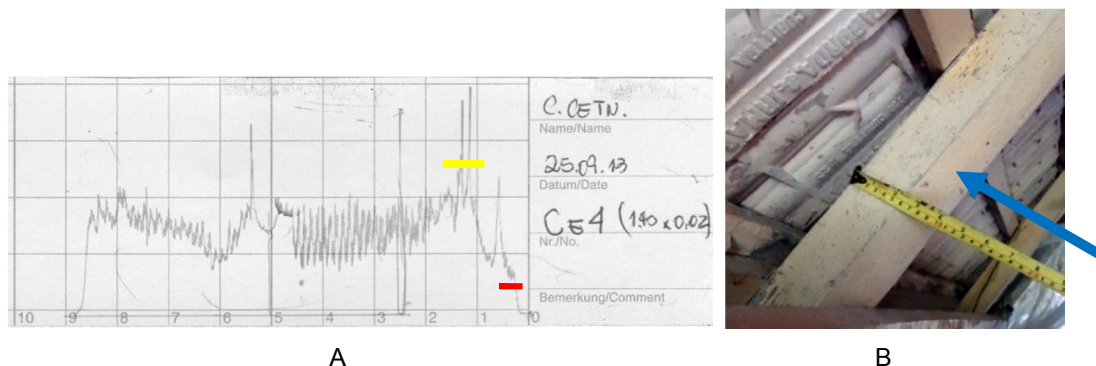


FIGURA 64 – PROVA RESISTOGRÁFICA PR4 (A), INDICAÇÃO DA PROVA RESISTOGRÁFICA (B).

A leitura do gráfico demonstra madeira sadia exceto no primeiro meio centímetro, o que coincide com o diagnóstico da análise visual no qual foram identificados orifícios de emergência, sinal da deterioração por insetos.

Prova PR5 –Travessa T4 (8,0 x 5,5 cm) da tesoura 4, prova realizada a 78 cm a partir da lateral esquerda (aproximadamente no meio da peça) com direção ortogonal a face inferior (vertical).

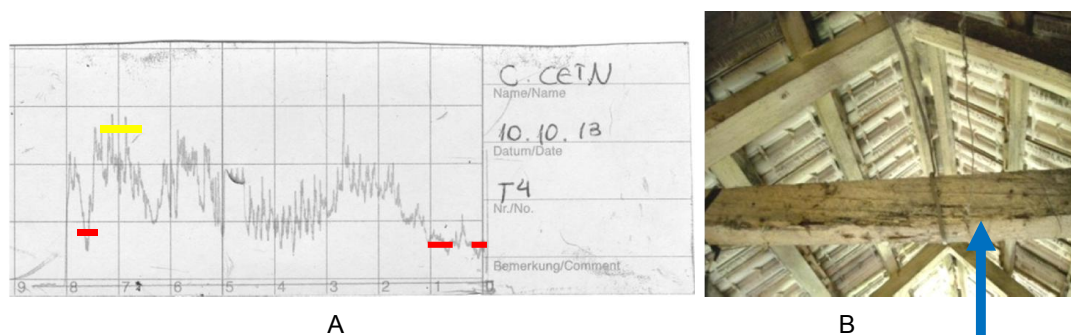


FIGURA 65 – PROVA RESISTOGRÁFICA PR5 (A), INDICAÇÃO DA PROVA RESISTOGRÁFICA (B)

Apesar de a peça apresentar fissuras, uma rachadura à esquerda, furos realizados para a fixação de uma luminária, além da baixa resistência verificada no primeiro e no último centímetro, o diagrama indica internamente condição de madeira sadia (FIGURA 65A).

Prova PR6 - Caibro CE2 (8,5 x 8,5 cm) possui redução da seção por chanfro (3,5 x 1,5 cm) em parte da peça, localizado na região do meio para o topo do caibro. Prova realizada a 120 cm da base com direção ortogonal à face inferior (inclinada) (FIGURA 66B).

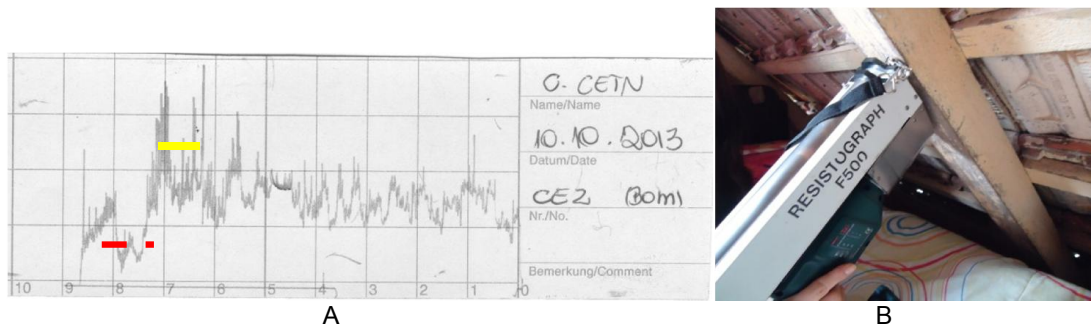


FIGURA 66 – PROVA RESISTOGRÁFICA PR6 (A), INDICAÇÃO DA PROVA RESISTOGRÁFICA (B).

Observa-se no diagrama baixa resistência no penúltimo centímetro, provavelmente por uma fissura interna, o restante do gráfico indica boa condição da madeira, condizente com a avaliação visual (FIGURA 66A).

4.3.3 Casa da Cultura

Devido às reformas realizadas não foi possível avaliar a geometria e todos os elementos que compõem a cobertura principal da Casa da Cultura (FIGURA 67A). A área avaliada da estrutura do telhado localiza-se na parte frontal da edificação onde há o acesso pela mansarda (FIGURA 67B). Nessa área existe uma porta à direita que leva ao lado A e outra à esquerda ao lado B, o restante da edificação foi revestido com forro de PVC sem a possibilidade de verificação, conforme mencionado anteriormente, áreas em cinza. No entanto, notam-se manchas causadas por infiltrações nas paredes e no forro, principalmente no encontro dos telhados e janelas das lucarnas²⁴, localizadas na parte posterior (FIGURA 67C). O desenho arquitetônico da fachada frontal com platibanda faz com que haja o acúmulo de água da chuva na extremidade do telhado. Ao longo dos anos sem a manutenção

²⁴ Lucarna: pequena elevação com uma janela que sobressai do telhado. (KOCK, 2004, p.166).

necessária, e os problemas nos rufos e calhas provocaram a infiltração e o umedecimento da madeira, principalmente na área de contato com a alvenaria.

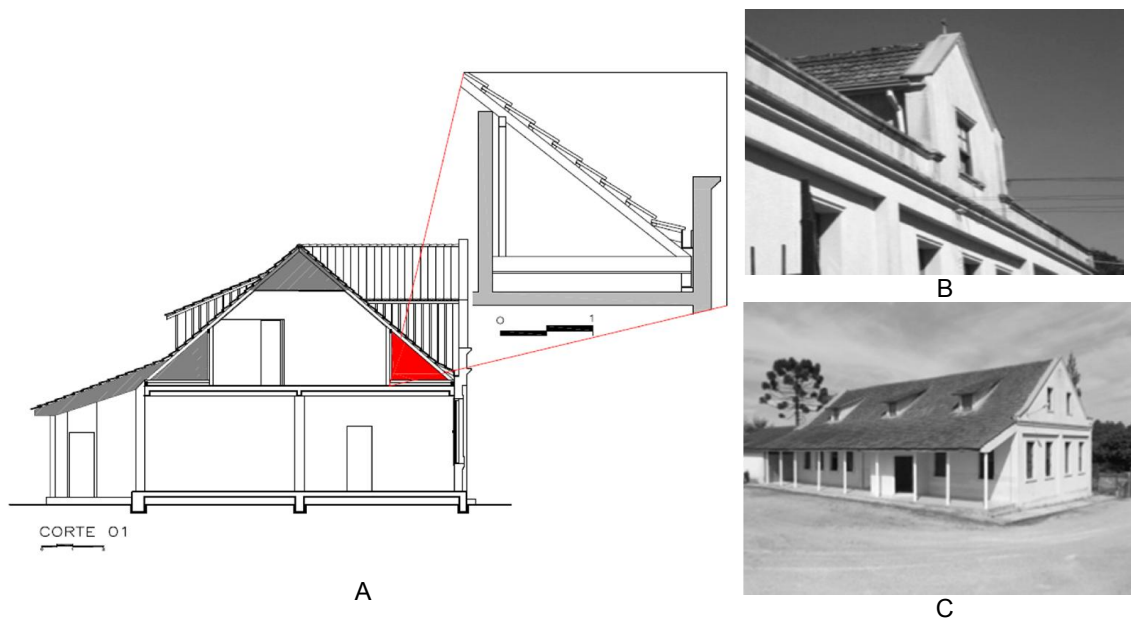


FIGURA 67 – CASA DA CULTURA, CORTE E DETALHE DO TELHADO (A), FACHADA FRONTAL, MANSARDA CENTRAL (B), FACHADA POSTERIOR VISTA DAS 3 LUCARNAS (C).



FIGURA 68 – VISTA GERAL DAS TRAMAS DO LADO A (A), LESÃO NO CAIBRO CD8 (B), PEÇA QUE RESTOU DO CAIBRO CD8 (C).

A deterioração por fungos é intensa nesta região e na extremidade da maioria dos caibros do lado A e lado B. A situação agravada pelo vão entre telhas no

lado A, com a incidência direta de chuvas levou ao rompimento do caibro CD8 (FIGURAS 68B, 68C). As oito tramas do lado A e as nove do lado B apresentam geometria satisfatória sem deslocamento ou tortuosidade dos componentes, as vigas encontram-se em bom estado geral, assim como os pendurais e mãos-francesas (FIGURA 68A). Existe somente um caibro com chanfro o CE6 (lado B) (Figura 69A) e a redução é de 1,5 x 1,5cm em parte da peça, na região do meio para o topo. Prevalece o acabamento liso, os caibros possuem geometria mais regular sem redução das seções em relação à base, ao meio e ao topo. Trata-se de uma construção posterior à década de 1920, período em que haviam diversas serrarias instaladas na região.

Em geral, as fissuras são superficiais de contração e inchamento da madeira observadas nas vigas e caibros (Figura 69B e 69C), existe uma rachadura mais extensa que corresponde à área do encaixe da mão-francesa com o barroto (FIGURA 69D). Os nós apresentam a frequência de 40 a 50 cm de distância, em geral são aderentes, exceto por dois pequenos nós soltos observados no caibro CE1 (FIGURA 69E).

Foram observados sinais de ataque ativo com presença de resíduos e orifícios de emergência (Figura 70A) em diversas peças e galerias causadas por insetos. As galerias por infestação de Coleoptera no pendural PE9 provocaram a perda do material e redução da seção na base (FIGURA 70B). Observou-se também uma galeria de Isoptera na viga VE9 na mesma trama localizada na lateral esquerda da construção (tais agentes serão tratados no ITEM 4.4 IDENTIFICAÇÃO DOS INSETOS).

A deterioração biológica provocada por fungos associada à umidade pelo problema nas calhas do telhado, citado anteriormente, provocou a deterioração das extremidades das vigas e caibros em boa parte das tramas. A partir dessas condições é possível observar dois estágios de deterioração: de risco leve (manchas, sinais de umidade, fungos emboloradores) na extremidade dos caibros CD3, CD4 e CE1, CE2 (Figuras 71A, 71B); risco intenso (umidade, ataque por fungo de prodridão mole e parda) na extremidade dos caibros CD1, CD6, CD7, CD8 e CE3, CE4, CE5 CE8 (Figura 71C), os demais encontram-se em situação razoável. A base dessas tramas constitui-se de um bloco com partes de alvenaria e madeira, em alguns pontos a situação é precária, ou seja, a madeira está em decomposição, com

presença de fungos de podridão mole e parda, além da formação de corpos frutíferos (FIGURAS 71C e 71D). Todas as alterações estão representadas, nas respectivas cores, na planta do mapeamento (FIGURA 72).

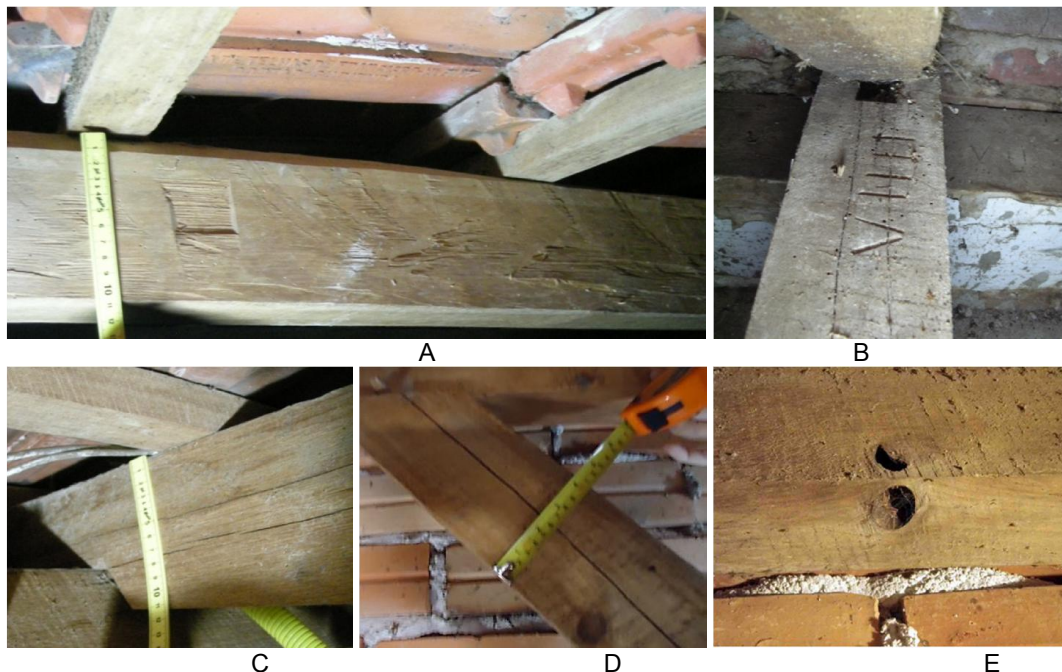


FIGURA 69 – PROCESSAMENTO RÚSTICO DA MADEIRA E CHANFRO CE6 (A), FISSURAS NA VIGA VE2 (B) E NO CAIBRO CD3 (C), RACHADURA NA MÃO-FRANCESA (D), NÓS SOLTOS (E).



FIGURA 70 – ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA E RESÍDUOS DE INSETOS (A), GALERIAS DE COLEÓPTEROS E PERDA DA SEÇÃO NA BASE DO PENDURAL PE9 (B).

Segundo a UNI EN 335-1:2003 as áreas avaliadas estão incluídas na classe de risco 1 e 2 (áreas com infiltração). Porém durante o período de alguns anos, até a reforma dos condutores e telhas, encontravam-se na classe de Risco 3. A construção esteve exposta aos agentes atmosféricos e a umidade frequente, nessa situação o risco incidiu nas agressões por fungos e insetos confirmados no estudo.



FIGURA 71 – MANCHAS, SINAIS DE UMIDADE (A), FUNGO EMBOLORADOR (B), PODRIDÃO PARDA, CORPOS FRUTÍFEROS NA LATERAL (C), PODRIDÃO MOLE NA BASE (D).

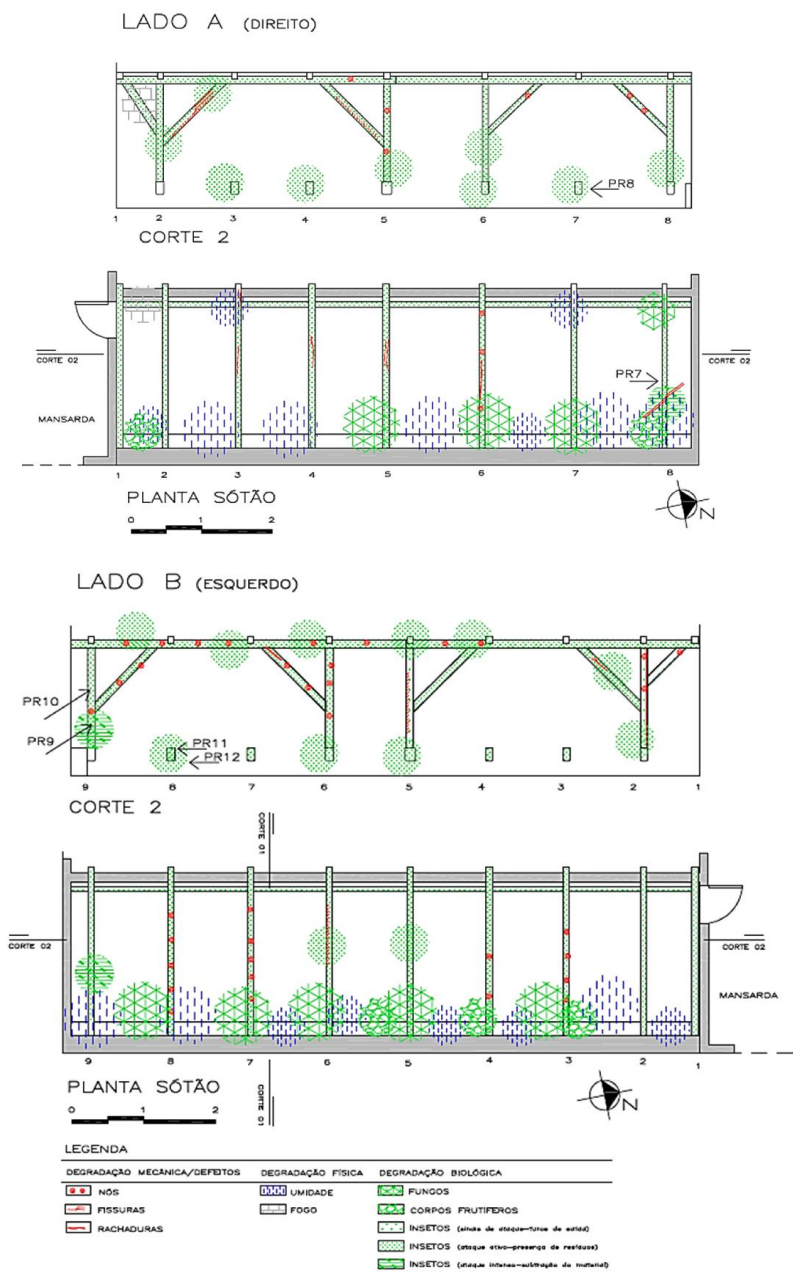


FIGURA 72 – PLANTA DO MAPEAMENTO DOS DEFEITOS E DETERIORAÇÕES, CASA DA CULTURA.

✓ Provas resistográficas

Prova PR7 - Caibro CD8 (11,0 x 9,0 cm) prova realizada a 50 cm da base a partir do encaixe (a 20 cm da lesão), Figura 73B, com direção ortogonal à face lateral, sentido horizontal. As linhas sem amplitudes altas ou baixas demonstram a resistência mínima da madeira. As áreas sem resistência interna, conforme o gráfico, podem ser observadas no 1º cm, do 2º ao 3º cm e do 6º ao 7º cm; efeito da deterioração intensa causada pela ação dos agentes físicos e biológicos anteriormente citados (FIGURA 73A).

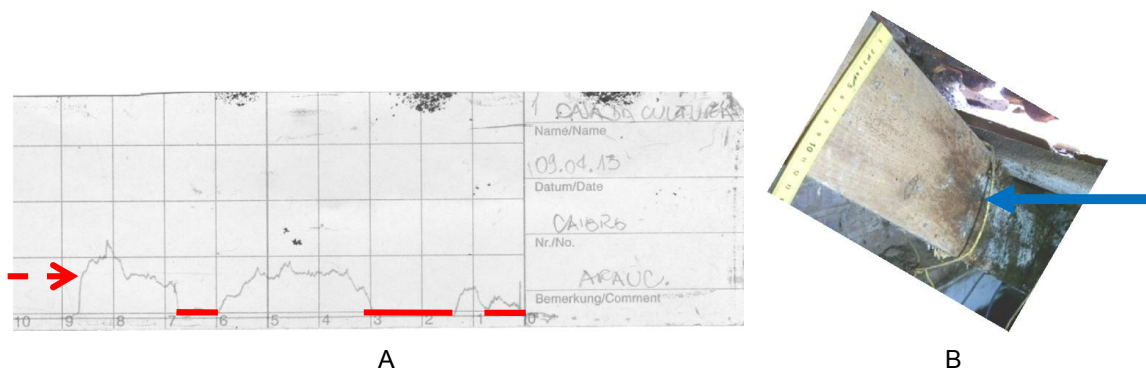


FIGURA 73 – PROVA RESISTOGRÁFICA PR7 (A), INDICAÇÃO DA PROVA RESISTOGRÁFICA (B).

Prova PR8 - Viga VD7 (10,5 x 15,0 cm), prova realizada a 13 cm da parede com direção ortogonal a face lateral, sentido horizontal (FIGURA 74B). Os primeiros cinco centímetros demonstram madeira sem resistência. Conforme se observa no gráfico, a partir da metade da seção da viga a condição de resistência da madeira é boa (FIGURA 74A).

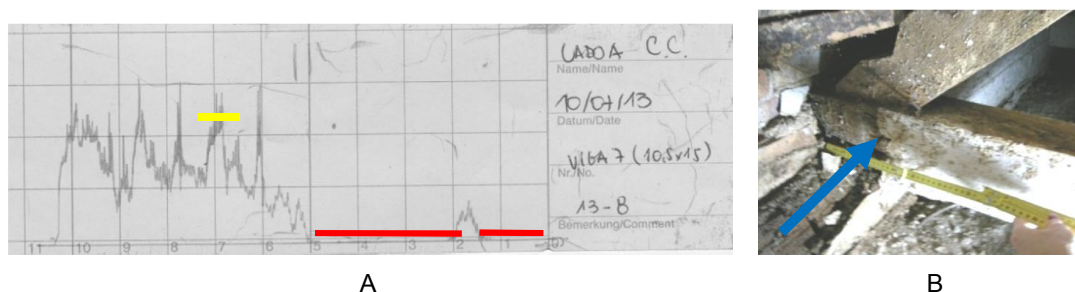


FIGURA 74 – PROVA RESISTOGRÁFICA PR8 (A), INDICAÇÃO DA PROVA RESISTOGRÁFICA (B).

Prova PR9 e PR10 – Pendural PE9 (seção 9,0 x 8,0 cm) apresenta perda de seção na base, geometria irregular. Provas realizadas a 30 e a 83,5 cm da base, com direção ortogonal à face frontal, sentido horizontal (FIGURA 75C).

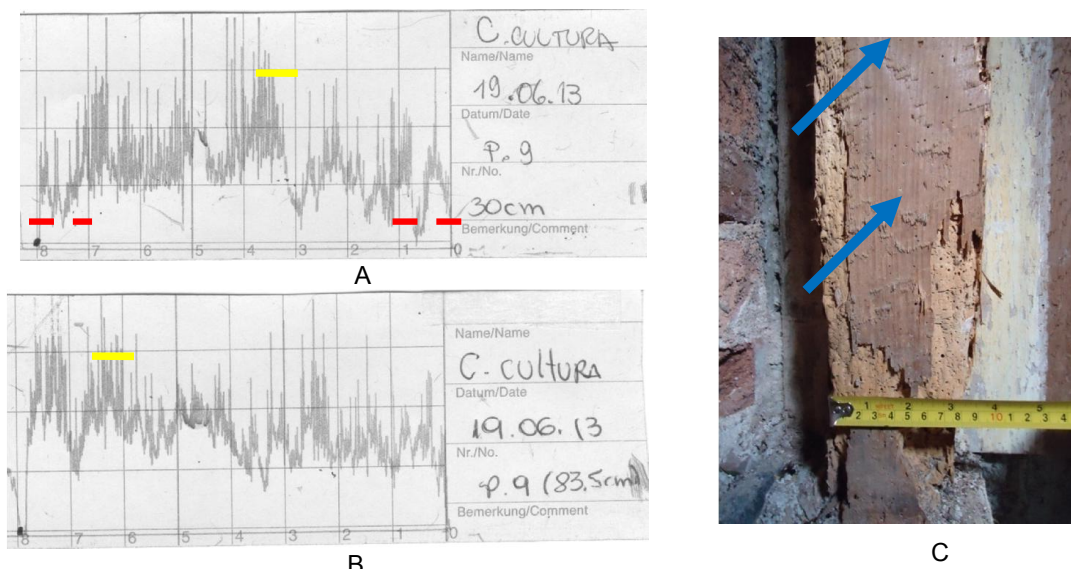


FIGURA 75 – PROVAS RESISTOGRÁFICAS PR9 (A), PR10 (B), INDICAÇÃO DAS RESISTOGRÁFICAS (C).

A condição geral do pendural a partir das análises resistográficas, provas PR9 e PR10 indicam boa condição da madeira (FIGURAS 75A e 75B). Há uma pequena diferença entre as provas, na PR9 realizada a 30 cm pode ser observada baixa resistência nos dois primeiros e no último centímetro, condizente com a área externa do pendural e também mais próxima da base, região mais atingida pela deterioração dos insetos xilófagos.

PROVA PR11 E PR12 – Viga VE8 (10,5 x 16,0 cm), provas realizadas a 23 e a 65 cm da parede, com direção ortogonal à face lateral (sentido horizontal) (FIGURA 76C).

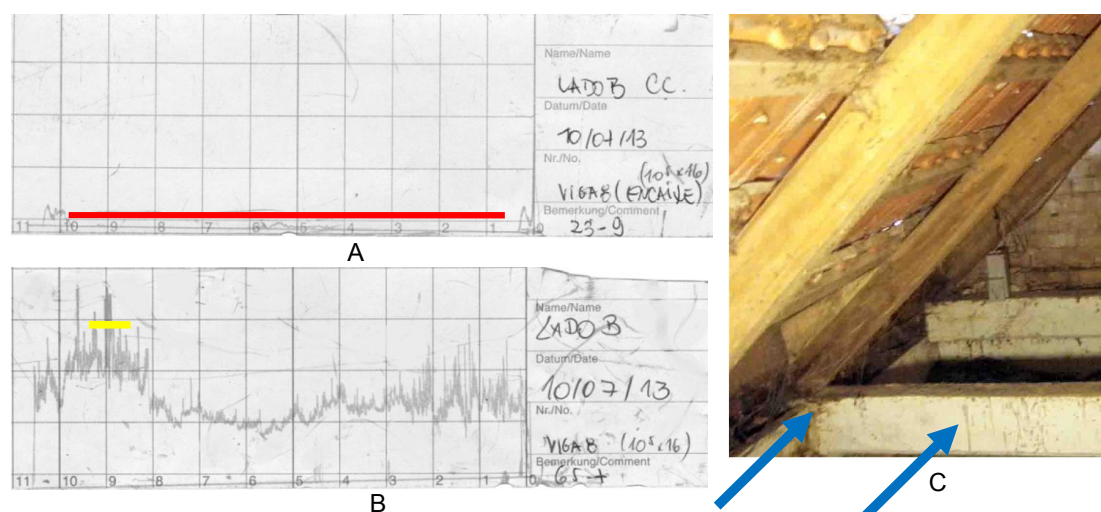


FIGURA 76 – PROVAS RESISTOGRÁFICAS PR11 (A), PR12 (B), INDICAÇÃO DAS PROVAS RESISTOGRÁFICAS (C)

O gráfico indica resistência nula na primeira prova PR11, área de deterioração física e biológica intensa em toda a seção da viga e na extremidade da trama 8 (FIGURA 76A). Conforme indica o gráfico, figura 76B, o resultado da segunda prova PR12, afastada 42 cm da primeira, a condição da seção da viga é de madeira sadia.

✓ Resultados gerais

As médias de amplitude apresentada nos gráficos do resistógrafo condizem com a resistência da madeira, uma conífera de média densidade, representam ainda as características naturais do lenho – as frequências em baixas amplitudes (lenho inicial) e altas amplitudes (lenho tardio).

Nas três edificações há deteriorações causadas pela ação dos agentes físicos e biológicos constatada nos resultados da análise visual e na avaliação com o resistógrafo. Deteriorações de risco intenso foram identificadas na Casa da Cultura causadas por fungos de prodridão mole e parda, os quais interferem na perda das propriedades mecânicas da madeira. Os defeitos e a deterioração mecânica não inferem em riscos graves, exceto o rompimento do caibro CD8 no sótão da Casa da Cultura.

Houve redução da dimensão das peças pela ação dos insetos xilófagos avaliada nas três edificações, além de outras alterações pontuais, que foram observadas pela análise visual e a partir dos dados do resistógrafo. As medidas de redução das seções em situação de risco foram identificadas na base do Pilar P3 e no caibro CE1 da casa Grochochi, e no caibro CE2 e CE4 da casa Cetnarski a qual não apresentou outros danos maiores.

O registro das deteriorações internas com o resistógrafo são mais evidentes quando causadas por fungos, conforme observada na prova PR7 – Caibro CD8 da Casa da Cultura, o que condiz com os resultados obtidos por Macchioni e Mannucci (2000 *apud*, BADALINI *et al.*, 2009). Os gráficos confirmam a péssima condição da extremidade dos caibros e vigas, onde foi diagnosticada a intensa deterioração por fungos vigas VD7 e VE8, provas PR8 e PR11, respectivamente. E informam ainda a medida em centímetros da área atingida. A prova PR12, a segunda realizada na viga VE8, registrou boa condição da madeira a partir de 65 cm da extremidade. Com isso é possível definir a área sadia a ser mantida e ao mesmo tempo eliminar somente a área

danificada, prevendo desta forma uma intervenção menos invasiva, de substituição parcial, seguindo os estudos de MENICHELLI *et al.*, (2009).

A limitação do resultado das provas do resistógrafo consistiu na validade pontual dos dados averiguados, relativos à área perfurada, por isso a importância de associar à avaliação detalhada do estado de conservação e reconhecer os efeitos dos danos causados pelos agentes deterioradores.

4.4 IDENTIFICAÇÃO DOS INSETOS

Na Tabela 4 estão listadas todas as espécies de insetos coletados na casa Grochocki, na casa Cetnarski e na Casa da Cultura. Foram identificadas as famílias das seguintes ordens: dezoito de Coleoptera, uma de Isoptera, duas de Hymenoptera e duas de Lepidoptera.

TABELA 4– ESPÉCIES DE INSETOS COLETADOS NA CASA GROCHOCKI, NA CASA CETNARSKI E NA CASA DA CULTURA, SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PR

Sotão (10/04/2013)							
Ordem	Família	Subfamília/Gênero	Espécie	Autor	Obs.	Abundância	
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Harmonia</i>	<i>axyridis</i>	(Pallas, 1773)	*	-	
	Tenebrionidae	<i>Nilio (Micronilio)</i>	<i>pusillus</i>	Kuhnt	**	Adultos/exúvias +	
Externo (17/04/2012)							
Ordem	Família	Subfamília/Gênero	Espécie	Autor	Obs.	Abundância	
Coleoptera	-	-	spp.		*	fragmentos	
	Cantharidae	-	sp.		*	-	
	Carabidae	-	spp.		***	-	
	Chrysomelidae	<i>Diabrotica</i>	<i>speciosa</i>	Germar, 1824	*	-	
	Curculionidae	Platypodinae		sp.	Schuckard, 1840	*	-
			<i>Cryptocarenum</i>	sp.		*****	-
			<i>Sitophilus</i>	sp.	Schoenherr, 1838	*	-
			<i>Xyleborus</i>	<i>ferrugineus</i>	(Fabricius, 1801)	***	-
	Elateridae	-	sp.		***	-	
	Hybosoridae	<i>Ceratocanthus</i>	sp.	White, 1842	****	-	
	Lathridiidae	Lathridiinae	sp.		**	-	
	Mordellidae	-	sp.		*	-	
	Nitidulidae	<i>Carpophilus</i>		sp.	Stephens, 1830	*	-
			<i>Labiopa</i>	sp.	Erichson, 1843	*	-
	Ptilodactylidae	-	sp.		*	Machos/fêmeas	
	Ptiliidae	-	sp.		*	Asa	
	Ptinidae	<i>Tricorynus</i>	sp.	Waterhouse, 1849	*****	-	
	Silvanidae	<i>Cryptomorpha</i>	aff.	Kirby, 1837	***	-	
	Staphylinidae	-	sp.		*	-	
	Tenebrionidae			spp.		*	-
<i>Tribolium</i>			<i>confusum</i>	Jacquelin du Val, 1868	*	-	
Hymenoptera	Formicidae	-	spp.		**	-	
Isoptera	-	-	sp.		**	-	
Lepidoptera	Tineidae	-	sp.		**	Larvas +	

Casa de Madeira Serrada - Casa Cetnarski						
Externo (17/03/2012)						
Ordem	Família	Subfamília/Gênero	Espécie	Autor	Obs.	Abundância
Coleoptera	-	-	spp.		* Adultos/larva	
	Cantharidae	-	spp.		*	-
	Carabidae	<i>Lebia</i>	sp.	Latreille, 1802	*	-
	Chrysomelidae	-	spp.		***	-
		Eumolpinae	spp.		*	-
	Cleridae	-	sp.		***	-
	Cucujidae	-	spp.		*	-
	Curculionidae	<i>Platypus</i>	sp.		*	-
		Scolytinae	spp.		***	-
		<i>Xyleborus</i>	<i>ferrugineus</i>	(Fabricius, 1801)	**	-
		<i>Xyleborus</i>	<i>linearicollis</i>	Schedl, 1937	**	-
	Elateridae	-	sp.		**	-
	Latridiidae	Latridiinae	sp.		*	-
	Nitidulidae	-	spp.		*	-
		<i>Carpophilus</i>	sp.	Stephens, 1830	*	-
	Ptilodactylidae	-	sp.		*	-
	Ptinidae	<i>Anobium</i>	<i>elevatum</i>	Laporte, 1840	*	-
	Staphylinidae	-	spp.		*	-
		Scydmaeninae	sp.		**	-
	Tenebrionidae	<i>Nitio (Micronitio)</i>	<i>pusillus</i>	Kuhnt	** Adultos	
		<i>Tribolium</i>	<i>confusum</i>	Jacquelin du Val, 1868	*	-
Diptera	Nematocera	-	spp.		**	-
	Brachycera	-	spp.		**	-
Isoptera	-	-	sp.		**	-
Hemiptera	-	-	spp.		**	-
Hymenoptera	Vespoidea	-	spp.		**	-
	Formicidae	-	spp.		**	-
Lepidoptera	-	-	spp.		**	-

Casas de Alvenaria - Casa da Cultura

Sotão A (L. direito) (08/05/2012)

Ordem	Família	Subfamília/Gênero	Espécie	Autor	Obs.	Abundância
Coleoptera	-	-	spp.		* fragmentos	
	Ptinidae	Anobiinae	sp.		*	-
	Scarabaeidae	-	sp.		*	-
	Staphylinidae	-	sp.		*	-
	Tenebrionidae	<i>Nitio (Micronitio)</i>	<i>pusillus</i>	Kuhnt	** Adultos/exúvias	+
Hymenoptera	Vespoidea	-	sp.		**	-
	Formicidae	-	spp.		**	-
Lepidoptera	Tineidae	-	sp.		**	-

Sotão B (L. esquerdo) (08/05/2012)

Ordem	Família	Subfamília/Gênero	Espécie	Autor	Obs.	Abundância
Coleoptera	-	-	spp.		* -	
	Carabidae	-	sp.		**	-
	Coccinellidae	<i>Harmonia</i>	<i>axyridis</i>	(Pallas, 1773)	*	-
	Curculionidae	<i>Platypus</i>	sp.		*	-
	Ptinidae	<i>Anobium</i>	<i>elevatum</i>	Laporte, 1840	*	-
		<i>Tricorynus</i>	sp.		*	-
	Tenebrionidae	-	sp.		***	-
		<i>Nitio (Micronitio)</i>	<i>pusillus</i>	Kuhnt	** Adultos/exúvias	+
		<i>Tribolium</i>	<i>confusum</i>	Jacquelin du Val, 1868	*	-
Hymenoptera	Formicidae	-	spp.		**	-
Isoptera	-	-	sp.		**	-
Lepidoptera	Tineidae	-	sp.		**	-

Móveis (08/05/2012)

Ordem	Família	Subfamília/Gênero	Espécie	Autor	Obs.	Abundância
Coleoptera	-	-	spp.		** Fragmentos	
	Coccinellidae	<i>Harmonia</i>	<i>axyridis</i>	(Pallas, 1773)	*	-
	Ptinidae	<i>Tricorynus</i>	sp.	Waterhouse, 1849	*	-
	Tenebrionidae	<i>Nitio (Micronitio)</i>	<i>pusillus</i>	Kuhnt	**	-
		<i>Tribolium</i>	<i>confusum</i>	Jacquelin du Val, 1868	*	Adultos
Hymenoptera	Formicidae	-	spp.		**	-
Lepidoptera	-	-	sp.		**	-
	Tineidae	-	sp.		** Larvas	

Determinação dos insetos: *L.M. de Almeida, **B.P. Macari, ***L.M. de Almeida e B.P. Macari, ****P.C. Grossi, *****M.F. Caneparo, ***** J.H Pedrosa-Macedo 2013.

4.4.5 Insetos deterioradores das edificações históricas

Dentre as espécies que podem efetivamente causar danos às madeiras estão os Curculionidae (Platypodinae e Scolytinae), entretanto essas espécies têm sido relatadas atacando madeira recém-cortada (ANDERSON, 2002), os Anobiinae (Ptinidae), os quais podem degradar madeira seca e (ou) madeira instalada (PHILIPS, 2002) e os Nilioninae (Tenebrionidae), que estão associados à raiz e à madeira morta (AALBU *et al.*, 2002).

Neste item são descritos todos os Coleoptera e Isoptera encontrados nas edificações, com destaque para as espécies xilófagas.

Em relação à ocorrência na Colônia Murici, existe uma série de condições favoráveis à sobrevivência dos vários insetos identificados. Há uma diversidade de fontes de alimento e opções para o *habitat*.

A casa Grochocki, hoje transformada em museu e café colonial, encontra-se numa área com outras edificações de troncos e tábuas, e boa parte dos terrenos do entorno são destinadas às áreas de plantios de hortaliças (brócolis, alface etc.), condição favorável para a vinda e o desenvolvimento dos insetos.

A casa Cetnarski, apesar de a família não mais se dedicar à agricultura; possui horta, pomar e jardim. Ao longo dos anos a Casa da Cultura passou por reformas com a retirada das paredes internas e dos pisos de madeira, contudo abriga o museu com acervo bibliográfico, móveis, objetos e ferramentas agrícolas, entre outros utensílios utilizados pelos primeiros imigrantes, condição também favorável aos insetos.

Os sótãos dessas edificações são locais com ventilação escassa, pouco frequentados e limpos, utilizados em geral para depósito de livros, roupas e objetos antigos. O sótão da Casa da Cultura (figura 77A) não possui janelas e da Grochocki possui uma janela, mas em ambos o acesso é restrito. Na Casa da Cultura alguns caibros encontram-se apodrecidos por motivo de infiltrações do telhado (FIGURA 77B). Ao contrário, o sótão da casa Cetnarski é constantemente limpo, a área é utilizada como dormitório e sala de costura, o que dificultou a verificação dos resíduos que caracterizam a presença de infestações.



FIGURA 77 – VISTA GERAL DO SÓTÃO DA CASA DA CULTURA, LADO A (A) DETALHE DAS VIGAS DE MADEIRA DETERIORADAS POR FUNGOS (B).

As edificações construídas em área rural estão rodeadas pelas lavouras de hortaliças (brócolis, alface etc.), principal atividade econômica exercida em muitas propriedades, além de existirem coníferas (araucárias e pinus) e outras folhosas plantadas na região, o que explica a maior ocorrência de espécies fitófagas, como, por exemplo: Cantharidae, Chrysomelidae, Elateridae e Ptilodactylidae. Foram encontradas espécies que atacam produtos armazenados, saprófagos, coprófagos (material em decomposição) os: Cleridae, Cucujidae, Curculionidae (*Sitophilus* sp.), Hybosoridae, Latridiidae, Mordellidae, Nitidulidae e Ptiliidae; e alguns predadores: Carabidae, Coccinellidae e Staphylinidae. A ocorrência destes insetos nas edificações pode ser considerada oportunista ou acidental.

Foram também identificados na casa Grochocki espécies de Curculionidae (Platypodinae e Scolytinae): *Xyleborus ferrugineus* e na casa Cetnarski *Platypus* sp., e *Xylebous ferrugineus*, *X. linearicollis*, assim como *Platypus* sp. no sótão da Casa da Cultura (Lado B). Essas espécies têm importância na área florestal pela deterioração de árvores abatidas e madeiras estocadas. Nessas casas havia madeiras úmidas e escurecidas pela ação de fungos, no entanto não foram observadas as galerias características. Também associado às madeiras úmidas e ao consumo de fungos foram identificados *Nilio pusillus* (Tenebrionidae) coletados nas três edificações e em grande quantidade nos cômodos da Casa da Cultura. A coleta do mês de dezembro recolheu amostras em ambos os lados do sótão e de um móvel antigo disposto na sala de exposição. Da estrutura do telhado foram recolhidos ovos, larvas, pupas e adultos vivos e exúvias (Figuras 78A, 78B, 78C), sendo constatados hábitos semelhantes aos descritos por Santana e Marques (2008) para *Nilio barthi* (Costa Lima e Seabra, 1954) – observaram-se diversos orifícios medindo cerca de 3mm de diâmetro contendo ovos no seu interior.

Amostras também foram recolhidas das tábuas de araucária das paredes externas da casa Cetnarski e dos caibros da casa Grochocki. Esta espécie foi também observada em outras casas que fazem parte do conjunto de edificações históricas da Colônia Murici, em madeiras centenárias e paredes deterioradas das casas de troncos, em tábuas das paredes externas e no sótão das casas de madeira serrada.

Foram identificados na casa Cetnarski e na Casa da Cultura *Anobium elevatum* (Ptinidae: Anobiinae) e *Trycorynus* sp. na casa Grochocki e no sótão (lado B) e nos móveis na Casa da Cultura. Em geral, os Ptinidae são xilófagos, alimentam-se de produtos estocados, desenvolvem-se em madeiras, livros e materiais com a presença de fungos (CASARI; IDE, 2012), situação encontrada nas edificações. Os anóbídeos são conhecidos pela deterioração de material celulósico e de bens culturais, e espécies do gênero *Trycorynus* como *T. herbarius* são consideradas as maiores pragas de bibliotecas devastadores de livros e acervos, mas também se alimentam de grãos armazenados, sementes e madeiras, podendo se adaptar a várias situações alimentares (SILVA *et al.*, 2004).

Espécies das ordens Isoptera (cupins), Hymenoptera (vespas e formigas) e Lepidoptera (traças) foram identificadas em todas as casas. Não foram encontrados, no entanto, ninhos de cupins ou formigas, orifícios ou galerias de diâmetros maiores que são sinais da ocorrência de vespas e formigas que utilizam a madeira como abrigo. Galerias lisas, paralelas às fibras e o resíduo granular disforme (FIGURA 79C), sinal do ataque de cupins, foram observados nas três edificações.

Na Casa da Cultura havia um ninho com cerca de 30 centímetros de diâmetro fixado às ripas tendo sido retirado no início de 2013. Portanto, os Hymenoptera identificados não oferecem risco às construções, somente a parte estética fica prejudicada pelo material dos ninhos aderidos às madeiras. As traças (Lepidoptera: Tineidae), no entanto, existentes na casa Grochocki e Casa da Cultura oferecem risco ao acervo, pois deterioram os livros, tecidos e outros objetos antigos armazenados.

As larvas das espécies de Anobiinae desenvolveram atividade destrutiva (xilófaga) nas madeiras de araucária. Os orifícios de emergência com resíduo fino indicam o ataque ativo e os orifícios sem resíduos indicam infestação não mais em atividade, do mesmo modo confirmam a ação dos insetos xilófagos. As galerias têm seção circular e são visíveis em pequenas profundidades nos elementos construtivos

causando a redução das seções ou em estágios mais avançados a desfragmentação do material e perda de parte das peças. Tais aspectos podem ser observados nas edificações: na casa Grochocki existem galerias, ataques ativos (Figuras 79A, 79B e 79C), na casa Cetnarski existem orifícios de emergência, galerias e houve perda de material (Figura 80A) e na Casa da Cultura há a presença orifícios de emergência com sinal de ataque ativo, além de galerias e a perda de material na base do pendural (FIGURAS 80B, 80C).

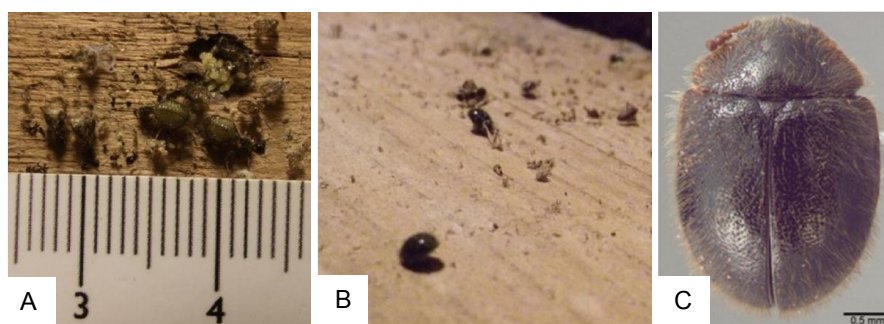


FIGURA 78 – OVOS, LARVAS E PUPAS DE *Nilio pusillus* (Coleoptera: Tenebrionidae), CASA DA CULTURA (A), INSETOS ADULTOS SOBRE O CAIBRO DE ARAUCÁRIA (B), VISTA DORSAL DO ADULTO (C).
FONTE: MACARI (2012).



FIGURA 79 – ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA E GALERIAS DE Anobiinae (Coleoptera: Ptinidae), TRONCOS EXTERNOS DA CASA GROCHOCKI (A), ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA COM RESÍDUOS FINOS NO CAIBRO DO SÓTÃO (B), GALERIAS LISAS COM RESÍDUO GRANULAR DE ISOPTERA (C).
FONTE: MACARI (2012), KOVALSKI (2013).

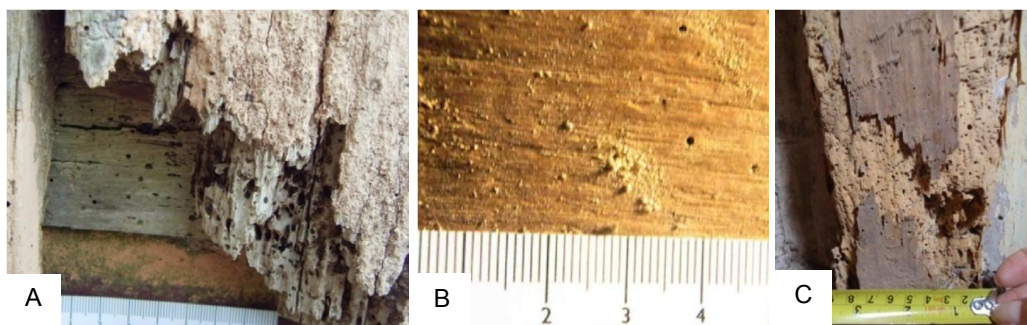


FIGURA 80 – ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA E GALERIAS DE Anobiinae (Coleoptera: Ptinidae), TÁBUAS EXTERNAS DA CASA CETNARSKI (A), RESÍDUOS NO PENDURAL PD5 – LADO A, CASA DA CULTURA (B), ORIFÍCIOS E GALERIAS DE ANOBÍDEOS NO PENDURAL PE9 – LADO B, CASA DA CULTURA (C).
FONTE: MACARI (2012).

Na Tabela 5 estão listados os insetos descritos como xilófagos e deterioradores de materiais de acervo (livros, tecidos, fotos), comparados aos danos, às galerias e aos resíduos (sinal do ataque ativo), observados nas Figuras 79 a 80, comprovam a deterioração efetuada nas respectivas casas.

TABELA 5 – INSETOS DETERIORADORES DA MADEIRA E DO ACERVO

Ordem	Família	Subfamília/Gênero	Espécie
Casa Grochocki (A. externa)			
Coleoptera	Curculionidae	Platypodinae	sp.
		Scolytinae	spp.
		<i>Xyleborus</i>	<i>ferrugineus</i>
	Ptinidae	<i>Tricorynus</i>	sp.
Isoptera			sp.
Lepidoptera	Tineidae		sp.
Casa Cetnarski (A. externa)			
Coleoptera	Curculionidae	<i>Platypus</i>	sp.
		Scolytinae	spp.
		<i>Xyleborus</i>	<i>ferrugineus</i>
		<i>Xyleborus</i>	<i>linearicollis</i>
	Ptinidae	<i>Anobium</i>	<i>elevatum</i>
Isoptera			sp.
Casa da Cultura (Sótão Lado A)			
Coleoptera	Ptinidae	Anobiinae	sp.
Lepidoptera	Tineidae		sp.
Casa da Cultura (Sótão Lado B)			
Coleoptera	Curculionidae	<i>Platypus</i>	sp.
	Ptinidae	<i>Anobium</i>	<i>elevatum</i>
		<i>Tricorynus</i>	sp.
Isoptera			sp.
Casa da Cultura (Móveis sótão)			
Coleoptera	Ptinidae	<i>Tricorynus</i>	sp.
Lepidoptera	Tineidae		sp.

Os insetos de importância à deterioração das madeiras nas três edificações são os Isoptera, e os Coleoptera da família Ptinidae. Não foram detectadas galerias características que comprovam a deterioração por insetos da família Curculionidae: Platypodinae, *Platypus* sp., Scolytinae sp., *Xyleborus ferrugineus* e *X. linearicollis*, por se tratar de espécies que não atacam madeira instalada e sim troncos, de árvores doentes ou recém-cortadas. Alguns destes exemplares podem ser observados na Figura 81.

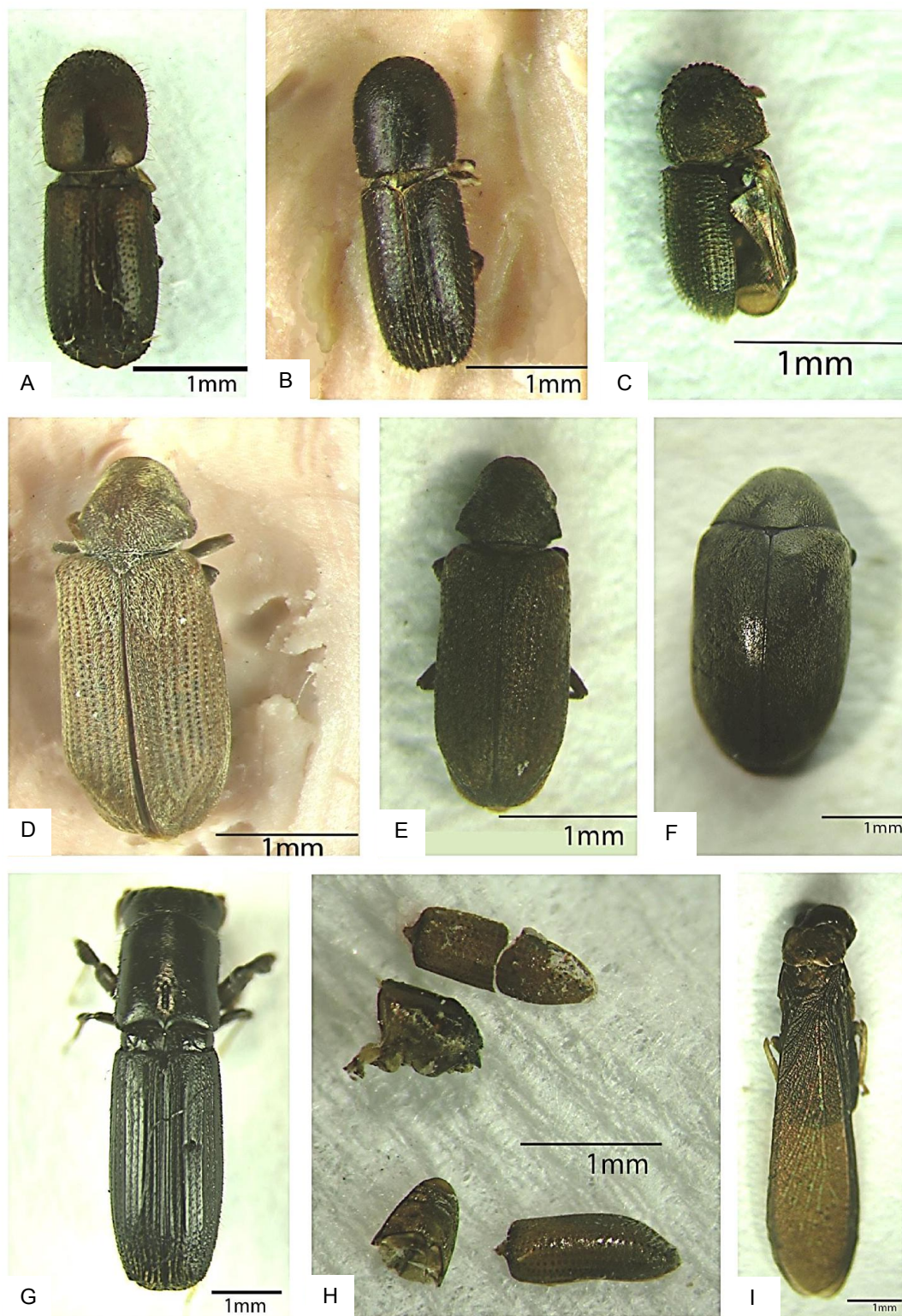


FIGURA 81 - EXEMPLARES DE COLEOPTERA E ISOPTERA COLETADOS NAS EDIFICAÇÕES: *Xyleborus ferrugineus* (A) e *X. linearicollis* (Curculionidae) (B), *Cryptocarenus* sp. (Curculionidae) (C), *Trycorynus* sp (Ptinidae) (D), *Trycorynus* sp (Ptinidae) (E), *Anobium elevatum* (Ptinidae) (F), *Platypus* (G) e Platypodinae (Curculionidae) (H), Isoptera sp. (I).

4.5 AVALIAÇÃO ESTRUTURAL

4.5.1 Casa Grochocki

Para a estimativa das ações efetivas foram considerados: o peso próprio dos caibros, o peso próprio das ripas, o peso das telhas úmidas e a ação do vento. O comprimento dos caibros corresponde a 4,25 m, o ângulo de inclinação é de 43° e, pelas características de uma conífera C25 (NBR 7190:1997, p.16), tem-se a densidade aparente de 565 kg/m³ (a 15 % Umidade), o que resulta no peso próprio dos caibros igual a 62,3 N/m. As ripas possuem dimensões de 5 x 2,5 cm e pela distância entre os caibros que define a área de influência de 1,17m chega-se ao valor de 33 N/m. Para o peso das telhas do tipo francesas (450 N/m², MOLITERNO 2012, p.16), chegou-se ao valor de 684,4 N/m, considerando o acréscimo de 30% no peso devido a umidade. Foram calculadas para os valores médios a seção de caibro 10,5 x 10,5 cm e área de influência de 1,17 m, que são as medidas de maior frequência nesta estrutura.

Para o vento, adotou-se a velocidade média da região de 42 m/s, e os fatores S1 = 1,0 (que considera as variações do relevo do terreno); S2 = 0,89 (que considera o efeito combinado da rugosidade do terreno, a variação da velocidade do vento com a altura acima do terreno e das dimensões da edificação ou parte da edificação em consideração) e S3 = 0,95 (referente a conceitos estatísticos, e que considera o grau de segurança requerido e a vida útil da edificação) (NBR 6123:1988). De acordo com a NBR 6123:2013, chega-se ao carregamento de $q = 773 \text{ N/m}^2$. Com a distância entre os caibros que define a área de influência (1,17m) tem-se que o carregamento por metro linear nos caibros devido ao vento é de 904,4 N/m. Porém, ainda considerou-se a situação num Estado Limite de Utilização da NBR 7190, numa combinação de média duração com $\Psi_1 = 0,2$; assim, a ação do vento resulta em 181 N/m.

Segue o desenho dos caibros CE1, CE3 e CE9 (Figura 82) selecionados para cálculo, considerando a redução por chanfros nas situações menos favoráveis sendo incluída também a redução (representada pela linha traço-ponto) resultado da avaliação com o resistógrafo.

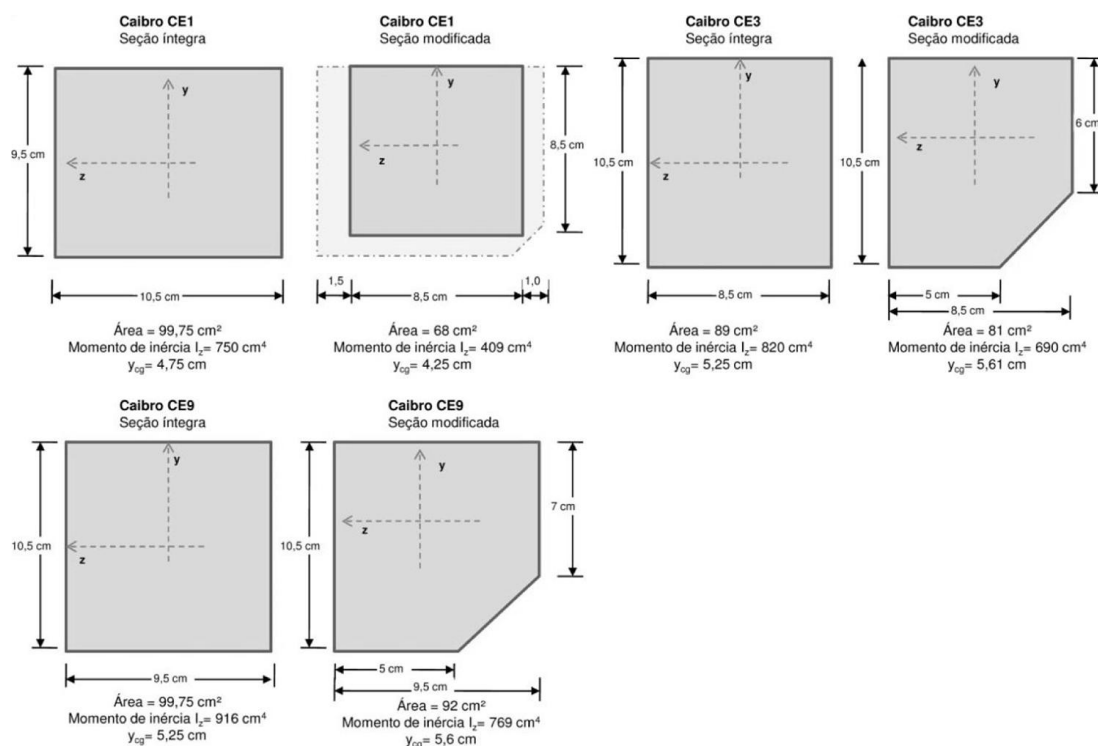


FIGURA 82 – SEÇÃO DOS CAIBROS (CASA GROCHOCKI), SITUAÇÃO ÍNTEGRA E SITUAÇÃO MODIFICADA.

A partir do cálculo das tensões normais atuantes *versus* tensões normais resistentes na Tabela 6, têm-se os resultados em valores característicos nas “situações íntegra e modificada”, provenientes da solicitação por flexão composta reta, além dos valores da estimativa da margem de segurança para cada situação.

TABELA 6 - VALORES COMPARATIVOS ENTRE TENSÕES NORMAIS RESISTENTES E ATUANTES, CASA GROCHOCKI.

Casa Grochocki	Tensão Normal Resistente (MPa)	Tensão Normal Atuante (MPa)		Comparação entre Tensão Normal Resistente e Tensão Normal Atuante - Margem de segurança estrutural (%)	
		Íntegra	Modificada	Íntegra	Modificada
CE1**	14	9,34	14,97	33,2	-6,9
CE3*	14	9,23	11,61	34,0	17,1
CE9**	14	8,47	10,68	39,4	23,7
CD6*	14	7,72	9,39	44,8	32,9

* Redução por chanfro não corresponde a toda a extensão do caibro, equivale a aproximadamente 2 m do meio para o topo em CE3 e CD6 . **Redução por chanfro em todo o caibro.

Todos os valores obtidos para a casa Grochocki condizem com margem de segurança estrutural nos caibros, com valores superiores a 30%, exceto o CE1 na

situação modificada igual a -6,9%, tal elemento apresenta deterioração e perda da seção resistente, detectada tanto na análise visual como na avaliação instrumental do resistógrafo. O Caibro CE3 apresenta margem de segurança 17,1% (seção modificada), mas o defeito por chanfro não corresponde a todo o comprimento do caibro, ou seja, parte dele se encontra na margem de 34% de segurança. O Caibro CE9 mesmo possuindo seção transversal menor em toda a peça, devido ao chanfro na situação modificada, encontra-se ainda na faixa de 23,7% de segurança.

4.5.2 Casa Cetnarski

Para a estimativa das ações efetivas mantêm-se alguns valores de cálculo iguais aos da casa Grochocki, considerando que os materiais são os mesmos: telhas, ripas e a madeira de araucária. Na casa Cetnarski o comprimento do caibro é igual a 3,96 m e o ângulo de inclinação 45° , o que resulta no peso próprio dos caibros de 38,4 N/m e das ripas o valor de 30,8 N/m. A partir destes dados chegou-se ao peso das telhas no valor de 684,4 N/m, considerando o acréscimo de 30% no peso devido a umidade. Foram considerados os valores médios da seção do caibro igual a 8,0x8,5 cm e a área de influência de 1,09 m.

Para o vento, adotou-se a velocidade média da região de 42 m/s, e os fatores S1, S2 e S3 iguais aos adotados na casa Grochocki, as edificações possuem menos de 10 m de comprimento, altura menor ou igual a 5 m e condições do relevo semelhantes. De acordo com a NBR 6123, chega-se ao carregamento devido ao vento de $q = 773 \text{ N/m}^2$ e o carregamento por metro linear nos caibros igual a 842,6 N/m. Considerou-se ainda a situação em um Estado Limite de Utilização da NBR 7190, numa combinação de média duração com $\Psi_1 = 0,2$. Assim, a ação do vento resulta em 168,5 N/m.

Na Figura 83 estão representados os caibros nas situações menos favoráveis CE1, CE2, CE4, CE6 e CE8, foram selecionadas as geometrias das seções alteradas por chanfro ou deterioração, descritas nos capítulos anteriores.

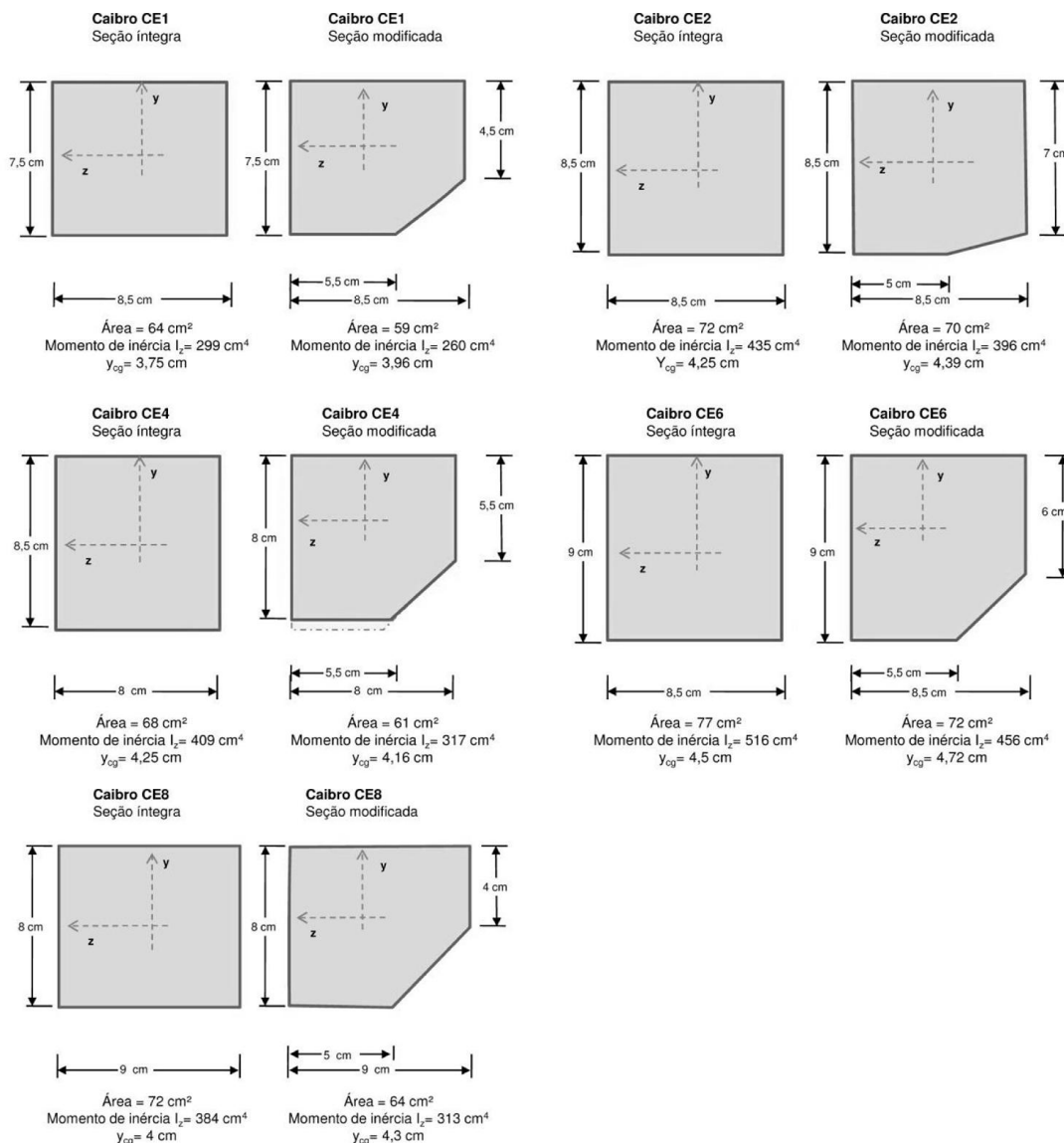


FIGURA 83 – SEÇÃO DOS CAIBROS (CASA CETNARSKI), SITUAÇÃO ÍNTEGRA E SITUAÇÃO MODIFICADA.

Na Tabela 7 estão expostos os resultados das tensões resistentes e atuantes dos caibros da estrutura da casa Cetnarski, além da comparação dos valores das tensões o que gerou uma porcentagem de margem de segurança estrutural na situação íntegra e na situação modificada. Foram também incluídos os resultados obtidos para os caibros de menores seções. Tendo em vista que durante os cálculos preliminares observou-se que mesmo na situação íntegra o caibro de seção média (8,0 x 8,5 cm) apresentava sobrecarga, ou seja, tensão atuante maior que a resistente, estendeu-se a análise para caibros de menores seções a fim de melhor avaliar a segurança estrutural da edificação.

TABELA 7 - VALORES COMPARATIVOS ENTRE TENSÕES NORMAIS RESISTENTES E ATUANTES, CASA CETNARSKI

Casa Cetnarski	Tensão Normal Resistente (MPa)	Tensão Normal Atuante (MPa)		Comparação entre Tensão Normal Resistente e Tensão Normal Atuante - Margem de segurança estrutural (%)	
		Íntegra	Modificada	Íntegra	Modificada
CE1*	14	16,15	18,48	-15,3	-32,0
CE2*	14	12,68	13,59	9,3	2,9
CE4*	14	13,44	16,49	3,9	-17,8
CE6*	14	11,36	12,73	18,8	9,0
CE7 ¹	14	17,12	x	-22,3	x
CE8*	14	13,50	16,86	3,5	-20,4
CD2*	14	14,25	14,44	-1,8	-3,1
CD3 ¹	14	17,18	x	-22,7	x

* Redução por chanfro não corresponde a toda a extensão do caibro: CE1, CE2 – 1,5 m meio do caibro para o topo;

CE4 - 2,40 m meio para o topo; CE6 - 1,3 m no meio do caibro; CE8 – 2 m meio para a base.

CD2 – dimensão mínima de chanfro (2,0x1,5).

¹ CE7, CD3 – caibros sem chanfro com dimensão de 8,0x7,5 e 7,0x8,0 cm respectivamente.

A maioria dos valores condiz com baixa margem de segurança estrutural, menores que 10% na situação íntegra e modificada, com porcentagens negativas em ambas. O caibro CE6 é o elemento de maior seção (8,5 x 9,0 cm) e apresenta margem de segurança que corresponde a 18,8% na situação íntegra em parte do caibro, e o restante com chanfro, na situação modificada possui 9,0%. O caibro CE2 apresentou um valor semelhante 9,3% na situação íntegra e 2,9% na situação modificada o chanfro encontra-se em somente parte da peça e, além disso, as análises visuais e do resistógrafo detectaram condição satisfatória da madeira (ITEM 4.3 - Diagnóstico).

Uma vez que CD5 e CD9 apresentam a geometria semelhante ao caibro CD2 medida de (8,5 x 8,0 cm) e chanfro de (1,5 x 2,0 cm) o qual resultou em valor de margem de segurança negativa igual a -3,1%, também estes caibros devem ser considerados como situação alerta. As piores margens de segurança são de -22,3% e -22,7 verificados nos caibros com menores seções CE7 e CD3, respectivamente e -32% situação modificada do caibro CE1.

Sendo a seção transversal de 8,5 x 9,0 cm, a que satisfaz as condições de cálculo segundo a norma, com margem positiva próxima de 18,8%, tal dimensionamento deve ser considerado caso haja a necessidade de substituição de caibros – previsto dentro de um projeto de restauração – ou medida superior, para garantir uma margem de segurança estrutural maior.

4.5.3 Casa da Cultura

Para a estimativa das ações efetivas alguns valores são semelhantes aos das estruturas anteriores uma vez mantidos os mesmos materiais, o comprimento do caibro (no trecho avaliado) é a igual a 2,56 m e o ângulo de inclinação 38° , o que resulta no peso próprio dos caibros de 47,4 N/m e das ripas o valor de 28,9 N/m. A partir destes dados chegou-se ao peso das telhas no valor de 643,5 N/m, considerando o acréscimo de 30% no peso devido a umidade. Foram considerados os valores médios para a seção de caibro 8,0 x 10,5 cm, e área de influência de 1,10 m (corresponde ao caibro CE3).

A Casa da Cultura possui dimensões maiores que a casa Grochocki e a Cetnarski, para os cálculos relativos à ação dos ventos, considerando a velocidade média da região de 42 m/s e a face mais extensa, que corresponde a 31 m na fachada frontal e 8,40 m de altura, têm-se para os fatores $S_1 = 1,0$; $S_2 = 0,92$ e $S_3 = 0,95$ e chega-se ao valor de carregamento $q = 826 \text{ N/m}^2$ (NBR 6123: 1988). Com a distância entre os caibros que define a área de influência (1,10m) obtém-se para o carregamento por metro linear nos caibros devido ao vento igual a 908,6 N/m. Porém, ainda considerou-se a situação num Estado Limite de Utilização da NBR 7190, numa combinação de média duração com $\Psi_1 = 0,2$. Assim, a ação do vento resulta em 182 N/m.

Nesta edificação constatou-se a presença de somente um caibro com chanfro CE6, incluiu-se, dessa forma, a análise dos caibros CE3 (8,0 x 10,5 m lado B) medida média e CD4 (7,0 x 10,5 m lado B) menor seção. Segue o desenho do caibro (figura 85) selecionado para cálculo, considerando a redução por chanfros nas situações menos favoráveis.

Na Figura 84 está representado o caibro CE6, situação menos favorável, com redução da geometria por chanfro.

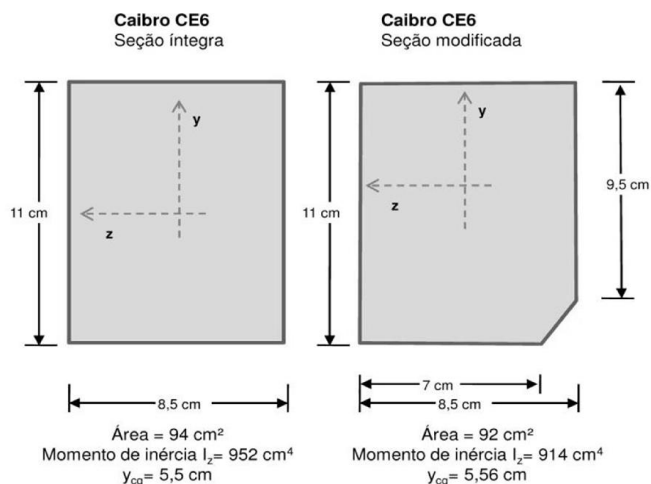


FIGURA 84 – SEÇÃO DO CAIBRO (CASA DA CULTURA), SITUAÇÃO ÍNTEGRA E SITUAÇÃO MODIFICADA.

Na Tabela 8 podem ser observados os resultados das tensões resistentes e atuantes dos caibros da estrutura da Casa da Cultura, além da comparação dos valores das tensões o que gerou uma porcentagem de margem de segurança estrutural na situação íntegra e na situação modificada. Foram também incluídos os resultados obtidos para os caibros de dimensão média e de menor seção.

TABELA 8 - VALORES COMPARATIVOS ENTRE TENSÕES NORMAIS RESISTENTES E ATUANTES, CASA DA CULTURA

Casa da Cultura	Tensão Normal Resistente (MPa)	Tensão Normal Atuante (MPa)		Comparação entre Tensão Normal Resistente e Tensão Normal Atuante - Margem de segurança estrutural (%)	
		Íntegra	Modificada	Íntegra	Modificada
CE3	14	3,24	x	76,7	x
CE6*	14	3,11	3,24	77,7	76,8
CD4**	14	3,68	x	73,6	x

* Redução por chanfro não corresponde a toda a extensão do caibro, equivale a aproximadamente 1 m do meio para o topo em CE6. **Seção do caibro menor verificada em CD4 (7,0x10,5 cm).

Todos os valores obtidos condizem com margem de segurança estrutural, acima de 73,6 %, tanto na situação íntegra como na situação modificada constatada até mesmo no caibro CE6 com redução por chanfro.

✓ Resultados gerais

As alterações foram pontuais na estrutura da cobertura principal da casa Grochocki e na parte acessível da Casa da Cultura (lado A e B). Com base nos resultados obtidos a partir das tensões normais resistentes e atuantes dos caibros submetidos à flexão composta reta, conclui-se que as estruturas das coberturas estão em condições de utilização sem o comprometimento da segurança dos usuários em ambas, com exceção, na casa Grochocki, do caibro CE1, que demonstrou situação crítica (-6,9%). O caibro CE9, apesar de ter apresentado 23,7% de segurança (situação modificada), localiza-se na extremidade oposta e ambos os caibros assim como o pilar 3, estão em contato com as paredes externas sendo áreas mais suscetíveis a ação das intempéries, presença de umidade e com danos associado à ação dos insetos xilófagos, conforme os resultados (Item 4.3 – Diagnóstico e 4.4 – Identificação dos insetos). Tais elementos necessitam de controle periódico e um projeto de intervenção para a consolidação do caibro CE1 e a base do pilar 3.

Na Casa da Cultura mesmo sanado o problema da infiltração do telhado e o cálculo ter evidenciado margem elevada de segurança algumas tramas necessitam de intervenção. Uma vez que as extremidades dos caibros e as vigas encontram-se extremamente deterioradas (Item 4.3), com base na avaliação instrumental (resistógrafo), a resistência da madeira em parte destes elementos é nula. Sem uma intervenção adequada, em médio ou longo prazo, é provável que a existência da laje de concreto no piso evite o desabamento parcial ou o risco de vida das pessoas que utilizam a edificação, no entanto, o prejuízo com a perda dos elementos de araucária e da técnica construtiva é incontestável. É necessário que seja realizada uma investigação de toda a cobertura.

A casa Cetnarski foi considerada a pior condição estrutural segundo os cálculos. Apesar de os valores verificados para tensão normal atuante, tanto para seção íntegra quanto para seção modificada, apresentarem valores maiores que a tensão resistente, não há sinal de deformação das peças e a construção se mantém da forma como foi construída, por isso pode-se fazer algumas considerações:

- A norma NBR7190/97 leva em consideração, para o cálculo da tensão normal resistente, vários fatores como os coeficientes de modificação e a classificação da espécie a ser utilizada, fazendo com que a resistência real do material seja subestimada.

- A araucária possui característica anatômica de apresentar a grã reta que contribui com a resistência e maior segurança na estabilidade da estrutura.

- A idade da árvore pode ser um fator significativo que contribuiu com o aumento da capacidade de carga a ser suportada pela estrutura. De acordo com a análise macroscópica (Item 4.2), os anéis de crescimento se apresentam bem próximos, indicando que a idade da espécie seja alta, conseqüentemente há uma elevada massa específica, maior que a classificada pela norma NBR7190/97.

- Outro fator importante é que os antigos construtores buscavam árvores com grandes diâmetros e os elementos estruturais eram selecionados a partir de madeiras de cerne e com a menor quantidade de nós, e estes fatores determinam melhor resistência para a construção.

De qualquer forma, nas três edificações a condição e a sensação geral de segurança e conforto que as estruturas fornecem, percebidas durante os levantamentos e as inspeções, são maiores do que as calculadas.

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que:

- As edificações e as estruturas apresentam autenticidade, aspectos construtivos com origem nas técnicas milenares europeias trazidas pelos imigrantes poloneses; reforçam a importância da preservação do patrimônio imaterial – “o saber fazer” – o conhecimento das técnicas construtivas passadas através das gerações.

- Apesar das características peculiares de cada técnica, a volumetria da construção, assim como o emprego da *Araucaria angustifolia*, repetiu-se em todas as casas e por muitas décadas. Destaca-se a maestria dos carpinteiros que adotaram sistemas e sambladuras adequados a cada construção e função, demonstrando estabilidade estrutural e durabilidade.

- A avaliação macroscópica por análises visuais locais, tomando-se por base os procedimentos da UNI 11118:2004, configura-se um instrumental eficiente para a identificação de madeiras em edificações históricas.

- A análise com o resistógrafo demonstrou eficiência no registro das alterações internas das peças, associada a avaliação do estado de conservação por inspeção visual e o mapeamento das deteriorações, permite diminuir o número de perfurações, garantindo um método minimamente invasivo.

- Dentre os insetos coletados, as espécies da família Ptinidae (Coleoptera) e da Ordem Isoptera representam riscos às madeiras instaladas.

- O cálculo a partir da situação íntegra e modificada das peças é válido, pois é possível prever áreas de risco e do contrário evitar as substituições desnecessárias. A limitação se encontra na determinação da extensão ou dimensionamento das áreas deterioradas.

- As estruturas dos telhados apresentam integridade parcial. Em nível de capacidade resistente das peças os danos graves são pontuais podendo algumas peças serem consolidadas no local sem a necessidade de substituição total.

- Destaca-se a importância do levantamento arquitetônico detalhado associado a pesquisa histórica e ao levantamento fotográfico.

6 RECOMENDAÇÕES

É necessário o aprimoramento dos métodos de cálculo para edificações históricas assim como o aperfeiçoamento dos ensaios com o resistógrafo para diferentes espécies de madeira. Verifica-se a necessidade de projetos de intervenção, por meio de inspeção periódica e a manutenção frequente com tratamentos curativos para a eliminação dos agentes de deterioração biológica, bem como sanar os problemas construtivos e eliminar, assim, os agentes de deterioração física. Ademais, há necessidade de métodos de prevenção buscando bloquear as condições favoráveis ao incremento da deterioração e às novas infestações. Incentivar o uso contínuo dos bens do patrimônio histórico, promover a limpeza e a manutenção frequente, tais ações contribuirão para a conservação das edificações.

Os métodos a serem aplicados no tratamento dessas casas, as quais constituem acervo cultural e histórico, devem seguir determinadas condutas para que se obtenha efeito prolongado. Para se obter sucesso no controle de infestação de insetos, assim como de fungos ou outros micro-organismos, é importante que se adote procedimentos de ação preventiva.

É fundamental a aplicação de uma política de preservação eficiente, pela qual fatores como a arquitetura do edifício, ventilação, temperatura, umidade relativa, iluminação devem ser constantemente monitorados e reparados. Ainda como medida de preservação, a conduta das pessoas que habitam ou utilizam as edificações deve ser orientada no sentido de desinfestar constantemente os ambientes e mantê-los higienizados.

REFERÊNCIAS

AALBU, R. I.; TRIPLEHORN, J.; CAMPBELL, J.M.; BROWN, K.W.; SOMERBY R. E.; THOMAS, D.B. Tenebrionidae. In: ARNETT Jr. R. H., THOMAS M. C., SKELLEY P. E., FRANK H. J. **American Beetles** - Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Vol. II. Florida: CRC, 2002, p. 463-509.

ABREU, L. B. **Ensaio não destrutivo para a avaliação da integridade de elementos estruturais de madeiras em construções históricas**. 134p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

ANDERSON, R. S. Curculionidae. In: ARNETT Jr. R. H., THOMAS M. C., SKELLEY P. E., FRANK H. J. **American Beetles** - Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Vol. II. Florida: CRC, 2002, p. 804-815.

ARNETT, Jr. R. H.; THOMAS, M. C. **American Beetles** - Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia. Vol. I. Florida: CRC, 2000, 443 p.

ARNETT, Jr. R. H.; THOMAS M. C., SKELLEY P. E., FRANK H. J. **American Beetles**- Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Vol. II. Florida: CRC, 2002, 861 p.

ARAIZA, M.D.S. Curculiónidos de importancia forestal en México. **Acta Universitaria**, 10-(2) 2000, p.37-42.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto de Estruturas de Madeira, Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações, Rio de Janeiro, 1988.

AUGELLI, F. La diagnosi delle opere e delle strutture lignee. Le ispezioni. **Xilema**. Milano: Il prato, 2006. 165 p.

AUGELLI, F. (Coord.); MASTROPIRRO, R.; SILVA, J. B.; MIGLIAVACCA J. **Ispezioni e indagini per la progettazione degli interventi di conservazione e consolidamento delle strutture lignee di copertura della Villa Paduli a Cabiato (CO)**. Osservatorio per la conservazione delle opere lignee. Milano: 2009. Projeto de inspeção e diagnóstico. 1 CD-ROM.

ÁVILA, F. Estudos em Curculionidae in: **Coleoptera terrestria**. Disponível em: <https://sites.google.com/site/coleopteraterrestria/fernando>. Acesso em: 30/10/2013.

BADALINI *et al.*, La prova resistografica per l'analisi e La diagnostica di strutture lignee in opera: letteratura, normativa, applicazioni sul costruito storico. In: SCIENZA E BENI CULTURALI, XXV., 2009, Bressanone – Itália. Conservare e restaurare il legno. **Atti del** Convegno de Studi. Veneza: Arcádia Ricerche S.r.l., 2009, p.400-413.

BARRETO, D. I. S. *et al.* **Arquitetura popular do Brasil**. Rio de Janeiro: Bom Texto, 2010. 144 p.

BERNARDO, J. **Madeira e técnica**: as edificações históricas da colônia Murici. Curitiba: (Ed. Autora) 2013, 168 p.

_____; PENNER, E; STELLA, J.C.; AUGELLI, A ; ROCHA, M.P. Análise estrutural da cobertura de madeira de uma edificação histórica. In: XIII EBRAMEM, UFES/Vitória – 23 a 25 de julho de 2012.

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.

BERRIEL, A. Tectônica e poética das casas de tábuas. (**A casa de araucária**: arquitetura da madeira em Curitiba; 3). Curitiba: Instituto Arquibrasil, 2011. 107 p.

BERTI, S.; FANELLI, C.; PALANTI, S.; PINZARI, F. Legno. In: CANEVA, G.; NUGARI, M.P.; SALVADORI, O. **La biologia vegetale per i beni culturali**: biodeterioramento e conservação. Firenze: Nardini, 2007, p.101-107.

BOUCHARD P., BOUSQUET Y., DAVIES A.E., ALONSO-ZARAZAGA M.A., LAWRENCE J.F., LYAL CHC, NEWTON A.F., REID CAM, SCHMITT M., ŚLIPÍŃSKI SA, SMITH ABT. Family-group names in Coleoptera (Insecta). **ZooKeys 88**, Bulgaria, p. 1–972, abril 2011.

BOVIAR. Strumentazione per la diagnostica e Il monitoraggio. Milão, 2008. 1 CD-ROM.

BRAGA, S. (Apresentação). In: OLIVEIRA, M. M. **A documentação como ferramenta de preservação da memória**. Brasília, DF: IPHAN/Programa Monumenta, 2008. (Cadernos Técnicos 7) p.7. Disponível: <http://www.monumenta.gov.br/site/wp-content/uploads/2009/04/caderno7_web.pdf>. Acesso em: 12/04/13.

BRANDI, C. **Teoria da restauração**. Tradução: Beatriz Mugayar Kühl; apresentação: Giovanni Carbonara. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2004. 261 p.

BURGER, L. M.; RICHER, H. G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 156 p.

CANEVA, G.; NUGARI, M.P.; SALVADORI, O. **La biologia vegetale per i beni culturali**: biodeterioramento e conservação. Firenze: nardini, 2007, 440 p.

CAPRETTI, C. *et al.* Ritrovamenti di legno archeologico in Italia: Metodo di indagine mediante microscopia. In: SCIENZA e BENI CULTURALI XXV, 2009, Bressanone – Itália. Conservare e restaurare il legno. **Atti...**Venezia: Arcádia Ricerche S.r.l., 2009. p. 1017-1028.

CARSALADE, F. L. Patrimônio histórico: sustentabilidade e sustentação. **Vitruvius**, São Paulo, jun. 2001. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/02.013/885>. Acesso em: 12/03/13.

CASARI, S. A.; IDE S. Coleoptera. In: RAFAEL, J. A., MELO G.A.R., CARVALHO C.J.B., CASARI S.A., CONSTANTINO R. **Insetos do Brasil**: Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 422-535.

CHAPEL, S. **A timber framer's workshop**. Brownfield, Maine: Corn Hill Books, 2005. 252 p.

CLIMATE – DATA. Clima: São José dos Pinhais. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/4495/>. Acesso em: 12/03/14.

CHOAY, F. **A alegoria do patrimônio**. São Paulo, Unesp, 2001. 282 p.

CONSTANTINO, R. Isoptera. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.J.B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 311-321.

COSTA C.; VANIN, S. A.; CASARI-CHEN, S. A. **Larvas de Coleoptera do Brasil**. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1988, 282 p.

COSTA LIMA, A. **Insetos do Brasil: Coleópteros**. 7º Tomo, Série Didática n. 9, Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, 1952, 373 p.

COSTA LIMA, A. **Insetos do Brasil: Coleópteros**. 8º Tomo, Série Didática n.10, Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, 1953, 323 p.

COSTA LIMA, A. **Insetos do Brasil: Coleópteros**. 9º Tomo, Série Didática n.11, Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, 1955, 290 p.

COSTA LIMA, A. **Insetos do Brasil: Coleópteros**. 10º Tomo, Série Didática n.12, Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, 1956, 373 p.

DUARTE, M.; MARCONATO, G.; SPECHT A.; CASAGRANDE, M. M. Lepidoptera. In: RAFAEL, J. A., MELO G.A.R., CARVALHO C.J.B., CASARI S.A., CONSTANTINO R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 625-682.

ESTUQUI FILHO, C. A. **A durabilidade da madeira na arquitetura sob a ação dos fatores naturais: estudo de casos em Brasília**. 148 p. dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade de Brasília - DF, 2006.

GAMA, R. História da Técnica no Brasil Colonial. In: _____. **História da Técnica e da Tecnologia no Brasil**. São Paulo: Edusp, Unesp 1994. 412 p.

GASSEN, D.N. **Insetos subterrâneos prejudiciais às culturas no sul do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa, CNPT, 1989, 49 p. (Embrapa, CNPT, Documentos, 13).

GIOVANELLA, R. **Uso de Frequências Sonoras no Controle de Cupins de Madeira Seca *Cryptotermes brevis*** (Isoptera: Kalotermitidae). 122 p. Dissertação (Mestrado) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

GIBERT, V.; MÁRTIN F. A.; LAZCANO, R. **A Carpintaria**. Lisboa: Ed. Estampa, 1998. 159 p.

GIOVANELLA, R. **Influência do campo eletromagnético no comportamento de cupins de madeira seca (*Cryptotermes brevis*)**. 161 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

GONÇALVES, F. G. **Avaliação da qualidade da madeira de híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla x grandis* para produtos sólidos.** 154 p. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2006.

GOULART, N. R. F. **Quadro da arquitetura no Brasil.** São Paulo: Perspectiva, 1983. 216 p.

GRAUBNER, W. **Ensembles em madeira.** Barcelona: Ediciones Ceac, 1991. 175 p.

GROCHOCKI, L.; GREBOGGY, M. G. Entrevista concedida a Janice Bernardo Silva. Colônia Murici, 14 de dezembro de 2012.

GUÉRIN, J. **Coleopteros do Brasil.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1953. 356 p.

GUINI, G.; GUARISCO, G.; LOMBARDINI, N. La conservazione dei legni degli scafi delle navi di Nemi: Metodologia e prassi nella conservazione negli anni Venti del Novecento. In: SCIENZA e BENI CULTURALI XXV., 2009, Bressanone – Itália. Conservare e restaurare il legno. **Atti...** Venezia: Arcádia Ricerche S.r.l., 2009, p.1027-1044.

GULAN, P.J; CRANSTON, P.S. **Os Insetos:** um resumo de entomologia. São Paulo: Roca, 2007, 440 p.

HABECK, D. H. Nitidulidae. In: ARNETT Jr. R. H., THOMAS M. C., SKELLEY P. E., FRANK H. J. **American Beetles-** Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Vol. II. Florida: CRC, 2002, p. 311-312.

HALUCH, L. L. Entrevista concedida a Janice Bernardo da Silva. Contenda, 16 de maio de 2012.

HALUCH, L. Entrevista transcrita e gravada concedida a Janice Bernardo da Silva. São José dos Pinhais, 02 de setembro de 2012

HOLTMAN, V. L.; HOLTMAN, C. S. **Colônia Murici.** 2012. 1 CD-ROM (Acervo de fotografias antigas), p&b, color.

HOLTMAN, V. L. Entrevista concedida a Janice Bernardo da Silva. Colônia Murici, 03 de março de 2012.

ICEA - INSTITUTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. Bando de dados climatológicos da estação Afonso Pena. Disponível em: <http://clima.icea.gov.br/clima/> Acesso em: 12/02/14.

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

IMAGUIRE JR., K.; IMAGUIRE, M. R. G. **A Casa de Araucária.** (A casa de araucária: arquitetura da madeira em Curitiba; 1). Curitiba: Instituto Arquibrasil, 2011.

IPEF - INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS Identificação de espécies florestais. Piracicaba/SP. Disponível em: <http://www.ipef.br/identificacao/araucaria.angustifolia.asp>. Acesso em: 12/04/13.

IPEF - INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. Resistógrafo: qualidade e precisão na análise da madeira. Piracicaba/SP. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/ipefnoticias/ipefnoticias144.pdf>. Acesso em: 10/03/14.

IPHAN – INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Relação das Cartas Patrimoniais** [On line]. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do;jsessionid=D8CD9B11A092E9E6F900C25CD8A5B7B9?id=236>>. Acesso em: 17/08/2009.

IPHAN – INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Patrimônio cultural** [On line]. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/portal/montarPaginaSecao.do?id=10852&retorno=paginalphan>. Acesso em: 17/08/2013.

IVIE, M.A. Ptylodactylidae. In: ARNETT Jr. R. H., THOMAS M. C., SKELLEY P. E., FRANK H. J. **American Beetles-** Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Vol. II. Florida: CRC, 2002, p. 135-138.

IVALSA – ISTITUTO PER LA VALORIZZAZIONE DEL LEGNO E DELLE SPECIE ARBOREE. **Diagnosi e conservazione del patrimônio di legno**. Disponível em: <http://www.ivalsa.cnr.it/ricerca/diagnosi-e-conservazione-del-patrimonio-culturale-di-legno.html> Acesso em: 17/08/2013.

JOHNSON, H. **La maderas**. Tradução: Concepción Rigau. Barcelona: BLUME, 1994.296 p.

JOHNSON, P. J. Elateridae. In: ARNETT Jr. R. H., THOMAS M. C., SKELLEY P. E., FRANK H. J. **American Beetles-** Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Vol. II. Florida: CRC, 2002, p. 160-173.

JANKOWSKY, Ivaldo P. et al. (Coord.). **Madeiras brasileiras**. Caxias do Sul: Spectrum, 1990. 172 p.

JURINA, L. **Strutture in legno: soluzioni leggere per il consolidamento**. In: RECUPERO E CONSERVAZIONE, Milão-Itália, n°50, p. 65-68 , 2003 [On line]. Disponível em: <http://www.jurina.it/pubblicazioni03c4.html?id_pg=1>. Acesso em: 12/08/2009.

KATINSKY, J. R. Glossário dos moinhos hidráulicos. In: GAMA, R. (Org.). **História de Técnica e Tecnologia**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1985.

KERSTEN, M. S. A. **Os rituais de tombamento e a escrita da história: bens tombados no Paraná entre 1938-1990**. Curitiba: UFPR, 2000, 300 p.

KOCK, W. **Dicionário dos estilos arquitetônicos**. 3.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004, p.166.

KOVALSKI, M. **Estado de conservação: Casa Grochocki - Colônia Murici**. (Fotografias). São José dos Pinhais: 1 CD-ROM, 2013.

KRAMER, F. **Grundwissen des zimmerers**. Karlsruhe: Bruderverlag, 1995. 472 p.

KÜHL, B. M. **Preservação do Patrimônio Arquitetônico da Industrialização: problemas teóricos de Restauro**. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2008, 328 p.

- LA PASTINA FILHO, J. **Manual de conservação de telhados**. IPHAN, 2005, 87 p.
- LA ROSA, N.; VENTIMIGLIA, G. M. I soffitti lignei dipinti e le strutture di copertura nella architettura religiosa della Sicilia barocca: Conoscenza e diagnosi per il progetto di restauro. In: **SCIENZA e BENI CULTURALI XXV**, 2009, Bressanone – Itália. Conservare e restaurare il legno. **Atti...**Venezia: Arcadia Ricerche S.r.l., 2009. p. 317-334.
- LIOTTA, G. **Gli insetti e i danni del legno**: Problemi di restauro. 3. ed. Firenze: Nardini, 1998, 150 p.
- MACARI, B. P. **Arqueoentomologia: um estudo de caso tupiguarani, Altônia, Paraná, Brasil**. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - setor de Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- MACARI, B. P. **Coleta de insetos**: Colônia Murici. (Fotografias). São José dos Pinhais: 1 CD-ROM, 2012.
- MACARI, B. P.; SILVA, J. B.; ALMEIDA, L. M.; CHMYZ, I; ROCHA, M.P. Insetti degradatori: valutazione archeoentomologica di un'urna funeraria Tupiguarani, Altônia, PR, Brasile. In: **SCIENZA e BENI CULTURALI XXIX**, 2013, Bressanone-Itália. Conservazione e Valorizzazione dei Siti Archeologici. **Atti...** Venezia: Arcadia Ricerche S.r.l., 2013 p. 1061-69.
- MARINONI, R. C.; GANHO, N. G.; MONNE, M. L.; MERMUDES J. R. M. **Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta)**. Ribeirão Preto: Holos, 2001, 63 p.
- MARINONI, R.C. Os grupos tróficos em Coleoptera. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, 18 (1): 205-224, 2001.
- MAROCHI, M. A. **Imigrantes 1870 – 1950**: Os europeus em São José dos Pinhais. Curitiba: Travessa dos Editores, 2006, 323p.
- MELO JR., J. C. F. **Anatomia de madeiras históricas**: um olhar biológico sobre o patrimônio cultural. Joinville: Univille, 2012, 132 p.
- MELO, G.A.R.; AGUIAR, A.P.; GARCETE-BARRETT, B.R. Hymenoptera. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.J.B.; CASARI, S.A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil**: Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 553-612.
- MENICHELLI, C. (Coord.) Le strutture lignee dell' Arsenal di Venezia studi e restauri. In: **SCIENZA E BENI CULTURALI, XXV**, 2009, Bressanone – Itália. Conservare e restaurare il legno. **Atti...**Venezia: Arcadia Ricerche S.r.l., 2009, p.1163-1216.
- MEZZADRI, H. Madeiras horizontais. In: Docomomo-Sul, 3., 2010. **Anais...** Porto Alegre, 2010.
- MOLITERNO, A. **Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira**. São Paulo: Blucher, 2010, 267 p.

MONTEIRO, M. B. B.; LOPEZ, G. A. C.; YOJO, T. Biodeterioração da madeira no patrimônio histórico - a importância do diagnóstico para o restauro. **Revista CPC**, São Paulo, n. 7, p. 183-187, nov. 2008/abr. 2009.

MORESCHI, J. C. Biodeterioração e preservação da madeira VOL I. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR, 4ª edição: abril / 2013. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasmoreschi/BPM-VOL1.pdf>. Acesso: 12/08/2013.

MOURIER H., WINDING O., SUNESEN E. **Guía de los animales parásitos de nuestras casas**. Barcelona: Edições Omega, 1979, 224 p.

MUSEU MUNICIPAL ATÍLIO ROCCO. **Livros de registros e de cobranças de impostos ou solicitações alvarás**. 1910-1925.

NORMA ITALIANA. **UNI 11119**, Beni culturali Manufatti lignei Strutture portanti degli edifici – Ispezione in sito per la diagnosi degli elementi in opera, 2004.

NORMA ITALIANA. **UNI EN 11118**, Beni culturali – Manufatti lignei - Identificazione delle specie legnose, 2004.

NORMA ITALIANA. **UNI EN 335-1, 335-2** Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno – Definizione delle classi di rischio di attacco biologico, 2003.

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., p.99-279.

OPITZ, W. Cleridae. In: ARNETT Jr. R. H., THOMAS M. C., SKELLEY P. E., FRANK H. J. **American Beetles**- Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Vol. II. Florida: CRC, 2002, p. 267-280.

PARANÁ. Assembléia Legislativa Provincial. **Relatório apresentado à Assembléia Legislativa Provincial**, em 16 de fevereiro de 1880, pelo presidente da Província Manuel Pinto de Souza Dantas Filho. Curitiba: Typ. Perseverança, 1880, p.55.

PEDROSA-MACEDO J. H., SCHÖNHERR J. **Manual dos Scolytidae nos reflorestamentos brasileiros**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1985. 71 p.

PEREIRA, M. R. M. **Semeando iras rumo ao progresso**. Curitiba: Ed. UFPR, 1996.

PEREIRA, R. V. S.; ALMEIDA, L. M. Chaves para a identificação dos principais Coleoptera (Insecta) associados com produtos armazenados. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, n. 18(1), p. 271-283, 2001.

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: LTC, 2013. 224 p.

PHILIPS, K. Anobiidae. In: ARNETT Jr. R. H., THOMAS M. C., SKELLEY P. E., FRANK H. J. **American Beetles** - Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Vol. II. Florida: CRC, 2002, p. 245-266.

PICANÇO, M.; LEITE, G.L.D.; BASTOS, SUINAGA F.A.; CASALI, V.W.D. Coleópteros associados ao jiloeiro (*Solanum gilo* Radi). **Revista Brasileira de Entomologia**. São Paulo, v. 43 (1/2): 131-137, 1999.

RAMSDALE, A. S. Cantharidae. In: ARNETT Jr. R. H., THOMAS M. C., SKELLEY P. E., FRANK H. J. **American Beetles**- Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Vol. II. Florida: CRC, 2002, p.202-203.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Blucher, 1971, 296 p.

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

SÁNCHEZ, F.; PEREIRA, G. F.; GUARNIERI, M. S.; WEIHERMANN, S. **Arquitetura em madeira**: uma tradição paranaense. Curitiba: Scientia et Labor, UFPR, 1987, 106 p.

SANT'ANNA, M. A face imaterial do patrimônio cultural: os novos instrumentos de reconhecimento e valorização. In: ABREU, R.; CHAGAS, M. (orgs.) **Memória e patrimônio**: ensaios contemporâneos. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009. 320 p.

SANTANA, H. R.; MARQUES G. S. Dois registros inéditos da ocorrência de insetos associados a *Miconia cinnamomifolia*(Dc.) Naud. em Nova Friburgo, Rio de Janeiro. **Revista Floresta e Ambiente**, v.15, n.2, p. 40 - 48, 2008.

SANTOS, C. R. A noção de patrimônio e a origem das ideias e das práticas da preservação no Brasil. **Vitruvius**, São Paulo, out. 2012. Disponível: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/13.149/4528>. Acesso em: 12/03/13.

SILVA, J. B. **Metodologia de análise e diagnóstico da madeira na preservação do patrimônio histórico**. 148 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

_____. (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.

_____; CELINSKI, C.; NEGRÃO, C. N.; ORUÉ, M. T.; SOUZA, R. **Levantamento Arquitetônico**: Casa Grochocki. São José dos Pinhais, 2007b. Levantamento arquitetônico em 6 pranchas.

_____; _____.; _____.; SOUZA, R. **Mapa indicando o local contemporâneo das antigas colônias de São José dos Pinhais** - PR. Curitiba, 2010. (vinculado a ART 20100945068).

_____ *et al.* Projeto cultural PRONAC 112001 – **Madeira e técnica construtiva**: a herança cultural e as edificações históricas da colônia Murici. Curitiba, 2011.

_____; ROCHA, M. P.; IMAGUIRE Jr., K. Metodologia de análise e diagnóstico da madeira na preservação do patrimônio histórico. **Revista Floresta**, v.40, n.2, 2009.

SILVA, A. F. da. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados**: estudo de caso em edifícios em Florianópolis. 191 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Centro Tecnológico - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007c.

SIMIONI, A.; KEINERT JR., S. Evolução da exploração Madeireira no Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 7, n.2, p. 41-44, 1976.

SOUZA, P. F. **Indústria madeireira**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1947, 341 p.

STADE, F. **Die Holz**: konstruktionen. Leipzig: Verlag Von Moritz Schafer, 1904, 429 p.

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

TEOBALDO, I. N. C. Metodologias de intervenção em edificações antigas realizadas no Brasil e na Europa com possibilidade de utilização da estrutura metálica. In: RESUMOS DO III SIMPÓSIO DE TÉCNICAS AVANÇADAS EM CONSERVAÇÃO DE BENS CULTURAIS: **ARC – Revista Brasileira de Arqueometria Restauração Conservação**. Olinda: AERPA Ed., n. 1, mar.2006. Disponível em: http://www.restaurabr.org/arc/arc01pdf/079_Izabela NCTeobaldo.pdf Acesso em: 12/08/2009.

THOMAS, M. C. Cucujidae. In: ARNETT Jr. R. H., THOMAS M. C., SKELLEY P. E., FRANK H. J. **American Beetles**- Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Vol. II. Florida: CRC, 2002, p. 329-330.

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

TURBANSKI, Stanislaw. **Murici** - terra nossa. Curitiba: Gráfica Vicentina, 1978, 244 p.

URBAN, J. ; URBAN, T. **Tu i Tam**: poloneses aqui e lá. Curitiba: Secretaria do Estado de Cultura do Paraná, 1997. 266 p.

VALENTINI, Jussara. **A arquitetura do imigrante polonês na região de Curitiba**. Curitiba: Instituto Histórico, Geográfico e Etnográfico Paranaense, 1982, 75 p.

VALLE, A; BRITTES, R. D.; LOURENÇO, P. B. Uso da perfuração controlada na avaliação de deterioração da madeira em edificações antigas. In: X EBRAMEM, São Paulo, 2006 [S.l. : s.n., 2006].

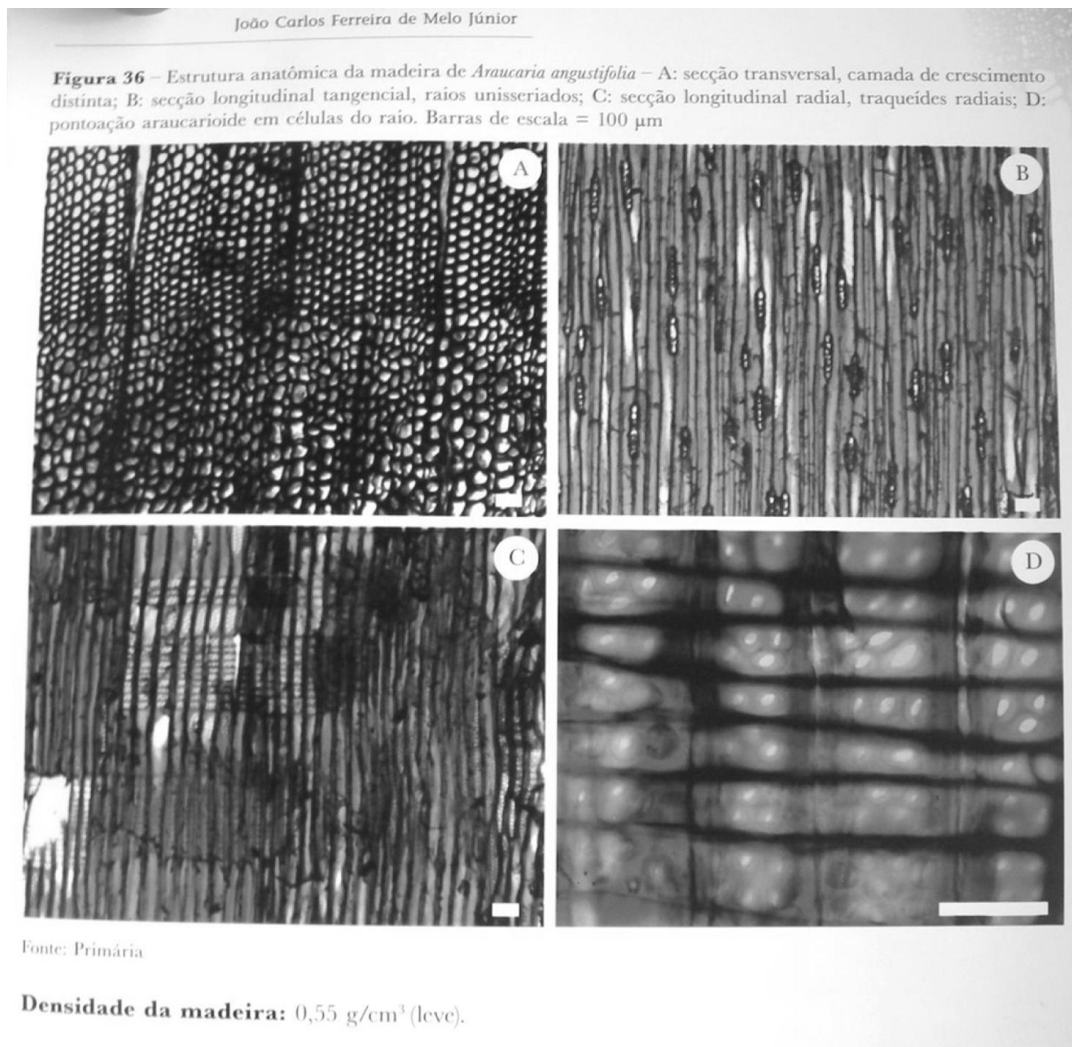
VANDENBERG, N. J. Coccinellidae. In: ARNETT Jr. R. H., THOMAS M. C., SKELLEY P. E., FRANK H. J. **American Beetles**- Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Vol. II. Florida: CRC, 2002, p.371-389.

WEIMER, Günter. **Arquitetura popular da imigração alemã**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2005, 296 p.

WEIMER, Günter. **Arquitetura popular brasileira**. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2012, 333 p.

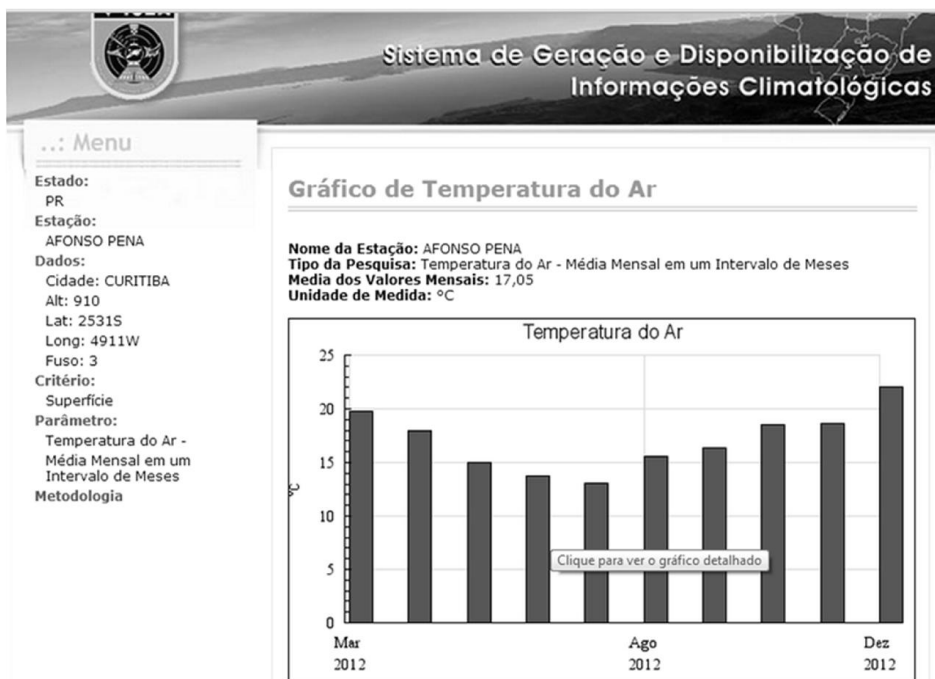
ANEXOS

ANEXO 1 – ESTRUTURA ANATÔMICA DA <i>Araucaria angustifolia</i>	163
ANEXO 2 – DADOS DE TEMPERATURA DO AR.....	164
ANEXO 3 – DADOS DE UMIDADE RELATIVA.....	165
ANEXO 4 – SUBGRUPOS TRÓFICOS EM COLEOPTERA.....	166
ANEXO 5 – TABELA DE UMIDADE DA MADEIRA.....	167

ANEXO 1 – ESTRUTURA ANATÔMICA DA *Araucaria angustifolia*

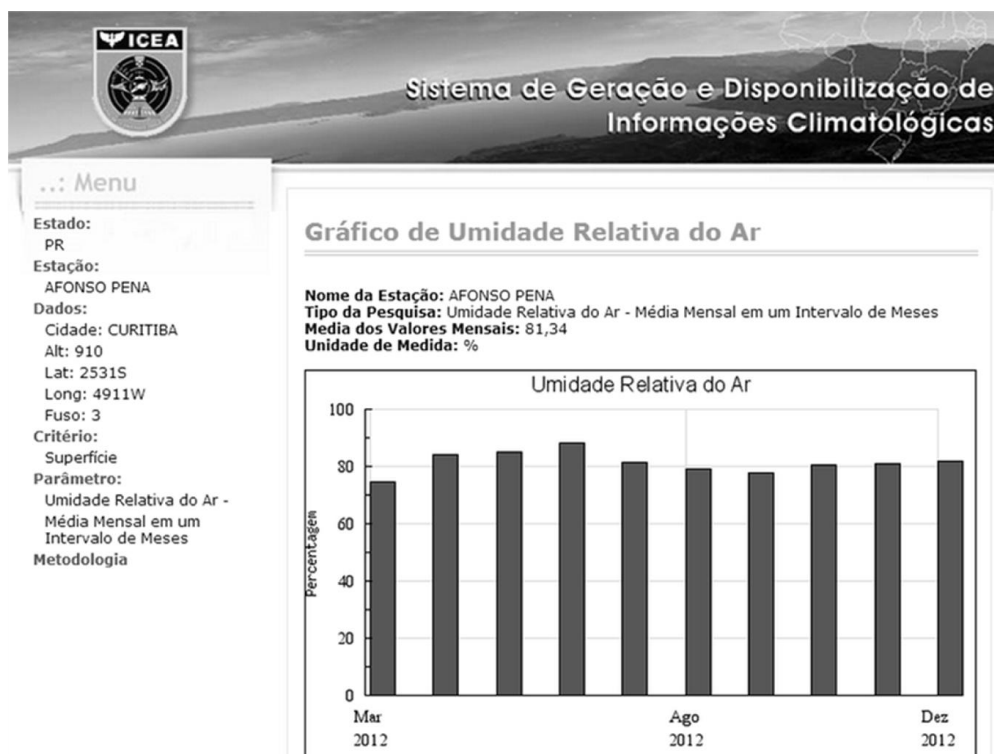
FONTE: MELO JR., 2012.

ANEXO 2 – DADOS DE TEMPERATURA DO AR



Fonte: BANCO DE DADOS CLIMATOLÓGICOS – ICEA.
http://clima.icea.gov.br/clima/RelTempAr_MesesSeguidos-Grafico.php

ANEXO 3 – DADOS DE UMIDADE RELATIVA



Fonte: BANCO DE DADOS CLIMATOLÓGICOS – ICEA.
http://clima.icea.gov.br/clima/RelTempAr_MesesSeguidos-Grafico.php

ANEXO 4 - SUBGRUPOS TRÓFICOS EM COLEOPTERA

Tabela III. Proposta de organização de grupos e subgrupos tróficos em Coleoptera. Os conceitos dos grupos estão descritos no texto. Para uniformização, todos os nomes de grupos são de origem latina e os de subgrupos são de origem grega, exceto os do grupo dos carnívoros, que foram mantidos pela tradição do uso. Os nomes dos grupos têm como sufixo **voros**, do latim *vorare*, significa comer, devorar. Os nomes de subgrupos têm o sufixo **fago**, do grego *phagein*, que também significa comer. São indicados apenas alguns dos vários possíveis nomes de subgrupos.

Grupo trófico	Subgrupo trófico	Substrato alimentar
Herbívoro	Filófago	Folha
	Xilófago	Lenho
	Caulífago	Caule
	Fleófago	Floema
	Antófago	Flor
	Nectarífago	Néctar
	Polinífago	Pólen
	Carpófago	Fruto
	Espermófago	Semente
	Rizófago	Raiz
Algívoro		
Fungívoro	Mixomicófago	Mixomicetos
	Ascomicófago	Ascomicetos
	Basidiomicófago	Basidiomicetos
	Deuteromicófago	Deuteromicetos
Detritívoro	Necrófago	Animais em decomposição, cadáveres
	Coprófago	Excremento
	Fitosaprófago	Restos vegetais
Carnívoro	Predador	Mata um animal para comer, geralmente duas ou mais presas em sua vida (TORRE-BUENO 1978)
	Parasita	Organismo que vive na superfície – ectoparasita, ou no interior -endoparasita, de outro animal do qual ele obtém alimento, abrigo ou outras vantagens) (TORRE-BUENO 1978)
	Parasitóide	Insetos cujas larvas desenvolvem-se alimentando-se sobre ou dentro de artrópodos hospedeiros (MILLS 1994) ou, inseto parasita interno ou externo que mata lentamente o seu hospedeiro, e este evento ocorre próximo ao fim do desenvolvimento larval do parasita, segundo TORRE-BUENO (1978)

Fonte: MARINONI, 2001.

ANEXO 5 – TABELA DE UMIDADE DA MADEIRA

TABELA 1 – TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA E UMIDADE DA MADEIRA, REALIZADAS NO DIA 12/12/2013

Casa Grochocki 11:30 h	Posição relativa a base (cm)	Temperatura 18,5° C Umidade Relativa 80%	Umidade da madeira (%)
CE1	70	-	20,0
CE9	170	-	19,2
CD3	210	-	17,6
Casa Cetnarski 9:36 h	Posição relativa a base (cm)	Temperatura 18,8° C Umidade Relativa 78%	Umidade da madeira (%)
CE2	110	-	16,1
CE4	130	-	15,2
CE8	170	-	15,0
Casa da Cultura (Lado A) 11:00 h	Posição relativa a base (cm)	Temperatura 19,8° C Umidade Relativa 73%	Umidade da madeira (%)
CD3	95	-	16,5
CD7	20	-	19,5
(Lado B) 10:30 h	Posição relativa a base (cm)	Temperatura 19,4° C Umidade Relativa 73%	Umidade da madeira (%)
CE3	20	-	15,8
CE8	20	-	16,4
Pendural 9	50	-	15,8



FIGURA 85 – EQUIPAMENTO MEDIDOR DE UMIDADE COM SONDA DE PENETRAÇÃO.