

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E  
URBANISMO**

Natália Biscaglia Pereira

**RESTAURO EM COBERTURAS COM ESTRUTURAS EM  
MADEIRA: INFLUÊNCIA DA DECISÃO DE PROJETO NA  
PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL.**

Dissertação submetida ao Programa de  
Pós Graduação em Arquitetura e  
Urbanismo da Universidade Federal de  
Santa Catarina para a obtenção do  
Grau de Mestre em Arquitetura e  
Urbanismo

Orientador: Prof. Dr. Ângela do Valle  
Coorientador: Prof. Dr. Sérgio Castello  
Branco Nappi

Florianópolis

2011

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária  
da  
Universidade Federal de Santa Catarina

P436r Pereira, Natália Biscaglia

Restauero em coberturas com estruturas em madeira  
[dissertação] : influência da decisão de projeto na  
preservação do patrimônio cultural / Natália Biscaglia Pereira  
; orientadora, Ângela do Valle, co-orientador, Sérgio Castello  
Branco Nappi. - Florianópolis, SC, 2011

178 p. : il., quadros

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em  
Arquitetura e Urbanismo.

Inclui referências

1. Arquitetura. 2. Arquitetura - Conservação e restauração  
- Projetos. 3. Patrimonio historico. 4. Madeira - Estruturas.  
5. Cobertura - (Engenharia). I. Valle, Ângela do. II. Nappi,  
Sérgio Castello Branco. III. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e  
Urbanismo. IV. Título.

CDU 72





À minha querida vó Antonieta Biscaglia, precursora no seu tempo  
e eterna em nossos corações.



## AGRADECIMENTOS

*“A Felicidade só é verdadeira quando é compartilhada.”*

*Christopher Johnson McCandless*

Agradeço a Deus pela proteção do caminho,

Ao meu pai, José Maria Dias Pereira e minha mãe, Vera Lúcia Biscaglia, que são essenciais na minha vida, pelo amor e apoio fundamental, pela confiança em mim depositada,

Ao meu noivo Carlos Eduardo Weidlich pelo seu amor, companheirismo e dedicação, que superou a distância para o bem da minha formação,

À Professora Ângela do Valle e ao professor Sérgio Castello Branco Nappi por todo o aprendizado que me proporcionaram com a orientação da pesquisa e também pela gentileza, paciência, acolhimento e amizade,

Às amigas companheiras do PósARQ: Mariana Soares, Vanilde Rohling Ghizoni, Cláudia Vasquez, Roberta Bertoletti e em especial a Carolina Valente de Oliveira, a Carol, que além de vizinha se tornou uma grande amiga, companheira de todas as horas, além de me receber sempre tão bem em seu apartamento todas as vezes que precisei,

À família Weidlich, em especial a Denise e ao Luciano, pelo carinho, amparo e pela torcida de sempre,

Ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFSC, ao CNPQ e à CAPES, pela oportunidade e a bolsa de estudos concedida,

Ao GIEM (Grupo Interdisciplinar de Estudos da Madeira) pelo espaço e material de pesquisa cedido,

Ao Arquiteto Edison Alice da Secretaria do Patrimônio Histórico da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), pelo atendimento e pela gentileza de conceder o material para esta pesquisa,

Ao IPHAN-RS por disponibilizar material que colaborou para esta pesquisa,

Aos professores que aceitaram participar da banca avaliadora, proporcionando valiosas observações para o aprimoramento do trabalho,

E a todos que acreditaram e contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração deste trabalho,

Muito obrigada!





## RESUMO

As coberturas com estruturas em madeira são as mais usuais nos telhados das edificações pertencentes ao patrimônio histórico edificado. As técnicas construtivas antigas que eram empregadas, como o uso de ensabladuras e de algumas tipologias de tesouras, já não são mais conhecidas atualmente, o que prejudica o projeto e a execução de restauro destas estruturas, e evidencia, conseqüentemente, a importância da sua preservação como legado à gerações futuras. Por isso, as decisões envolvidas no projeto de restauração destas estruturas são uma peça chave para a salvaguarda do patrimônio cultural. Ao escolher a técnica de intervenção a ser empregada, o projetista deve estar ciente das conseqüências que esta escolha traz para a preservação do valor cultural do monumento. A técnica pode trazer prejuízos ou benefícios tanto na questão patrimonial do seu valor histórico e cultural, quanto na questão técnica, de durabilidade e segurança. Apesar de existirem manuais e cadernos técnicos importantes que se referem à restauração de estruturas de cobertura publicados por órgãos públicos como o IPHAN, não se encontram referências quanto ao efeito decorrente do emprego de cada técnica no âmbito do valor patrimonial. Desse modo, o objetivo da pesquisa é analisar, de maneira crítica e reflexiva, as soluções técnicas mais comumente adotadas por projetistas, no âmbito do restauro das coberturas em estruturas de madeira. Esta análise será fundamentada em princípios e recomendações dos principais documentos e cartas internacionais de preservação do patrimônio. Para ilustração e análise de algumas técnicas de restaurações será utilizado o estudo de caso da cobertura com estruturas em madeira da Faculdade de Agronomia pertencente ao conjunto arquitetônico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com a autoria de Manoel Itaquí, construída em 1910. Ao final da pesquisa, além do resultado da análise das técnicas de restauração mais comuns aplicadas em restaurações de coberturas com estruturas em madeira e, de modo específico, no estudo de caso, são recomendados alguns procedimentos gerais, que visam garantir a salvaguarda deste patrimônio, independente da técnica escolhida.

**Palavras-chave:** 1.Projeto de restauração, 2.Patrimônio Histórico, 3.Estruturas em madeira, 4.Coberturas, 5. Arquitetura.



## ABSTRACT

The wooden structures are most common on the roofs of historic buildings. The ancient building techniques that were employed such as the use of notched joints are no longer known today. This lack, affects the project and implementation of restoration of these structures, and demonstrates, therefore, the importance of its preservation as a legacy to future generations. As a result, the project decision to restore heritage structures is the key to safeguarding the cultural heritage. The designer should be aware of the consequences of choosing some intervention technique on the cultural value of the monument. The technique may harm or benefit such the patrimonial as the technical issue, preserving its historical and cultural value, durability and safety. Although there are important technical manuals and books that refer to the restoration of ancient roof structures published by government agencies such as IPHAN, there are not references about the consequences of applying each technique in the patrimonial value. Thus, these research objective is to analyze, critically and reflectively, the technical solutions most commonly adopted by designers on the restoration of the roofs in ancient wooden structures. This analysis will be based on principles and recommendations of the key documents and the charters of heritage preservation. The case study of the wooden roof belonged to the Faculty of Agronomy of The Federal University of Rio Grande do Sul, with the authorship of Manoel Itaquí, built in 1910, will be used for illustration and analysis of some restoration techniques. After the evaluation of restoration techniques most commonly applied to restoration of roofs with wooden structures and, specifically, in the case study, general procedures, are recommended in order to ensure the safeguarding of the heritage, independent of the technique applied.

**Keywords:** 1.Restoration project, 2.Heritage, 3. Timber Structures, 4. Roofs, 5. Architecture.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de tipologia de tesoura <i>Polonceau</i> .....	25
Figura 2 - Igreja de São Miguel das Missões, 2004 .....	42
Figura 3 - Igreja Santa Maria Novella, 2002 .....	42
Figura 4 - Casa da Neni, construída em 1910 .....	43
Figura 5 - Seção transversal de um tronco de árvore e direções de crescimento das fibras .....	44
Figura 6 - Deformações de peças de madeira afetadas conforme posicionamento dos anéis .....	50
Figura 7 - Ligação entre madeira e alvenaria com lâmina de material impermeável na zona de apoio .....	51
Figura 8 - Seção residual de ligações após 30 minutos de exposição ao fogo .....	54
Figura 9 - Ilustração de coberturas em águas .....	56
Figura 10 - Cúpula em construção da Catedral Metropolitana Madre de Deus Em Porto Alegre, 1972 .....	57
Figura 11 - Coberturas originadas do arco .....	57
Figura 12 - Ilustração de telha capa-e-canal .....	59
Figura 13 - Ilustração de telha capa-e-canal com medidas .....	60
Figura 14 - Telha francesa na faculdade de Agronomia-UFRGS .....	61
Figura 15 - Diferentes sistemas de caibros armados .....	62
Figura 16 - Tesoura clássica- elementos da estrutura .....	63
Figura 17 - Vista do desvão da Igreja de Rosário dos Pretos, RE .....	64
Figura 18 - Barras de ferro atirantadas para solucionar empuxo lateral nas paredes .....	65
Figura 19 - Ilustração dos elementos que compõem a estrutura principal do telhado com tipologia Polonceau .....	65
Figura 20 - Tipologia Polonceau com diagonais com uma (a) e três bielas(b) .....	66
Figura 21 - Telhado de mansarda .....	66
Figura 22 - Contraventamento simples entre vão de tesouras .....	67
Figura 23 - Rufo e calha de platibanda .....	67
Figura 24 - Calha de beiral ou moldura .....	68
Figura 25 - Função e evolução dos beirais .....	69
Figura 26 - Beiral de cachorrada .....	70
Figura 27 - Tipos de contrafeitos na arquitetura religiosa mineira .....	70
Figura 28 - Fotografia da Igreja de São José, SC .....	75
Figura 29 - Esquema que ilustra a etapa de inspeção .....	77

Figura 30 - Inspeção através de método não destrutivo tradicional com utilização do martelo de borracha.....	78
Figura 31 - Inspeção através de método não destrutivo tradicional.....	78
Figura 32 - Inspeção através de método não destrutivo não tradicional com utilização perfuração controlada.....	78
Figura 33 - Instrumentos usados para a prospecção na madeira.....	79
Figura 34 - Perspectiva fotorealística para auxílio de diagnóstico.....	80
Figura 35 - Espécies de madeira (a), classificação de danos de insignificante a muito grave (b) e problemas patológicos e medidas curativas(c).....	81
Figura 36 - Modelagem estrutural e vínculos.....	82
Figura 37 - Projeto de restauração de telhado do Chalé do Palácio do Barão do Rio Negra, Petrópolis, RJ.....	83
Figura 38 - Exemplo de projeto de restauro de estrutura de cobertura-Igreja de São José, SC.....	85
Figura 39 - Pontos Críticos das tesouras em madeira.....	108
Figura 40 - Esquema de tipos de técnicas de intervenção mais comuns e a divisão entre métodos tradicionais e contemporâneos.....	108
Figura 41 - Igreja Nossa Senhora do Carmo em Olinda e a preservação de algumas tesouras originais sem função estrutural.....	110
Figura 42 - Exemplo de substituição total em aço na cobertura da Faculdade de Agronomia, UFRGS.....	111
Figura 43 - Exemplo de substituição total em madeira na cobertura do Prédio Curtumes e Tanantes, UFRGS.....	112
Figura 44 - Exemplo de substituição total por vigas em concreto armado na cobertura da Igreja Espírito Santo, Recife.....	114
Figura 45 - Elemento metálico inserido em peça de madeira.....	116
Figura 46 - Substituição parcial em madeira de perna e escora em cobertura.....	117
Figura 47 - Exemplos de ensambladura tipo dente de cachorro.....	117
Figura 48 - Exemplos de ensambladuras horizontais para substituição parcial.....	117
Figura 49 - Aumento de seção com talas laterais.....	118
Figura 50- Aumento de seção com nova madeira pregada, aparafusada ou com barras rosqueadas.....	118
Figura 51 - Aumento de seção com talas laterais.....	118
Figura 52 - Reforço com adição de novos elementos.....	119
Figura 53 - Reforço com utilização de perfil metálico.....	120
Figura 54 - Reforço com utilização de perfil metálico.....	121
Figura 55 - Reforço de linha com utilização de tirantes.....	121

Figura 56 - Reforço com utilização de tirantes .....	121
Figura 57 - Selagem de fendas com preenchimento de resina epóxi .....	123
Figura 58 - Introdução de placas de FRP ou chapas metálicas seladas com cola epoxidica .....	123
Figura 59 - Prótese com nova peça de madeira e preenchimento de epóxido .....	125
Figura 60 - Prótese com nova peça de madeira, resina epóxi e lâmina de madeira .....	125
Figura 61 - Prótese com nova peça de madeira, resina epóxi e lâmina de madeira .....	125
Figura 62 - Ginásio Júlio de Castilhos .....	132
Figura 63 - Confeitaria Rocco .....	132
Figura 64 - Viaduto Otávio Rocha em 1950 .....	133
Figura 65 - O prédio em construção .....	133
Figura 66 - Foto em tricomia .....	134
Figura 67 - Em amarelo, a situação do prédio central do Instituto na Av. Bento Gonçalves .....	134
Figura 68 - Projeto do edifício pelo Eng. Manoel Itaqui .....	135
Figura 69 - Fachada Frontal, 1928 .....	135
Figura 70 - Plantas originais do projeto de Itaqui .....	137
Figura 71 - Planta baixa com acréscimo da zoologia .....	138
Figura 72 - Vidraças quebradas e sujidade na fachada frontal .....	139
Figura 73 - Instalações precárias e improvisadas .....	140
Figura 74 - Planta do térreo, com a definição das cinco alas .....	141
Figura 75 - Planta de cobertura com a definição das três tipologias divididas por alas .....	142
Figura 76 - Desenho gráfico da tesoura clássica utilizada no Instituto de Agronomia .....	143
Figura 77 - Desenho gráfico da tesoura <i>Polonceau</i> utilizada no Instituto de Agronomia .....	144
Figura 78 - Desenho gráfico da tesoura de Mansarda utilizada no Instituto de Agronomia .....	145
Figura 79 - Desenho gráfico da tesoura utilizada nas alas 1 e 5 antes do restauro iniciado em 2004 e depois do restauro .....	145
Figura 80 - Fotografia da tesoura utilizada nas alas 2 e 4 antes do restauro iniciado em 2004 e depois do restauro .....	147
Figura 81 - Fotografia da tesoura utilizada na ala central antes do restauro iniciado em 2004 e depois do restauro .....	148





## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Causas de problemas patológicos em construções em madeira.....	45
Quadro 02 - Classe de risco e agentes biodeterioradores.....	46
Quadro 03- Classes de umidade.....	47
Quadro 04 - Fungos apodrecedores.....	48
Quadro 05 - Tabela para execução da manutenção preventiva.....	90
Quadro 06 - Tabela para execução da manutenção preventiva.....	91
Quadro 07- Súmula de princípios e recomendações das Cartas Patrimoniais.....	101
Quadro 08 - Recomendações e princípios do ICOMOS.....	106
Quadro 09 - Critérios patrimoniais x técnicas de intervenção.....	126
Quadro 10- Princípios e Recomendações fundamentais conforme o ICOMOS e as Cartas Patrimoniais.....	150
Quadro 11-Tipologia A: análise de conformidade com documentos patrimoniais.....	151
Quadro 12- Tipologia B: análise de conformidade com documentos patrimoniais.....	152
Quadro 13- Tipologia C: análise de conformidade com documentos patrimoniais.....	153



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT**- Associação Brasileira de Normas técnicas  
**CIENTEC**- Centro integrado de ensino técnico  
**GIEM** - Grupo Interdisciplinar de Estudos da Madeira  
**ICCROM** - Centro Internacional para o Estudo da Preservação e Restauração dos Bens Culturais  
**ICOM** - Conselho Internacional de Museus  
**ICOMOS** - Conselho Internacional de Monumentos e Sítios  
**IPHAE**- Instituto do patrimônio histórico e artístico do estado do Rio Grande do Sul  
**IPHAN** - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional  
**ITERS**- Instituto tecnológico do Rio Grande do Sul  
**NBR**- Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas  
**ONU** - Organização das Nações Unidas  
**PósARQ** - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo  
**PVA**- Cloreto de polivinila  
**PVC**- Acetato de polivinila  
**SPH** - Secretaria do Patrimônio Histórico  
**UFRGS** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
**UFSC** - Universidade Federal de Santa Catarina  
**UNESCO** - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>23</b>
1.1	JUSTIFICATIVA	25
1.2	OBJETIVO GERAL	26
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
1.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	27
1.5	APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	28
<b>2.</b>	<b>PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO</b>	<b>31</b>
2.1	CONCEITOS PRINCIPAIS DA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO E DOCUMENTOS PATRIMONIAIS	31
2.2	A PRÁTICA DO RESTAURO: TEÓRICOS DA RESTAURAÇÃO	36
2.3	DOCUMENTOS DE PRESERVAÇÃO DE ESTRUTURAS HISTÓRICAS EM MADEIRA	38
<b>3.</b>	<b>COBERTURAS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA</b>	<b>41</b>
3.1	A MADEIRA	41
3.1.1	Uso da madeira como material de construção no Brasil	41
3.1.2	Propriedades da madeira e durabilidade natural	43
3.1.3	Problemas patológicos em construções em madeira	45
3.1.4	Sobre a umidade e secagem da madeira	50
3.2	MADEIRA EMPREGADA EM COBERTURAS COM ESTRUTURAS HISTÓRICAS	51
3.2.1	Problemas Construtivos e Estruturais	51
3.2.2	Resistência ao Fogo	54
3.3	A ESTRUTURA DE COBERTURA	55
3.3.1	Tipologias arquitetônicas de coberturas	55
3.3.2	Composição da cobertura	57
<b>4.</b>	<b>RESTAURAÇÃO EM COBERTURAS COM ESTRUTURAS EM MADEIRA</b>	<b>71</b>
4.1	NORMAS, MANUAIS TÉCNICOS E PRESERVAÇÃO	71
4.2	PROCEDIMENTOS EM OBRA DE RESTAURAÇÃO DE COBERTURAS COM ESTRUTURAS EM MADEIRA	73
4.2.1	Procedimentos preliminares	73
4.2.2	Procedimentos em obra	86
4.2.3	Procedimentos posteriores	88
<b>5.</b>	<b>CRITÉRIOS PATRIMONIAIS X TÉCNICAS DE INTERVENÇÃO</b>	<b>93</b>
5.1	SÍNTESE DE CRITÉRIOS DE INTERVENÇÃO	93
5.1.1	Critérios patrimoniais: teóricos e técnicos	93
5.2	TÉCNICAS DE INTERVENÇÃO E CONSEQUÊNCIAS PATRIMONIAIS	106
5.2.1	Substituição total	109
5.2.1.1	Aço	111

5.2.1.2	Madeira .....	112
5.2.1.3	Outros .....	123
<b>5.2.2</b>	<b>Substituição parcial</b> .....	<b>115</b>
5.2.2.1	Aço .....	115
5.2.2.2	Madeira .....	116
<b>5.2.3</b>	<b>Reforço em madeira</b> .....	<b>118</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Reforço em aço</b> .....	<b>120</b>
<b>5.2.5</b>	<b>Outros tipos de reforços</b> .....	<b>123</b>
5.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO E CRITÉRIOS .....	126
<b>6.</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>131</b>
6.1	O ENGENHEIRO-ARQUITETO MANOEL ITAQUI .....	131
6.2	FACULDADE DE AGRONOMIA- PRÉDIO CENTRAL .....	133
<b>6.2.1</b>	<b>Aspectos históricos, localização e descrição construtiva</b> .....	<b>133</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Histórico de intervenções gerais</b> .....	<b>137</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Tipologia da estrutura de cobertura</b> .....	<b>142</b>
<b>6.2.4</b>	<b>Intervenções realizadas na cobertura</b> .....	<b>145</b>
<b>6.2.5</b>	<b>Avaliação da intervenção na estrutura de cobertura em madeira segundo critérios patrimoniais</b> .....	<b>149</b>
6.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE INTERVENÇÕES NAS ESTRUTURAS DE COBERTURA NA FACULDADE DE AGRONOMIA .....	154
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>159</b>
7.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	161
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>163</b>
	<b>ANEXO A</b> .....	<b>173</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A importância da preservação do patrimônio, atualmente é, cada vez mais, compreendida. Ao longo de décadas, muito se discutiu sobre o significado exato da palavra “patrimônio”, sobretudo nas *Cartas Patrimoniais*, documentos resultantes de conferências com especialistas sobre o tema.

Desde 1972<sup>1</sup>, a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura) abrange, como “patrimônio cultural”, os monumentos, os conjuntos e os lugares notáveis. No que tange o patrimônio cultural brasileiro, a constituição federal de 1988 compreende os bens de natureza material e imaterial, isolados ou em conjunto, que indicam referências à identidade, à ação e à memória dos diversos grupos formadores da sociedade.

Dentre este universo, o presente estudo foca-se nos patrimônios culturais edificados, ou seja, nos bens culturais imóveis, que consistem nos monumentos formados por obras arquitetônicas.

Nos dias de hoje, compreende-se que os valores, sejam eles, culturais, históricos, arquitetônicos, estéticos, artísticos, arqueológicos, científicos, etnológicos ou antropológicos, que um bem edificado pode ter, são fundamentais para o testemunho de uma geração passada e, para o conhecimento, a gerações futuras.

Os bens culturais imóveis, além destes valores citados, apresentam valor de uso. Por isso, a conservação destes bens é realizada de maneira mais complexa, tendo o ideal de conservar os valores patrimoniais ao mesmo tempo em que necessita adaptar a edificação, muitas vezes, a um novo uso. É nesta hora que a decisão de projeto de restauração tem influência direta na preservação do patrimônio.

Um dos elementos críticos das obras de restauração é a estrutura de cobertura. A sua conservação é fundamental para a estabilidade e a manutenção do corpo edificado, ao afastar as intempéries e para a garantia da própria segurança e da integridade física de seus usuários. Além disso, a estrutura de cobertura deve ser considerada como parte integrante do patrimônio cultural.

As coberturas que possuem estruturas em madeira são as mais usuais nos telhados das edificações pertencentes ao patrimônio brasileiro. As técnicas construtivas antigas que eram empregadas, como

---

<sup>1</sup> Carta de Restauo do governo da Itália- Ministério da Instrução Pública- 6 de abril de 1972.

o uso de ensambladuras e de algumas tipologias de tesouras, já não são mais praticadas atualmente, o que prejudica o projeto e a execução de restauro destas estruturas, e evidencia, conseqüentemente, a importância da sua preservação como legado às gerações futuras.

Em função de desempenharem um papel tão importante, e por possuírem difícil acesso à manutenção, as estruturas de cobertura são, em muitos casos, os primeiros elementos a serem restaurados. Quando a ação de intervenção é urgente, como acontece em muitos casos nestas estruturas, há o perigo da improvisação em função da falta de tempo adequado para o projeto e a execução da intervenção. Por isso, a decisão de projeto de restauração destas estruturas é uma peça chave para a salvaguarda do patrimônio cultural. Ao escolher a técnica de intervenção a ser empregada, o projetista deve estar ciente das conseqüências que esta escolha traz para o valor cultural do monumento. A técnica pode trazer prejuízos ou benefícios tanto na questão patrimonial do seu valor histórico e cultural, quanto na questão técnica, de durabilidade e segurança. Apesar de existirem manuais e cadernos técnicos importantes que se referem à restauração de estruturas de cobertura publicados por órgãos públicos como o IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional), não se encontram referências quanto às conseqüências do emprego de cada técnica no âmbito do valor patrimonial.

Desse modo, a temática da pesquisa insere-se no âmbito do restauro das coberturas em estruturas de madeira, analisando de maneira crítica e reflexiva as soluções técnicas mais comumente adotadas por projetistas. Esta análise será baseada em princípios e recomendações dos principais documentos e cartas internacionais de preservação do patrimônio. Para ilustração de algumas técnicas de restaurações, será utilizado o estudo de caso da cobertura com estruturas em madeira da Faculdade de Agronomia, pertencente ao conjunto arquitetônico da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), com a autoria de Manoel Itaqui, construída em 1910.

A escolha deste exemplo foi feita pela singularidade das estruturas de cobertura, que utilizou a tesoura *Polonceau* mista (vide fig. 1), a mansarda com lanternim e a tesoura clássica ou romana.



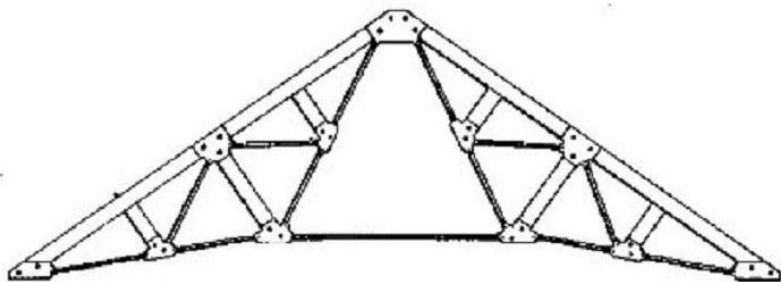


Figura 1-Exemplo de tipologia de tesoura Polonceau.  
Fonte: Equipe Profissional Salesiana (1977)- tecnologia de La madera.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

É de fundamental importância para a preservação de uma edificação histórica evitar-se a umidade por infiltração de águas pluviais, que pode ser a causa de vários problemas patológicos em elementos construtivos e, inclusive, prejudicar a estabilidade de uma edificação. Desse modo, para evitar tais problemas, é preciso que a cobertura seja bem conservada.

Além da importância da conservação da estrutura da cobertura com finalidade de não prejudicar a edificação, a estrutura da cobertura também precisa ser conservada como parte integrante do patrimônio cultural. A deterioração ao longo dos anos em uma edificação é inevitável, mas quando se trata de edificações de valor patrimonial é preciso protegê-las da melhor e mais adequada forma possível. Desse modo, é importante estudar técnicas adequadas para qualquer procedimento de intervenção nas estruturas de cobertura, para que seja assegurada sua integridade como patrimônio histórico.

Aspectos críticos de obras de restauração foram relatados pelo Arq. Edgar Bittencourt da Luz, responsável, por aproximadamente 65 restauros no Estado do Rio Grande do Sul. Tais aspectos são<sup>2</sup>:

- a) estado emergencial das edificações, que necessitam de intervenções de urgência e o perigo da improvisação;
- b) condições econômicas, que limitam uma perfeita intervenção;
- c) tempo de execução de uma obra de restauração, que é superior ao tempo de execução de uma obra comum;
- d) falta de projetos técnicos de intervenções;

---

<sup>2</sup> Débora Regina Magalhães da Costa, Aspectos críticos em obras de restauração arquitetônica no Estado: a experiência do arquiteto Edgar Bittencourt da Luz, p. 110

- e) projetos técnicos inadequados;
- f) orçamentos inadequados;
- g) falta de fiscalização de obras;
- h) falta de apoio científico e tecnológico.

Em uma entrevista realizada com o arquiteto Analino Zorzi<sup>3</sup>, que possui a empresa Kroma, atuante em diversas restaurações no Estado do RS, inclusive na intervenção da cúpula da Catedral Metropolitana de Porto Alegre, há a menção da cobertura como um dos elementos mais sujeitos à deterioração em edificações históricas- isto ocorre tanto nas estruturas de madeira, quanto no telhamento, em função de que os acessos a estes componentes são difíceis e não ficam visíveis.

Os aspectos levantados pelos arquitetos Edgar Bittencourt da Luz e Analino Zorzi legitimam a importância do tema proposto, no sentido de servir como apoio científico a restauradores na elaboração de projetos técnicos adequados e auxiliar na tomada de decisão frente a uma situação de restauro de uma estrutura em madeira.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Contribuir para a atividade dos profissionais responsáveis pela preservação do patrimônio, a partir da síntese dos critérios de intervenção expostos nas cartas e nos documentos patrimoniais nacionais e internacionais, evidenciando as consequências ao optar-se por diferentes técnicas de restauração de estruturas de coberturas em madeira.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) identificar e analisar as etapas que englobam a ação de intervenção em coberturas, com a exposição dos procedimentos a serem seguidos, conforme os principais manuais e cadernos técnicos de referência sobre o assunto;
- b) elaborar uma súmula sobre os princípios teóricos e técnicos defendidos pelas principais cartas e documentos patrimoniais;
- c) apresentar as técnicas de intervenção mais recorrentes e fazer uma análise crítica e reflexiva sobre cada técnica, sob o ponto de vista dos princípios teóricos e técnicos da preservação do patrimônio sintetizados;

---

<sup>3</sup> Entrevista realizada em 22/04/2010 pela autora, em seu escritório da Kroma – Incorporação e Construções Ltda.

d) analisar as intervenções ocorridas nas coberturas com estruturas em madeira no estudo de caso selecionado do Eng<sup>o</sup> Arq<sup>o</sup>. Manoel Itaquí, segundo os critérios teóricos e técnicos de preservação do patrimônio edificado.

#### 1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

##### a) Fundamentação teórica

Para desenvolver o trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os princípios, os procedimentos e as etapas recomendadas para intervenções em edificações históricas, contidos nas teorias de restauração, nas Cartas Patrimoniais, textos históricos e publicações. Foram pesquisadas em publicações, manuais e cadernos técnicos do IPHAN as técnicas de intervenção mais recorrentes; Investigou-se o material madeira acerca das suas características e sobre as tipologias de coberturas antigas;

##### b) Pesquisa de campo e documental

Foi selecionado um estudo de caso, a Faculdade de Agronomia da UFRGS, por se tratar de uma edificação histórica importante, com três tipologias de estrutura de cobertura, sendo duas bastante singulares: a mansarda e a tesoura *Polonceau*, construídas em 1910 pelo engenheiro-arquiteto Manoel Itaquí, em Porto Alegre.

Por meio da busca de informações e entrevistas, principalmente junto à Secretaria do Patrimônio Histórico da UFRGS (SPH) e ao IPHAN, foi realizada a pesquisa documental da edificação selecionada para análise das técnicas de restauro aplicadas nas coberturas com estruturas em madeira. Foram realizadas visita e coleta de material de pesquisa sobre a obra, quando disponível, no que tange a:

- dados sobre a construção e sua história;
- origem e influência do projetista Manuel Itaquí;
- desenhos, projetos das edificações e ilustrações;
- levantamento fotográfico do interior e exterior da obra;
- dados da restauração das estruturas de cobertura do estudo de caso, profissional responsável, fotografias, registros, documentos, levantamentos e projetos realizados.

##### c) Resultados e análise

Foram sugeridos procedimentos recomendados para ação de restauro das estruturas de cobertura em madeira: procedimentos preliminares, procedimentos a serem executados durante a intervenção e procedimentos posteriores;

Foram descritos e sintetizados os principais princípios recomendados nos documentos patrimoniais, tanto os de caráter teórico quanto os de caráter técnico;

Após o desenvolvimento da pesquisa bibliográfica, foi feita a análise crítica e reflexiva sobre as principais técnicas de intervenção em coberturas com estruturas em madeira encontradas nas publicações, confrontando com os princípios patrimoniais teóricos e técnicos descritos e compilados anteriormente;

Por último, foram analisadas as intervenções ocorridas nas coberturas com estruturas em madeira no estudo de caso selecionado, segundo a análise crítica realizada primeiramente, acerca das técnicas de intervenção e suas consequências na preservação do patrimônio;

#### d) Conclusões

Depois das análises, chegou-se a conclusão do trabalho, onde são recomendados alguns procedimentos gerais que visam garantir a salvaguarda das estruturas de cobertura pertencentes a edificações históricas e sugeriram-se possíveis temas e questões de interesse a trabalhos futuros.

## 1.5 APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O **capítulo 1, Introdução**, aborda a temática da pesquisa, possuindo justificativa, objetivos e os procedimentos metodológicos utilizados.

O **capítulo 2, Preservação do Patrimônio**, dá início à fundamentação teórica da pesquisa e refere-se brevemente aos conceitos fundamentais e documentos, cartas e principais teóricos do patrimônio, abrangendo a evolução do conceito de restauração. Após, aponta alguns pontos principais relacionados à pesquisa das documentações relativas à preservação de estruturas históricas em madeira, que servirão como fundamento para a análise a ser feita, posteriormente, no capítulo 5.

O **capítulo 3, Coberturas em estruturas de madeira**, dispõe o histórico do uso da madeira em construções no Brasil, as propriedades e a durabilidade natural do material madeira, problemas patológicos e o uso da madeira em estruturas históricas. Aborda, por fim, as variações arquitetônicas de tipologias e a composição da cobertura.

No **capítulo 4, Restauração em coberturas com estrutura de madeira**, são dispostos os procedimentos em obra de restauração das coberturas com estruturas em madeira, o que inclui procedimentos preliminares, os procedimentos em obra e os procedimentos que

sucedem a ação de intervenção, com a apresentação dos processos a serem seguidos, conforme os manuais e guias de referência existentes sobre o assunto.

**O capítulo 5, Conjunto de princípios para a tomada de decisão no restauro de estrutura de madeira em coberturas,** inicialmente apresenta os critérios internacionais de preservação do patrimônio edificado e a adequação técnica conforme recomendações do ICOMOS (Conselho Internacional de Monumentos e Sítios). É neste capítulo que há a exposição das mais recorrentes técnicas de intervenção em coberturas com estruturas em madeira. Após, confronta as principais técnicas de intervenção com os critérios patrimoniais sintetizados inicialmente, de modo analítico e reflexivo, sobre as consequências do emprego de cada técnica, com prejuízo ou benefício da preservação do patrimônio.

**O capítulo 6, Estudo de caso,** apresenta a importância do engenheiro-arquiteto Manoel Itaquí, autor da obra em estudo. A edificação em estudo é introduzida e são abordados aspectos históricos, localização, descrição construtiva, o histórico de intervenções gerais na edificação, a tipologia da estrutura de cobertura e, por último, as intervenções realizadas na cobertura. Dispõe a análise crítica das intervenções realizadas na cobertura do estudo de caso, produzindo um exame reflexivo, tendo como subsídio os critérios patrimoniais e técnicos apresentados no capítulo 5.

**O capítulo 7, Conclusões,** apresenta os resultados da pesquisa, com recomendações a trabalhos futuros.



## 2 PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO

### 2.1 CONCEITOS PRINCIPAIS DA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO E DOCUMENTOS PATRIMONIAIS

Inicialmente, deve-se definir sumariamente alguns conceitos básicos utilizados na área da preservação do patrimônio histórico, na qual se insere a prática da restauração, tema geral desta pesquisa.<sup>4</sup>

Ignasi de Sola e Morales Rubió (2008) escrevem em seu artigo “Do contraste à analogia: novos desdobramentos do conceito de intervenção arquitetônica”, que a relação entre uma nova intervenção e a arquitetura já existente é um fenômeno que muda conforme os valores culturais atribuídos tanto ao significado da arquitetura histórica quanto às intenções da nova intervenção. Desse modo, é errado formular uma doutrina permanente de como proceder em uma intervenção arquitetônica. Somente caso a caso dever-se-ia compreender os conceitos que fundamentam a ação, distinguindo as características que estas relações assumiram no decorrer do tempo.

É importante destacar que os conceitos aqui apresentados possuem variações de interpretação da sua definição. Os significados apresentados aqui servirão como apoio para o desenvolvimento desta pesquisa.

O conceito de **Patrimônio** passou por transformações. Do período transcorrido da carta de Atenas (1931) à conferência mundial do ICOMOS do México (1985), o conceito que apenas englobava monumentos e bens materiais, passou a incluir os bens imateriais da humanidade, ou seja, valores, línguas, crenças, ritos (DOBERSTEIN, 2008).

A inclusão dos bens imateriais ou intangíveis como pertencentes ao patrimônio cultural procura garantir a identidade e continuidade de um povo, de acordo com os valores dos indivíduos, grupos ou comunidades, e está em constante transformação. A importância da sua salvaguarda depende não somente da preservação de objetos, mas também do registro do saber técnico. O Decreto brasileiro nº 3.551 de 4 de agosto de 2000 intitula quatro publicações para apoiar o patrimônio

---

<sup>4</sup> Em particular, o conceito de restauração será abordado no próximo subitem, juntamente com os teóricos e as cartas patrimoniais, em função de que a sua conceituação passou por grandes mudanças desde do Renascimento Italiano.

imaterial, divididos nos livros : Registro dos Saberes, Registro das Celebrações, Registro das Formas de Expressão e Registro dos Lugares.

**Patrimônio Cultural** designa um monumento, conjunto de edifícios ou sítios de valor histórico, estético, arqueológico, científico, etnológico e antropológico (UNESCO). Segundo a conferência geral da Organização das Nações Unidas para a educação, ciência e cultura, reunida em Paris em 1972, o patrimônio cultural podem ser subdivididos em:

1. Os monumentos<sup>5</sup>: obras arquitetônicas, trabalhos de escultura e pintura monumentais, elementos ou estruturas de natureza arqueológica, inscrições, habitações rupestres e combinações de estilos, que sejam de valor universal incalculável do ponto de vista da história, da arte ou da ciência;
2. Os conjuntos: grupos de edifícios, separados ou contíguos, que devido à sua arquitetura, homogeneidade e situação na paisagem sejam de um valor universal incalculável do ponto de vista histórico, artístico ou científico;
3. Os lugares notáveis: obras efetuadas pela mão do Homem ou obras conjugadas do Homem e da Natureza e zonas, incluindo sítios arqueológicos, que sejam de valor universal incalculável do ponto de vista histórico, estético, etnológico ou antropológico.

A constituição federal brasileira do ano de 1988 abrange como **patrimônio cultural brasileiro** os bens de natureza material e imaterial, isolados ou em conjunto, que apontam referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

- I- As formas de expressão;
- II- Os modos de criar, fazer e viver;
- III- As criações científicas, artísticas e tecnológicas;
- IV- As obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;
- V- Os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

---

<sup>5</sup> 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 evolução significativa ou de um acontecimento histórico. Estende-se não só a grandes criações, mas também às obras modestas, que tenham adquirido, com o tempo, uma significação cultural. (Art. 1 da Carta de Veneza, 1964)



“O poder público com a colaboração da comunidade, promoverá e protegerá o patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação, e de outras formas de acautelamento e preservação”.

A palavra **tombamento** é originária da Torre do Tombo, em Lisboa, local onde todos os assentamentos públicos do reino de Ultramar eram registrados em livros oficiais. Define-se como instrumento posto à disposição do poder público para a efetiva proteção do patrimônio cultural e natural de um país. O país, o estado, o município ou uma pessoa física podem requerer o tombamento de um patrimônio cultural. Após passar por um processo administrativo nos órgãos competentes, o patrimônio é inscrito em um dos livros tomo.

Segundo o decreto-lei 25 de 1937 - artigo 17, “as coisas tombadas não poderão, em caso nenhum, ser destruídas, demolidas ou mutiladas, nem, sem prévia autorização especial do serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, ser reparadas, pintadas ou restauradas sob pena de multa de cinquenta por cento do dano causado”.

Um potente instrumento de valorização da proteção ao patrimônio mundial surgiu ao final da Segunda Guerra Mundial, com a criação da Organização das Nações Unidas (ONU) com fins de promover a paz entre as nações. Como membro dela, a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) foi fundada com o intuito de desenvolver o conhecimento entre as nações, com respeito às culturas e ao modo de vida de cada povo. Dentre as ações propostas pela UNESCO, as noções de preservação do patrimônio cultural e natural fazem parte das políticas fundamentais do órgão que adquiriu força e coesão no decorrer do século XX com a criação de órgãos como o ICOMOS (Conselho Internacional de Monumentos e Sítios), o ICOM (Conselho Internacional de Museus) e o ICCROM (Centro Internacional para o Estudo da Preservação e Restauração dos Bens Culturais).

Com reuniões em comitês e assembleias promovidas por estes órgãos, em várias regiões do mundo, muitas vezes com caráter sintomático<sup>6</sup> surgiram as Cartas patrimoniais, documentos que traçam recomendações e diretrizes sobre procedimentos de preservação do patrimônio.

---

<sup>6</sup> Froner (2001) afirma que é sintomático, porque os agentes culturais envolvidos com a preservação de bens patrimoniais têm o hábito de se reunir e definir propostas quando assolados por catástrofes, como no caso da Carta de Atenas (1931) e da Carta de Veneza (1964).

Em função da grande quantidade de cartas, focam-se aqui as mais significativas para o tema da pesquisa e aos conceitos principais da preservação do patrimônio.

A Carta de Atenas (1931), resultado da 1ª conferência internacional sobre os monumentos históricos, tem como princípio geral o abandono as reconstituições integrais, evitando seus riscos, adotando uma manutenção regular e permanente, apropriada para assegurar a conservação do edifício. Ela aborda legislação, a valorização e a deterioração dos monumentos históricos, os materiais de restauração e técnicas de conservação.

A Carta de Veneza (1964) foi preconizada a partir dos debates entre teóricos do chamado restauro crítico, dos quais o italiano Cesare Brandi foi o principal membro. Os artigos resultantes destes debates foram aprovados e adotados pelo ICOMOS e servem como uma importante referência aos restauradores até hoje. Enfoca-se nesta Carta a questão da autenticidade, com respeito a matéria original, admite o emprego de técnicas modernas com comprovada eficácia científica e prática, prega o respeito histórico a todas as fases do monumento e ressalta a importância da produção de documentação precisa sobre as intervenções realizadas e a sua disponibilização à pesquisadores.

Na Carta do Restauro (1972) divulgada pelo Ministério da Instrução Pública do governo da Itália, estão dispostas instruções sobre a prática de restaurações arquitetônicas, pictóricas e escultóricas, de pinturas murais e sobre a tutela dos centros históricos.

A Carta de Burra (1980) escrita pelo ICOMOS afere recomendações sobre a conservação de lugares de significado cultural. No primeiro artigo desta Carta, percebe-se claramente a intenção de padronizar as terminologias utilizadas em projetos de conservação de sítios, monumentos e áreas históricas. De acordo com as definições desta Carta, **preservação** é a manutenção no estado da substância de um bem e a desaceleração do processo pelo qual ele se degrada. Conforme o Art. 12, a preservação se limita à proteção, à manutenção e à eventual estabilização da substância existente. Não poderão ser admitidas técnicas de estabilização que destruam a significação cultural do bem.

Entre as ações possíveis para a salvaguarda destes bens culturais, segundo a Carta de Burra, estão:

- 1) **Conservação:** designa os cuidados a serem dispensados a um bem para preservar-lhe as características que apresentem uma significação cultural. De acordo com as circunstâncias, a conservação implicará ou não a preservação ou a restauração,

além da manutenção; ela poderá, igualmente, compreender obras mínimas de reconstrução ou adaptação que atendam às necessidades e exigências práticas.

- a. **Manutenção:** designa a proteção contínua da substância, do conteúdo e do entorno de um bem e não deve ser confundido com o termo reparação. A reparação implica a restauração e a reconstrução e assim, será considerada.
- b. **Restauração:** restabelecimento da substância de um bem e a desaceleração do processo pelo qual ele se degrada<sup>7</sup>.

Mais recente, a Carta de Cracóvia (2000) que institui princípios para a conservação e o restauro do patrimônio construído reafirma que a conservação pode ser realizada mediante diferentes formas de intervenção, tais como o controle do meio ambiental, a manutenção, a reparação, o restauro, a renovação e a reabilitação. Devem ser evitadas reconstruções de partes significativas de um edifício, baseadas no que os responsáveis julgam ser o seu “verdadeiro estilo”.

Segundo Cunha (2010), paralelamente à instalação do *Programa Monumenta* (2000), assiste-se no Brasil uma multiplicação dos nomes e métodos de Intervenção operados sobre os edifícios e sítios urbanos históricos. São as *re-arquiteturas*, **revitalização**, **reciclagem**, **renovação**, **reabilitação**, **retrofit**, entre outros. “Todas estas ações superpõem os interesses econômicos àqueles de natureza verdadeiramente cultural, agindo de modo irrefletido e pouco comprometido com as características físicas do bem cultural, deslocando por completo os objetivos de um verdadeiro restauro” (CUNHA, 2010, p.158).

Como estes conceitos muitas vezes se fundem, tratar-se-á aqui somente o conceito de **reabilitação**, mais genérico e que pode englobar os demais termos referidos. Sobre reabilitação denomina-se o conjunto de técnicas destinado a aumentar os níveis de qualidade de um edifício, para atender a exigências funcionais mais severas do que aquelas para as quais foi concebido, que deve ser adotado para adaptar o edifício a uma utilização diferente daquela para a qual foi concebido ou apenas torná-lo utilizável de acordo com padrões atuais.

Indiscutivelmente as cartas patrimoniais servem de fonte imprescindível como guia de orientação aos profissionais da preservação

---

<sup>7</sup> Versara-se à parte e detalhadamente sobre a evolução do conceito de restauração no próximo capítulo desta dissertação, pela sua significativa importância no tema da pesquisa.

do patrimônio, mas, ao não especificar em pormenores as ações e tratamentos a ser realizados em cada caso, cabe aos profissionais decidirem a melhor escolha a ser feita, de modo singular, priorizando o respeito à memória. Em função desta subjetividade, é importante analisar intervenções realizadas, as quais podem seguir as recomendações das cartas patrimoniais, mas, nem por isso, garantem a total salvaguarda de um patrimônio.

## 2.2 A PRÁTICA DO RESTAURO: TEÓRICOS DA RESTAURAÇÃO

A origem da prática da restauração, no conceito que hoje se conhece, é bastante discutida. O consenso maior entre vários estudiosos do tema sugere que ela tenha iniciado de forma mais consistente no século XVIII e que tenha se fixado como campo disciplinar autônomo entre o final do século XIX e o início do século XX (CUNHA, 2010).

Kühl (1998) alega que foi no período do Renascimento que se percebe a valorização das construções do passado, principalmente da Antiguidade Clássica. Passam a estudar profundamente estas edificações, além de produzirem levantamentos sobre estas construções antigas.

Durante o renascimento, o italiano construtor e teórico Leon Battista Alberti (1404-1472) foi convidado pelo papa Nicolau V a participar desde o princípio sobre as reflexões complexas sobre a restauração de São Pedro, que ameaçava ruína. Em *De re aedificatoria libri decem*, Alberti intitula o 10º livro da coleção como *Operum instauratio* (Restauro das Obras), onde trata das técnicas de conservação dos edifícios existentes (EVERS et. al. 2006).

A partir do século XVIII, notava-se no mundo uma onda de interesse aos prédios medievais. Influenciados pelos eventos sociais, políticos e econômicos do Iluminismo, da Revolução Industrial e da Revolução Francesa, a restauração se firmava como ciência. Entre 1740 e 1800 o gosto por arqueologia, história e o oriente prepararam a base para o ecletismo e a arquitetura historicista com os *revivals*: neo-renascença, neo-românico, neo-gótico, neo-bizantino, entre outros. Neste universo arquitetônico, em meados de 1840 na França, o arquiteto **Eugène Emmanuel Viollet-le-duc** (1814-1879) fez numerosas restaurações. Foi um dos primeiros teóricos da preservação do patrimônio, integrando a Comissão para monumentos históricos do país.

Defendia a reconstituição estilística, uma reformulação ideal do projeto a partir do que teria sido feito, buscando a pureza do estilo.

“Restauração, s.f. A palavra e o assunto são modernos. Restaurar um edifício não é mantê-lo, repará-lo ou refazê-lo, é restabelecê-lo em um estado completo que pode não ter existido nunca em um dado momento”. (VIOLLET-LE-DUC, 2000, p.17).

Apesar de criticado pelas intervenções consideradas incisivas pela busca do estilo puro, Viollet-le-Duc contribuiu para o estudo das técnicas construtivas e das estratégias de composição ao longo do tempo, conferindo uma postura científica e racional no processo de restauro.

**John Ruskin** (1819-1900) se opunha à Viollet-le-Duc, pregava um respeito absoluto pela matéria original, levando em conta as transformações que haviam ocorrido ao longo do tempo com a obra. Ruskin defendia que só a conservação contra as degradações do tempo seria aceita.

**Camilo Boito** (1836- 1914) foi defensor do restauro moderno, legitimou sua teoria tendo a base de que teria que se evitar o falso histórico e também a destruição das edificações. Acréscimos e renovações deveriam ser evitados, quando necessários deveriam ser diferentes do original, mas de uma forma harmoniosa com o conjunto. Criou uma corrente científica baseada nas suas recomendações. Foi o autor da primeira carta de restauração da Itália, resultado do Congresso de Engenheiros e Arquitetos Italianos em Roma, no ano de 1883, que passa a ser incorporada à Lei Italiana de 1909. Segundo Boito (2002), os complementos de partes deterioradas ou faltantes deveriam, mesmo se seguissem de forma primitiva, ser de material diverso ou ter incisa a data de sua restauração ou, ainda, no caso das restaurações arqueológicas, ter formas simplificadas.

Dois princípios sintetizam seu pensamento, “É necessário fazer o impossível, é necessário fazer milagres para conservar no monumento o seu velho aspecto artístico e pitoresco”. (BOITO, 2002, p.60). “É necessário que os complementos, se indispensáveis, e as adições, se não podem ser evitadas, demonstrem não ser obras antigas, mas obras de hoje”. (BOITO, 2002, p.60).

O italiano **Cesare Brandi** (1906-1988) no seu livro Teoria da Restauração, editado pela primeira vez em 1963, aponta para um restauro crítico, onde a intervenção deve ser sempre reconhecível, sem romper com a unidade que se pretende reconstruir (proporcional à distância do observador). Os princípios defendidos em seu livro

influenciaram a elaboração da Carta de Restauo Italiana de 1972. Ele recomenda a reversibilidade, que qualquer restauração facilite as eventuais intervenções futuras e que as remoções sejam sempre justificadas. Para Brandi, o restaurador deve ter sólida formação arquitetônica e histórico/crítica, analisando cada caso de restauração singularmente. Como conceito de restauração, Brandi define,

“A restauração constitui o momento metodológico do reconhecimento da obra de arte, na sua consistência física e na sua dúplici polaridade estética e histórica, com vistas à sua transmissão para o futuro” (BRANDI, 2004, p.30). A passagem do tempo da obra, com as marcas de cada período e fase devem ser respeitadas, e sobre isto Brandi afirma,

A restauração deve visar ao restabelecimento da unidade potencial da obra de arte, desde que isso seja possível sem cometer um falso artístico ou um falso histórico, e sem cancelar nenhum traço da passagem da obra no tempo (BRANDI, 2004, p.33).

Atualmente, o manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural do Ministério da Cultura (2005) define **Restauração** como o conjunto de operações destinadas a restabelecer a unidade da edificação, relativa à concepção original ou de intervenções significativas na sua história. O Restauo deve ser baseado em análises e levantamentos inquestionáveis e a execução permitir a distinção entre o original e a intervenção. A restauração constitui o tipo de conservação que requer o maior numero de ações especializadas.

## 2.3 DOCUMENTOS DE PRESERVAÇÃO DE ESTRUTURAS HISTÓRICAS EM MADEIRA

Durante a 12ª assembleia geral no México, em 1999, o ICOMOS define os “Princípios para a preservação de estruturas históricas em madeira”. Este documento servirá de embasamento para a posterior análise das intervenções realizadas na cobertura histórica com estruturas em madeira no estudo de caso.

Um dos princípios citados por este documento é reconhecer a crescente escassez de estruturas históricas em madeira, em consequência da sua vulnerabilidade, da sua má utilização e da perda das competências e de conhecimentos sobre o projeto e sobre a tecnologia de construções tradicionais. Sem dúvida observa-se atualmente a carência de estruturas históricas em madeira, devido à falta de mão de

obra especializada em edificações históricas. Tinoco (2007), por exemplo, observa que os antigos telhados das edificações de valor cultural de origem arquitetônica luso-brasileira, localizados nas principais cidades do nordeste brasileiro, desde 1970, têm sido muito descaracterizados, devido às perdas dos materiais, técnicas e sistemas construtivos tradicionais, decorrente da ignorância do modo de fazer dos artesãos do passado.

Quanto às intervenções, o documento afirma que devem ser baseadas em estudos e avaliações adequadas. Os problemas devem ser resolvidos de acordo com condições e necessidades relevantes, com o devido respeito pelos valores estético e histórico, e pela integridade física da estrutura ou do sítio histórico. Preferencialmente deverá utilizar meios tradicionais; ser reversível se for tecnicamente possível; ou pelo menos não prejudicar, ou impedir, futuros trabalhos de preservação quando estes se tornarem necessários; e não inviabilizar a possibilidade de acesso futuro às evidências incorporadas na estrutura.

Declara que o objetivo do restauro é conservar a estrutura histórica e as suas funções resistentes, bem como revelar os seus valores culturais pelo melhoramento da legibilidade da sua integridade histórica, do seu estado e do seu projeto inicial, dentro dos limites das evidências materiais históricas existentes. Os membros e os outros componentes removidos da estrutura histórica devem ser catalogados e, como parte da documentação, devem ser conservadas amostras características em armazenamento permanente.

No que se trata de inspeção, registro e documentação, antes de qualquer intervenção a condição da estrutura e de seus componentes deve ser cuidadosamente registrada, assim como os materiais utilizados nos tratamentos, incluindo as razões específicas para a escolha dos materiais e métodos utilizados nos trabalhos de preservação. Deve ser feito um diagnóstico profundo da condição e das causas da degradação e ruína estrutural, com baseamento em evidências documentais, inspeções físicas e análises e, se necessário, medição das condições físicas e uso de métodos não destrutivos. Este diagnóstico aprofundado não impede a prática de intervenções menores e emergenciais.

O documento **“Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico”** aprovado pelo comitê do ICOMOS, na reunião de Paris em 2001, também elenca uma série de princípios e diretrizes fundamentais que devem ser respeitados no âmbito das ações no patrimônio construído. Entre os critérios gerais, destaca que a peculiaridade das estruturas do patrimônio, com sua

complexidade histórica, requer a organização de estudos e propostas em etapas, semelhantes àsquelas usadas em medicina. Anamnese, diagnóstico, terapia e acompanhamento, correspondem respectivamente à busca de dados e informações significativas, identificação das causas de danos e degradações, escolha de medidas de reparo e controle da eficiência das intervenções. A total compreensão das características estruturais dos materiais é necessária na prática da conservação.

Sobre medidas corretivas e de controle, destaca, entre outros itens, que a melhor terapia é a manutenção preventiva; que a avaliação da segurança e a compreensão do significado da estrutura devem ser a base para medidas de conservação e reforço, que nenhuma ação deve executada sem se demonstrar que ela é indispensável, que estruturas deterioradas devem ser reparadas em vez de substituídas sempre que possível e, por último, que a escolha entre técnicas “tradicionais” e “inovadoras” deve ser pensada, considerando cada caso e a preferência deve ser dada àsquelas que são menos invasivas e mais compatíveis com os valores patrimoniais, levando em conta requisitos de segurança e durabilidade.



## **3 COBERTURAS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA**

### **3.1. A MADEIRA**

#### **3.1.1 Uso da Madeira como Material de Construção no Brasil**

Oriunda do lenho dos vegetais superiores (árvores e arbustos lenhosos), a madeira é utilizada como material de construção antes do uso da pedra, já na pré-história.

Braga (2003) afirma que quando os portugueses chegaram ao território que hoje constitui o Brasil, os povos nativos já utilizavam a madeira nas suas construções, derivado das vastas florestas existentes. Junto ao litoral era encontrada, ainda, a madeira do pau-brasil, a primeira riqueza explorada pelos portugueses no território, utilizada para fabricação de tintura avermelhada. Foi esta árvore que deu origem ao nome do nosso país, a Terra do Brasil.

Num país que acabou batizado com nome de árvore, a importância da madeira não poderia ser menor do que em outros cantos do mundo. Por sua abundância e variedade, o material foi usado, ao longo da trajetória do país, para os mais diversos fins, desde construções a tinturas, remédios e borracha (já nos fins do século XIX). Esta grande profusão de aplicações da madeira faz com que inevitavelmente nos deparemos com ela ao trabalharmos no campo do restauro (BRAGA, 2003 p.12).

Com o decorrer do tempo, os colonizadores portugueses passaram a explorar somente as madeiras mais nobres, de melhor aparência e mais resistentes para a utilização em móveis, navios e em peças de decoração e acabamento em construções.

Segundo Ferreira (2010), a madeira também era o único material utilizado em estruturas de telhados coloniais e de telhas francesas, o que determinou uma extração intensa de determinadas espécies de madeira da mata atlântica.

Além do emprego popular da madeira nas casas de taipa, pau-a-pique e nas esquadrias e estruturas de coberturas, a madeira também foi o material utilizado nas igrejas barrocas, em trabalhos de talha, escultura e carpintaria. O barroco, no Brasil, foi introduzido no século XVII por missionários católicos, notadamente os jesuítas. No Rio Grande do Sul, um grande exemplo da arquitetura barroca é a Igreja de São Miguel das

Missões (vide fig. 2), datada de 1735, com suas ruínas tombadas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional em 1938, e pela UNESCO, como patrimônio histórico da humanidade em 1983. A fachada da igreja de São Miguel revela similaridade com a fachada da igreja de Santa Maria Novella do italiano Leon Battista Alberti, completada em 1470(fig.3).



Figura 2-Igreja de São Miguel das Missões, 2006. Fonte: [upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dd/Ruinas\\_de\\_Sao\\_Miguel\\_das\\_Missoes.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dd/Ruinas_de_Sao_Miguel_das_Missoes.jpg)



Figura 3-Igreja Santa Maria Novella, 2002. Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:FlorenceSantaMariaNovella20020318.JPG>

Infelizmente a cobertura que era em madeira, as talhas douradas e as esquadrias em madeira não foram preservadas e hoje é possível testemunhar o uso da madeira em algumas esculturas e fragmentos de peças no museu de São Miguel.

No Rio Grande do Sul, a arquitetura popular da imigração alemã no estado, que iniciou em 1824 e se estendeu até 1914 também utilizou a madeira nos abrigos, que tiveram as seguintes fases, segundo Weimer (2005), a cabana; o rancho e construções em enxaimel.

A cabana caracterizou-se por uma construção de telhado em duas águas apoiadas diretamente no chão ou apoiadas sobre estacas de troncos de madeira roliços;

Os ranchos eram construídos de maneira simples, podiam ter paredes de tábuas fendidas ou de gramíneas e a cobertura também de gramínea ou de telhas de tabuinhas (*schindeln*) e o piso de chão batido. Ao longo do tempo o piso foi substituído por piso de madeira, constituído de tábuas fendidas ou de troncos de palmeiras fendidas ao

meio. Nesta fase, as palmeiras forneciam o material necessário para a construção.

As primeiras construções em enxaimel possuíam o tramado em peças de madeira falquejadas. Os tramos eram vedados com alvenaria de tijolos rejuntados com argamassa de barro. A cobertura geralmente era coberta de telhas de tabuinhas.

A arquitetura da imigração italiana no Estado (1875 a 1960) também utilizou abundantemente a madeira como material de construção de suas casas. Nos alicerces eram utilizados pedras ou tijolos e a madeira era usada como material no restante da construção. Posenato (2004) afirma que cerca de 85% das residências e 100% das edificações anexas eram compostas por madeira nas colônias mais antigas. Nas



Figura 4-Casa da Neni, construída em 1910. Fonte: Driemeyer, 2009

colônias mais recentes a madeira foi quase o único material, sendo a espécie de madeira mais comumente usada proveniente da araucária.

Na colônia italiana de Antônio Prado há diversos modelos de casas com rico repertório de elementos decorativos, balaustradas, lambrequins e balcões em madeira (ver fig.4). Desde 1990 este conjunto arquitetônico e urbanístico é tombado nacionalmente pelo IPHAN e desde a década de 80 é declarada patrimônio da humanidade pela UNESCO.

### 3.1.2. Propriedades da Madeira e Durabilidade Natural

Para a apropriada utilização da madeira como material de construção, incluindo a aplicação em estruturas de coberturas, deve-se conhecer as suas propriedades que estão diretamente relacionadas com a botânica, anatomia e química da madeira e as diferenças entre espécies.

Aqui se tratará de um panorama geral acerca das principais questões que devem ser entendidas que afetam as propriedades e, em especial, a durabilidade das madeiras. Existe uma ampla bibliografia acerca da botânica, anatomia e química da madeira tratados de forma minuciosa em autores como Szücs et. al. (2008), Gonzaga (2006),

Lepage (1986) e La Pastina Filho (1999) que, portanto, não serão detalhadas neste capítulo.

Uma das primeiras questões a destacar quanto a madeira é a diferenciação de características físicas conforme a utilização de madeiras com germinações e classes distintas.

As árvores são vegetais superiores compreendidas no grupo das *Fanerogamas*. Este grupo se divide em Gimnospermas e Angiospermas.

As madeiras duras e mais resistentes são provenientes das árvores do grupo das angiospermas (com sementes), enquanto que a madeira mole é proveniente das árvores do grupo das gimnospermas (com sementes nuas).

As angiospermas dividem-se em duas classes: as monocotiledôneas e as dicotiledôneas. As monocotiledôneas compreendem as palmas e as gramíneas, enquanto que as dicotiledôneas compreendem as demais espécies utilizadas na construção.

As gimnospermas abrangem a ordem das coníferas, como o Pínus e a Araucária.

Há diferenciação da durabilidade natural e trabalhabilidade se a madeira for retirada do cerne ou do albúrneo, que constituem o lenho. A madeira retirada do cerne é a mais recomendada a ser utilizada na construção civil por ser uma madeira mais densa e mais resistente mecanicamente, menos suscetível a ataques de insetos. Ela é formada pela modificação<sup>8</sup> do albúrneo, parte da madeira que é mais jovem e menos resistente (vide fig. 5).

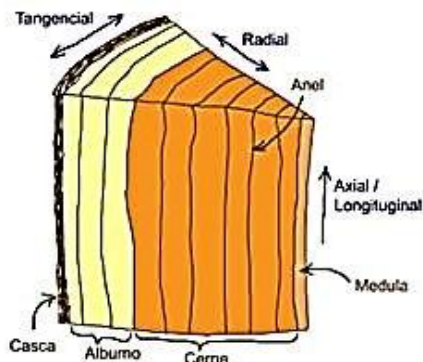


Figura 5-Seção transversal de um tronco de árvore e direções de crescimento das fibras. Fonte: <http://www.madeiras.cc/secagemda%20madeira.html>

<sup>8</sup> A modificação do albúrneo em cerne é realizada lentamente, pelo armazenamento e preenchimento de vazios com resinas e substratos não utilizados pelas células como alimento, de modo a garantir maior rigidez e dureza ao material.

A escolha da espécie também é fundamental na questão durabilidade natural, pois define o desempenho e a resistência da madeira utilizada estruturalmente. Definirá, desse modo, além da durabilidade, fator relacionado à biodeterioração, a densidade aparente (utilizada nos cálculos para definição de peso próprio das estruturas) e, também, a condutibilidade térmica e acústica. Por ser um material proveniente diretamente da natureza, não há controle sobre a sua produção, sendo, por isso, um material anisotrópico, onde as características mecânicas são relativas à direção de crescimento das fibras-axial, tangencial ou radial (vide figura 5).

### 3.1.3 Problemas Patológicos em Construções em Madeira

Define-se **deterioração** como qualquer alteração indesejável nos materiais em uso pelo homem. **Biodeterioração** é a alteração indesejável ocasionada por seres vivos. **Degradação** é o processo inerente ao material, de envelhecimento. Estes três fenômenos resumem os problemas patológicos aos quais a madeira está sujeita. Maragno (2004) divide as causas de problemas patológicos em fatores humanos, naturais e acidentais (ver quadro 1).

<b>Humanos</b>	Erros de concepção de projeto (e), uso ou manutenção inadequada (e), vandalismo, produção (i) e execução (i).
<b>Naturais</b>	Fatores meteorológicos, agentes biodeterioradores, perda da vida útil (i), defeitos de crescimento da madeira (i), decomposição (i).
<b>Acidentais</b>	Fogo, umidade, terremotos, tempestades, maremotos, produtos químicos, curto-circuitos, vibrações, etc.
(i) = causas de origem intrínseca, ou seja, ocasionadas pela própria estrutura ou ao seu material de composição; (e)= causas de origem extrínseca, ou seja, induzidas por agentes ou processos externos à estrutura ou à matéria de composição.	

Quadro 1- Causas de problemas patológicos em construções em madeira.  
Fonte: autora adaptado de Maragno (2004)

Como foi visto no subitem anterior, as construções em madeira possuem diferentes características e a sua durabilidade natural está relacionada à diferenciação de espécies e da retirada da madeira do cerne ou alburno.

Outro aspecto importante a verificar é a exposição às intempéries a qual a madeira está sujeita e a condição de classe de umidade da madeira, que é determinada em função da localização geográfica em que a madeira é empregada (umidade relativa do ambiente). Estas duas informações são utilizadas para classificar as estruturas de madeira em cinco diferentes classes de risco (NBR 7190:1997), as quais especificam os agentes biodeterioradores que poderão danificar a madeira (vide quadro 2).

Classe de Risco	Condições da madeira (local/emprego)	Condições de exposição	Agentes biodeterioradores			
			Fungos	Brocas	Cupins	Perfuradores marinhos
1	Inteiramente protegida das intempéries	Não sujeita à reumidificação	NÃO	SIM	SIM	NÃO
2	Inteiramente protegida das intempéries	Sujeita à reumidificação ocasional	SIM	SIM	SIM	NÃO
3	Não protegida ou protegida, mas, sujeita às intempéries	Sujeita à reumidificação freqüente	SIM	SIM	SIM	NÃO
4	Em contato com o solo ou com água doce.	Umidificação permanente	SIM	SIM	SIM	NÃO
5	Em contato com água salgada	Umidificação permanente	SIM	SIM	SIM	SIM

Quadro 2- Classe de risco e agentes biodeterioradores. Maragno (2004), baseado na NBR7190/1997.

As classes de risco 1 e 2 correspondem a classe de umidade 1 a 3, no qual a madeira está exposta a umidade relativa do ambiente de 65% a no máximo 85% (ver quadro 3), em que a madeira está em equilíbrio com a umidade do ambiente atingindo a variação de teor de umidade de 12 a 18%. As classes de risco 3 a 5 compreendem as áreas geográficas que possuem umidade relativa maior que 85%, sendo que o teor de umidade da madeira é superior ou igual a 25%. Uma estrutura de cobertura em madeira se situa entre as classes de risco 2 a 4.

Classes de umidade	Umidade Relativa do Ambiente- Uam	Umidade de equilíbrio da madeira- Ueq
1	Uam <65%	12%
2	65% <Uam < 75 %	15%
3	75 % < Uam ≤ 85%	18%
4	Uam > 85% durante longos períodos	≥25%

Quadro 3- Classes de umidade. NBR7190/1997(tabela D.1 p. 88).

Apresenta-se aqui uma súmula dos principais agentes deterioradores da madeira. Entre os agentes de deterioração lista-se:

*a) agentes atmosféricos ou de intemperismo;*

Ação do sol: pela ação dos raios UV e infravermelhos. Os raios Ultravioleta degradam a lignina da madeira e provocam sulcos profundos, em função da retração da madeira. A madeira tem seu aspecto alterado, em tom acinzentado. Os raios Infravermelho provocam fendas na superfície e rompem o revestimento de proteção, o que pode facilitar a ação de ataque de insetos e fungos.

Ação da chuva: traz como consequência a umidade que incha a madeira, ocasionando trincas, além de aumentar os riscos de criar um ambiente favorável para o desenvolvimento de fungos. Para evitar este processo é necessário fazer uso de proteção superficial.

*b) agentes biodeterioradores ;*




Os organismos xilófagos<sup>9</sup> alimentam-se de componentes existentes na madeira e provocam sua degradação, alterando suas características físicas e mecânicas.

Fungos xilófagos: Com caráter parasitário, alimentam-se da celulose ou da lignina presente na madeira, que em alguns casos afeta a resistência das fibras. Propagam-se por meio de esporos, que estão sempre presentes no ar. Quando a umidade é elevada, acima de 60%, eles se instalam em uma superfície, quando germinados, produzem as hifas que ramificam formando o micélio e se transformam em colônias, visíveis a olho nu. Fatores que propiciam a proliferação de fungos:

Água disponível + Ausência de luz+ Presença de oxigênio+ -  
 $3^{\circ}\text{C} \leq T \leq 50^{\circ}\text{C} + 2,0 \leq \text{PH} \leq 7,0 + \text{Ausência de tratamentos preventivos} =$   
 Processo de apodrecimento da madeira

<sup>9</sup> Palavra de origem grega: “xylon” significa madeira e “phagein” significa comer

Os fungos se dividem em emboloradores, manchadores e apodrecedores (ver quadro 4). Os emboloradores e manchadores não danificam as fibras da madeira, pois se alimentam de substâncias de fácil assimilação da parede celular. Os emboloradores produzem o chamado mofo ou bolor e a madeira, dependendo da espécie do fungo, pode apresentar diferentes colorações. Mesmo atacada por este fungo, a madeira pode ser aplainada e utilizada sem maiores prejuízos. Os manchadores produzem manchas profundas que atingem o alburno da madeira, e podem provocar a chamada “mancha azul”, com prejuízos estéticos. Já os fungos apodrecedores causam profundas alterações nas propriedades físicas e mecânicas da madeira, porque destroem as moléculas da parede celular. Existem os fungos de podridão branca, os de podridão parda e os de podridão mole.

FUNGOS APODRECEDORES	DANOS ESTRUTURAIS	DESTRUIÇÃO	APARÊNCIA	ILUSTRAÇÃO
PODRIDÃO BRANCA	PESO, RESISTENCIA FÍSICA E MECÂNICA REDUZIDOS	CELULOSE E TODOS OS COMPONENTES QUÍMICOS ESTRUTURAIS	ESBRANQUIÇADA, COM LINHAS ESCURAS DEMARCANDO REGIÃO ATACADA	
PODRIDÃO PARDA	PESO, RESISTENCIA FÍSICA E MECÂNICA REDUZIDOS	CELULOSE E HEMICELULOSE	PARDA/ESCURA, CONSISTÊNCIA QUEBRADIÇA	
PODRIDÃO MOLE	ATINGE ATÉ 20mm DE PROFUNDIDADE, ÁREAS FACILMENTE DESTACÁVEIS CRIAM CONDIÇÕES PARA ATAQUES DE FUNGOS	PAREDE SECUNDÁRIA DAS CÉLULAS, DEGENERACÃO DAS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS	AMOLECIDA QUANDO ÚMIDA, ESCURECIDA QUANDO SECA, COM FISSURAS PARALELAS E PERPENDICULARES	

Quadro 4. Fungos apodrecedores. Fonte: autora

**Insetos xilófagos:** Quando em estado larval, se instalam na madeira e a digerem com auxílio de um protozoário instalado no intestino, em situação de simbiose.

-Insetos sociais- ordem Isóptera (térmitas/cupins): divididos em castas, no Brasil há o ataque principalmente dos insetos xilófagos sociais (térmitas) de madeira seca e de solo.

-Insetos xilófagos sociais de madeira seca: formam ninhos na madeira onde fazem caminhos internos e galerias, não precisando de alta umidade para atuar, agindo com a própria umidade natural da madeira. Deixam orifícios circulares e produzem montículos de resíduo bem granulado.

-Insetos xilófagos sociais de solo: agem em uma alta umidade relativa, abrem caminhos e galerias com aspectos de solo sobre a



superfície da madeira, alvenaria, concreto, entre outros materiais. Não deixam orifícios.

Insetos larvários:

– ordem Coleoptera (besouros, carunchos, brocas);

Não se dividem em castas. As larvas dos ovos depositados na madeira alimentam-se de seu substrato até a transformação para adultos. Quando perfuram a madeira e saem para o exterior é onde visualizamos o “pó de broca”, um pó fino, semelhante ao aspecto de talco.

- ordem Himenóptera (vespas, abelhas e formigas);

As formigas carpinteiras escavam partes já apodrecidas da madeira para abrigo, não se alimentam da madeira, assim como as vespas, abelhas e outros, que perfuram a madeira apenas para a colocação de ovos.

*c) perfuradores marinhos;*

Ação que acontece na situação em que a madeira está em contato direto com a água do mar, ação de moluscos que se abrigam e complementam sua alimentação com plâncton através da celulose e hemicelulose digerida, com atuação severa no interior da madeira e da ação de crustáceos, que atacam a madeira para abrigo e produzem túneis.

*d) insetos e animais;*

Com a ação de pequenos animais como roedores e aves, por exemplo.

*e) agentes químicos;*

Ação de oxidação, quando há variação de umidade, elementos metálicos de fixação ou ligação podem desencaixar e formar tensões produzindo fendas e rachaduras. Pode ser ocasionada, também, por ação química da poluição.

*f) ação do fogo;*

Carbonização da matéria, incêndios.

*g) problemas estruturais*

Podem ser produzidos desde a concepção do projeto até problemas de manutenção ou uso, entre vários outros fatores.

Será comentada mais detalhadamente nos próximos tópicos deste capítulo a deterioração causada pela umidade (item 3.1.4) e por problemas estruturais (item 3.2.1) que junto com a ação dos agentes biodeterioradores são os principais causadores por perdas do patrimônio. A ação do fogo no ataque a resistência da madeira também será abordada (item 3.2.2), com enfoque de pesquisa nas coberturas de estruturas de madeira históricas, em função de que todos os esforços

devem ser utilizados contra os incêndios, que devastam severamente os bens patrimoniais.

### 3.1.4. Sobre a Umidade e Secagem da Madeira

A madeira verde possui uma grande quantidade de água em sua composição. Na secagem da madeira, após a perda de água livre do interior das cavidades das células (lumens), a madeira começa a perder lentamente a água de impregnação, contida nas paredes das células. Enquanto a água livre é perdida de forma mais rápida após o corte da árvore e sem ocorrência de problemas na madeira, a água de impregnação é perdida mais lentamente. Abaixo do chamado ponto de saturação das fibras (PSF) onde há o mínimo de água livre e o máximo de água de saturação (cerca de 25% de umidade em madeiras brasileiras), a perda da umidade pode acarretar deformações e problemas estruturais ocasionados pela retração e aumento da resistência.

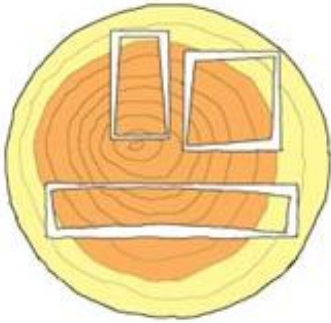


Figura 6- Deformações de peças de madeira afetadas conforme posicionamento dos anéis.  
Fonte: [www.madeiras.cc/secagemda%20madeira.html](http://www.madeiras.cc/secagemda%20madeira.html)

O ponto em que a madeira está em umidade de equilíbrio com o ambiente é o ideal para o emprego da madeira em construções.

Uma secagem irregular e as tensões internas causadas pela contração diferenciada nas três direções de execução do corte no desdobro (radial, longitudinal ou tangencial) podem acarretar abaulamento, arqueamento, encanoamento, encurvamento ou torcedura (vide fig. 6). Uma secagem natural deve proteger da exposição solar e da chuva; prever afastamento de no mínimo 30 cm do solo com vigas bem alinhadas; não deixar as pontas dos pranchões sem apoio de mais de 30 cm; dispor sarrafos entre as peças e posicioná-las na direção dos ventos.

Além da água de constituição molecular da madeira, que, com o processo de secagem, entra em equilíbrio com a umidade do ambiente, a umidade pode estar presente na madeira através da reumidificação ocasional através das condições ambientais, através da umidade acidental, de condensação (por falta de ventilação) e por absorção e penetração de água da chuva. Todas estas formas de umidade na

madeira são perigosas, pois podem provocar problemas patológicos que afetam a sua durabilidade natural, como um ambiente propício ao desenvolvimento de fungos e também alterar o desempenho das peças, ao sofrer constante retração e inchamento.

## 3.2. A MADEIRA EMPREGADA EM COBERTURAS COM ESTRUTURAS HISTÓRICAS

### 3.2.1 Problemas Construtivos e Estruturais

Em uma estrutura de cobertura de madeira, a umidade é a principal fonte de problemas patológicos. Para evitar que a umidade penetre no sistema estrutural e promova um ambiente favorável à proliferação de fungos, por exemplo, o projeto e a execução devem ser bem realizados. Algumas exigências construtivas se fazem necessárias, como indicam os autores Sanchez (2001) e Rodrigues (2004):

- a) Beirais e inclinações bem especificadas de modo a minimizar a exposição da estrutura em madeira às intempéries;
- b) Executar a fixação das telhas à estrutura;
- c) Instalar corretamente rufos e calhas metálicas;
- d) Impermeabilizar e proteger com rufos os encontros de telhas com paredes, platibandas e chaminés;
- e) Prever ventilação suficiente que impeça a condensação da água e o aumento da umidade junto à madeira
- f) Isolar o contato entre madeira e os elementos metálicos como chapas para evitar reações entre os materiais;
- g) Isolar o contato entre madeira e a alvenaria para evitar a penetração de umidade na madeira por percolação (vide fig. 7);

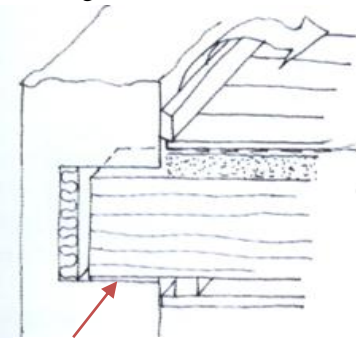


Figura 7- Ligação entre madeira e alvenaria com lâmina de material impermeável na zona de apoio.  
Fonte: Sanchez (2001)

As medidas construtivas podem afastar a umidade e garantir ventilação à madeira, protegendo da ação de fungos e de intemperismo, porém não são suficientes para garantir proteção aos insetos. Há diversos tipos de tratamentos químicos preservantes para madeiras. Os mais usuais se dão por dois tipos de processo: sem pressão, com impregnação superficial na madeira que compreende aspensão, imersão,

pincelamento ou injeção; e, com pressão, com impregnação profunda na madeira compreendendo a aplicação de preservativo em autoclave. A NBR 7190/1997 genericamente indica, no mínimo, para as espécies dicotiledôneas um tratamento com pincelamento e às espécies coníferas um tratamento em autoclave.

Em se tratando de edifícios históricos que possuem coberturas em estruturas em madeira, entretanto, por se tratar de uma edificação já consolidada e pertencente ao patrimônio, há restrições que impedem a retirada de peças da estrutura para um tratamento com pressão. Desse modo, há de se propor uma medida curativa mais adequada e com aplicação regular. Entre os processos que podem ser utilizados, Valle (2010), cita: por fumigação ou expurgo, injeção, pulverização ou pincelamento de inseticidas e fungicidas, utilização de iscas ou ainda tratamento de espaços contra cupins subterrâneos, se for o caso. É muito importante identificar e eliminar a fonte de umidade para evitar problemas futuros.

Entre as patologias construtivas, Rodrigues (2004) aponta que na cobertura, os problemas podem surgir quando:

- a) não há manutenção ou há deficiência na impermeabilização;
- b) ruptura ou deslocamento de telhas pela ação dos ventos;
- c) obstrução das calhas;
- d) falta de ventilação, causando condensação e umidade;

Quanto às peças, surgem problemas quando há excesso de esbeltez, solicitações excessivas, pouca inércia da estrutura em si, efeitos induzidos dos elementos de apoio e das vigas, ou ainda fenômenos cíclicos de umidade e secagem.

Segundo Rodrigues (2004), os problemas estruturais que causam instabilidade e deformações no sistema de cobertura podem ser originados por:

- a) aumento de cargas na estrutura, fazendo com que as seções das peças fiquem insuficientes para atender a solicitação, causando deformidades;
- b) falta de contraventamentos ou afastamento insuficiente entre tesouras;
- c) perda da seção em função do ataque de agentes biológicos;
- d) embutimento na madeira / ruptura de elementos metálicos de ligações ou seu mal dimensionamento e execução;

- e) defeitos locais, como nós e fibras retorcidas ou então empenamento por retração após a secagem.

Lopes (2007) reafirma a ocorrência dos seguintes problemas estruturais nas coberturas com estruturas de madeira, classificando-os em:

- I. seção insuficiente (devido ao aumento de cargas ou defeitos locais como perda de seção por agentes biológicos);
- II. deformações excessivas (devido a fluência da colocação de madeira verde ou seção insuficiente);
- III. falhas nas uniões (devido ao mau dimensionamento, desenho ou execução, que originam deformações ou por esmagamento por compressão de elementos metálicos de fixação ou, ainda, por esforço de corte nos encaixes e ensambladuras, ou pela ação de agentes biológicos);
- IV. problema nos apoios (devido a rotações, insuficiente chegada dos elementos em alvenarias ou sobre vigas e frechais, ou por ação de agentes biológicos);
- V. deficiências ou inexistência de contraventamentos (ou eventuais deficiências nos afastamento entre tesouras);
- VI. empenamento e fendas (devido a retração da madeira após a secagem, constante reumidificação, a assimetria de cargas, aos efeitos induzidos das vigas e dos elementos de apoio);
- VII. encurvadura (causada nos elementos a compressão em função do excesso de esbeltez das peças ou por solicitações excessivas e não previstas).

### 3.2.2 Resistência ao Fogo

A madeira, apesar de inflamável, quando utilizada em uma estrutura com elementos de uma espessura robusta possui boa resistência ao fogo. As peças de madeira não apresentam deformações significativas quando submetida a altas temperaturas, como ocorre com o aço, que a 500°C perde 80% de sua resistência<sup>10</sup>. As chamas formam



uma película superficial de carvão que atua como isolante, impedindo a propagação para o interior da peça e assim, protege a sua função estrutural e garante a segurança do usuário por um tempo maior, no caso de um incêndio (ver fig. 8).

Figura 8- Seção residual de viga após 30 minutos de exposição ao fogo. Fonte: Pinto, 2004

A velocidade de propagação do fogo depende da espécie.

Uma conífera, por exemplo, possui inicialmente uma velocidade de propagação de 0,7mm/min. Ou seja, com 30 min de duração de incêndio, uma peça produzida com conífera perde 2,1cm de seção. Em um projeto estrutural de uma edificação nova, é possível prever uma seção majorada para garantir um acréscimo de tempo de resistência dos elementos. Assim, se considerar que as seções de antigas estruturas de cobertura em madeira geralmente são robustas, pelo cálculo de modo empírico, sempre a favor da segurança, a preocupação de um colapso estrutural causado pelo fogo se torna menor. Entretanto, Oliveira (2002), afirma que as madeiras que já possuem deterioração são mais combustíveis do que madeiras saudáveis. Além disso, é preciso pensar na segurança contra o fogo além da precaução contra o colapso estrutural da estrutura em madeira. Por isso, de maneira global, em uma edificação histórica segundo Serpa (2009) deve haver:

- a) Precaução contra o início do incêndio: avaliando o risco de incêndio da edificação, prevendo a manutenção das

<sup>10</sup> Dado segundo Pinto (2004). Em um incêndio as temperaturas atingem mais do que 1000°C.

- instalações elétricas, controlando as fontes de calor e conscientizando o usuário;
- b) Limitação do crescimento do incêndio: limitando a combustibilidade dos materiais novos e treinando os funcionários para situações de emergência;
  - c) Extinção inicial do incêndio: com sistemas de proteção ativa com alarmes, extintores e iluminação, entre outros, com treinamento e disponibilidade de brigadas e planos de emergência;
  - d) Limitação da propagação do incêndio: uso da compartimentação, de portas corta-fogo, elementos isolantes e lay-out interno;
  - e) Evacuação segura do edifício: sinalização, iluminação, pisos, revestimentos e corrimãos;
  - f) Prevenção contra a propagação do incêndio entre edifícios: controle dos materiais do entorno das edificações;
  - g) Prevenção contra o colapso estrutural: manutenção preventiva e verificação de resistência ao fogo dos elementos estruturais do edifício;
  - h) Rapidez, eficiência e segurança das operações de combate e resgate: prevendo a desobstrução dos acessos e de comunicação direta com o corpo de bombeiros.

Tinoco (2007), afirma que o uso de mantas TNT como sistemas de subcoberturas, implantado na década de 90 no restauro de telhados de edificações de origem luso-brasileira, é nocivo, pois apesar da justificativa de que há a eliminação definitiva das goteiras e auxilia no conforto térmico da edificação, a maioria das mantas não possuem propriedades ignífugas, facilitando a propagação de chamas em sinistros de incêndio. Entretanto, a nocividade de seu uso é discutível, pois o telhado é coberto de ripas e caibros que são altamente combustíveis e a manta, de fato, protege o telhado da umidade, que é a principal causa de problemas patológicos.

### 3.3. A ESTRUTURA DE COBERTURA

#### 3.3.1. Tipologias arquitetônicas de coberturas

Além de proteger a edificação das intempéries, as coberturas são responsáveis por dar forma ao entelhamento. Há vários tipos de

formatos de coberturas. Podem ser formadas por superfícies inclinadas, planas ou curvas. Abordam-se, aqui, algumas mais usuais encontradas nas edificações históricas brasileiras. Apresenta-se, aqui, a terminologia básica das partes de um telhado, fundamental para compreender as diferentes tipologias de coberturas.

*Água ou vertente*- superfície inclinada formada pelas telhas;

*Beiral*- parte da cobertura que avança em relação à parede;

*Cumeeira*- linha de direção horizontal de intersecção entre duas águas de um telhado;

*Rincão*- intersecção entre duas superfícies inclinadas de um telhado que formam um ângulo reentrante, captador das águas pluviais (também chamado de água furtada);

*Espigão*- aresta inclinada delimitada pelo encontro entre duas águas que formam um ângulo saliente, divisor de águas.

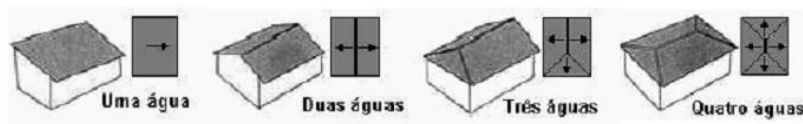


Fig. 9. Ilustração de coberturas em águas. Fonte: apostila de coberturas de madeira, Mayer (2008)

[http://velho.uniuv.edu.br/nova/pdf/Madeira/CEEAM/Coberturas\\_de\\_Madeira.pdf](http://velho.uniuv.edu.br/nova/pdf/Madeira/CEEAM/Coberturas_de_Madeira.pdf)

Alguns tipos são denominados a partir do número de planos para escoamento das águas, designados popularmente como “águas”. Também são chamados telhados em vertente, pois possuem declividades (vide fig. 9). O modelo mais simples de cobertura é o de uma água, que possui apenas um plano de escoamento. É utilizado em construções simples e pequenas como os anexos das edificações principais.

Nos telhados coloniais, construídos com até quatro águas, Braga (2003) afirma que os sistemas de duas águas eram os mais comuns. Os dois planos na direção do caimento para as laterais do edifício eram bastante comuns em igrejas, enquanto que as vertentes direcionadas para frente e para os fundos ocorriam na maioria das casas urbanas antigas do Brasil.

O uso de três águas predominava em edificações de esquina, e as de quatro águas em edificações isoladas, tanto de caráter público quanto em áreas rurais. Além do telhado de uma, duas ou múltiplas águas, que são coberturas planas, ainda há as coberturas planas de madeira,



estruturadas de maneira similar a pisos de barrotes, também conhecidas como telhados horizontais.

A partir do neoclássico os telhados ficam mais complexos, além das coberturas planas, encontram-se coberturas arqueadas, que englobam cúpulas (rotação de arco) e abóbodas (sucessão de arcos), apresentadas nas figuras 10 e 11.



Fig. 10. Cúpula em construção da Catedral Metropolitana Madre de Deus de Porto Alegre, 1972. Fonte: [www.catedralmetropolitana.org.br](http://www.catedralmetropolitana.org.br)

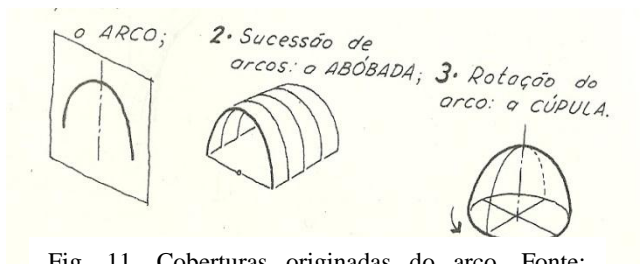


Fig. 11. Coberturas originadas do arco. Fonte: Montenegro, 1991

### 3.2.2. Composição da Cobertura

Denomina-se *cobertura* ou *telhado* todo o conjunto de peças com funções estruturais ou de vedação destinados a abrigar a edificação das intempéries.

Este conjunto geralmente é composto por:

- a) telhas;

- b) estrutura secundária de apoio às telhas (trama ou armação);
- c) estrutura principal de apoio;**
- d) contraventamentos;
- e) sistema de captação de águas pluviais.

O enfoque deste trabalho é o restauro das estruturas principais de apoio da cobertura. Ainda assim, considera-se importante o conhecimento dos demais elementos que compõe o sistema de cobertura, pois eles estão inter-relacionados. O que aparentemente pode ser um problema apenas da estrutura principal de apoio, por exemplo, pode ser causado em função da deficiência de outro componente. Por isso, abaixo se explica mais detalhadamente cada elemento deste conjunto sob a ótica de seu emprego em bens patrimoniais brasileiros.

#### **a) Telhas**

Os modelos de telhas atuais englobam as cerâmicas do tipo terracota, de fibrocimento, metálicas, de vidro, de concreto, madeira, pedra e asfálticas, entre outras. Aqui se tratará dos modelos cerâmicos mais tradicionais e mais empregados originalmente nas coberturas de prédios históricos brasileiros.

Os colonizadores portugueses foram os responsáveis por implantar nas edificações brasileiras a telha cerâmica colonial, também conhecida como capa-e-canal, de uso tradicional na península ibérica. Eram telhas pesadas e de grandes dimensões.

No século XIX são introduzidos novos materiais de construção no Brasil, com a abertura de mercado, entre eles as calhas metálicas de cobre, latão e zinco, segundo o Manual de Conservação de Telhados do IPHAN (1999).

Conforme o mesmo manual, a telha conhecida como francesa ou Marselha surgiu a partir da segunda metade do século XIX, quando inicia a importação de telhas da França e ficaram populares, principalmente nas regiões litorâneas.

A primeira grande fábrica de produtos cerâmicos no Brasil foi a “Estabelecimentos Sacoman Frères” fundada em 1893 por quatro irmãos franceses originários de Marselha, renomeada posteriormente de “Cerâmica Sacoman S.A.” que encerrou sua atuação no mercado em 1956. De acordo com o manual de cerâmica vermelha<sup>11</sup>, diferentemente do manual do IPHAN, foi a origem destes empreendedores que inspirou e popularizou as telhas chamadas Marselhas e francesas (ABC, 1979 *apud* SEBRAE, 2008).

---

<sup>11</sup> Manual de cerâmica vermelha do SEBRAE- Estudos de mercado SEBRAE-ESPM, setembro de 2008.

Em edificações históricas brasileiras, o modelo de telha capa-e-canal foi largamente utilizado no período colonial enquanto que o modelo de telha francesa foi empregado no período neoclássico. Estes dois modelos serão detalhados a seguir.

### **-Telha capa-e-canal, modelo colonial**

É composta por duas peças de telhas, uma com o encaixe côncavo (canal ou bica) e outra com encaixe convexo (capa). A telha canal é responsável pelo escoamento das águas, enquanto que a telha capa funciona como arremate entre dois canais (vide fig. 12). O modelo colonial possui um formato elíptico. A produção era de forma artesanal, telha por telha. Foi um dos primeiros a ser empregado em construções no Brasil, trazido pelos portugueses na época da colonização.

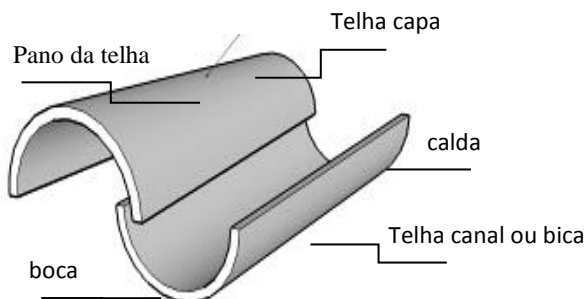


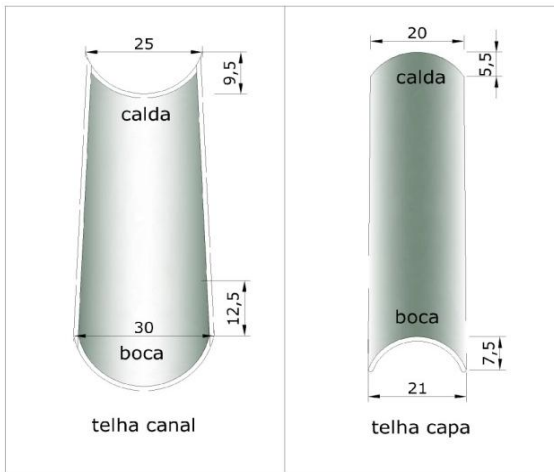
Fig. 12. Ilustração de telha capa-e-canal.

Fonte: adaptado de <http://arqpadao.blogspot.com>

Tinoco (2007) alega que a telha canal ou bica possuía em média, 61 cm de pano, boca de 30 x 12,5 cm e calda um pouco menor, de 25 x 9,5 cm, o que proporcionava um grande escoamento das águas, principalmente quando associada à inclinação do telhado de 25 a 30%.

A telha capa, segundo o mesmo autor, também possuía pano de 61 cm, mas a boca era de 21 x 7,5cm e a calda era de 20 x 5,5cm (ver fig. 13).

A telha de cumeeira possuía formato similar a telha capa, porém de dimensões maiores nas larguras da calda e boca, permitindo o encontro das águas do telhado e a colocação da argamassa de assentamento.



Dimensões aproximadas em centímetros segundo TINOCO(2007).

Fig. 13. Ilustração de telha capa-e-canal com medidas  
Fonte: autora, 2011.

A telha de rincão tinha grande proporção para captar a água na união de duas águas, quando se forma um ângulo reentrante na cobertura.

Este sistema de diferenciação de medidas das telhas conforme sua utilização deve ser considerada nas substituições de telhas capa-e-canal de edificações históricas.

Segundo Tinoco (2007), esta medida evitaria o estrangulamento da vazão de águas pela telha canal. Se for aplicado um único modelo de telha para as diversas funções, ocorre o transbordamento pelo colapso no escoamento pluvial. A aplicação de grampos metálicos para amarração das telhas pode agravar o mau funcionamento do escoamento, auxiliando no acúmulo de sujeira.

### **-Telha Marselha/ Francesa**

Sua forma é retangular e plana. A instalação é feita por encaixe lateral. É o modelo utilizado no prédio da Faculdade de Agronomia da UFRGS (ver fig. 14). Não é recomendado utilizar este modelo para caimentos menores que 40%, segundo Azeredo (1997), pois poderão surgir goteiras quando a lâmina de água for muito espessa, por se tratar de uma telha praticamente plana, com canais de pequena profundidade.



Fig. 14. Telha francesa na Faculdade de Agronomia UFRGS (2004). Fonte: acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS

### **b) estrutura secundária de apoio às telhas (trama ou armação)**

É a estrutura que forma uma trama composta pelos caibros e ripas que se apoiam na estrutura principal, com o objetivo de apoiar a cobertura e transmitir a carga desta à estrutura principal.

*Caibros*- peças dispostas no sentido da inclinação da cobertura (da cumeeira ao beiral), apoiadas sobre as terças, funcionando como sustentação às ripas e telhas;

*Ripas*- peças longitudinais apoiadas e pregadas sobre os caibros com a função de apoiar as telhas cerâmicas;

Na trama de edificações históricas, as dimensões de caibros, ripas e das terças da estrutura principal de apoio em geral eram superdimensionadas, em função da prática empírica dos construtores que não dispunham de auxílio de cálculos e normas rígidas para o dimensionamento de estruturas. Segundo Nunes (2005), as peças de

madeira utilizadas nos telhados muitas vezes eram calculadas baseando-se no cálculo de algum estudioso do passado, de maneira conservadora, em favor da segurança.

Além do superdimensionamento havia a irregularidade das peças, que muitas vezes eram roliças, falquejadas ou serradas manualmente.

Nem sempre a trama composta por ripas, caibros, frechais e terças foi utilizada. Este é o modelo de trama quando se utiliza como estrutura principal a chamada tesoura clássica ou romana, porém as primeiras estruturas utilizadas no Brasil eram as tesouras de linha alta, com sistema de cobertura conhecido como caibro armado (vide fig. 15).

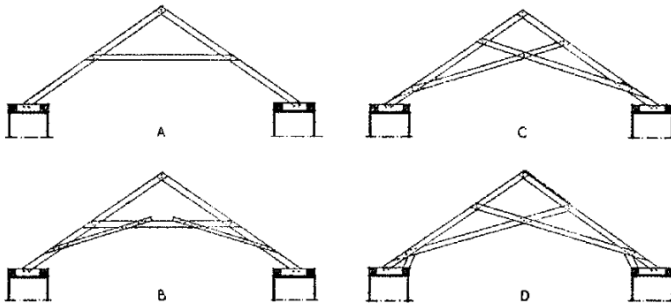


Fig. 15. Diferentes sistemas de caibros armados

Fonte: Santos, 1951

Neste sistema geralmente não existem as terças nem caibros, que são substituídos pela própria tesoura que é menos robusta e menos espaçada. Sobre as tesouras eram dispostas somente as ripas de dimensões mais reforçadas, com função de apoio as telhas (OLIVEIRA, 2002).

### c) estrutura principal de apoio:

As tesouras são o sistema estrutural mais empregado na estrutura principal de uma cobertura. Consistem em uma estrutura de treliça triangular reticulada. As tesouras suportam as cargas permanentes (peso próprio da estrutura) e as cargas acidentais.

As barras da tesoura possuem nomenclaturas próprias, como mostra a figura 16. Esta terminologia possui variações, dependendo da região em que é construída.

1. *Terças*- peças longitudinais apoiadas na estrutura principal sobre as quais se apoiam os caibros;

2. *Frechais*- são chamadas as terças das extremidades inferiores do telhado. Também são denominadas frechais as vigas que são posicionadas no respaldo das paredes, com a função de distribuir cargas concentradas de tesouras ou elementos estruturais de maneira uniforme para as paredes da edificação.
3. *Empena, perna ou banzo superior*- Peças que acompanham a inclinação da cobertura da cumeeira ao apoio da cobertura geralmente suportam cargas à compressão;
4. *Linha, tirante, tensor ou banzo inferior*- Peças horizontais situadas na parte inferior da tesoura. Na maioria das vezes suportam cargas à tração;
5. *Montantes*- Peças verticais laterais que fazem a ligação da perna com a linha, no geral suportam cargas à tração;
6. *Pendural*- Mesma função dos montantes, mas localizado no centro da tesoura, ligando o cume à linha.
7. *Diagonal, escora, mão francesa* - Peças inclinadas internas que fazem a ligação entre a linha e a perna.

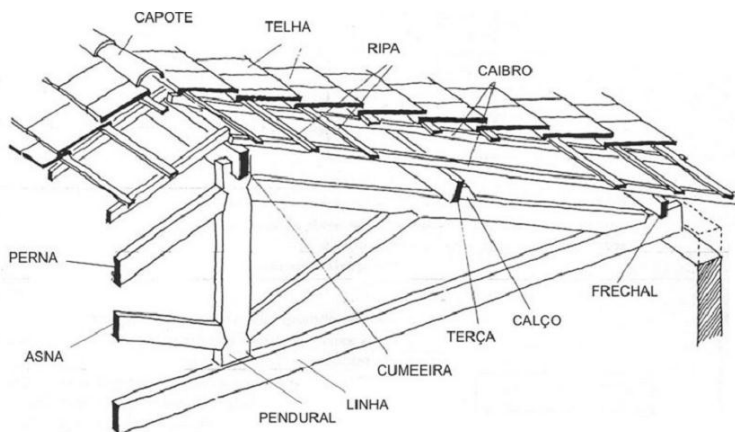


Fig. 16. Tesoura Clássica- elementos da estrutura.

Fonte: [www.scribd.com/doc/24076947/apostila-cobertura](http://www.scribd.com/doc/24076947/apostila-cobertura)

Quanto às origens dos sistemas construtivos de telhados coloniais no Brasil,

Não se pode dizer que nos madeiramentos tenham sido introduzidas novidades. Na maioria dos casos, eles repetem soluções antiqüíssimas (hoje em desuso), algumas já empregadas nas basílicas romanas ou nas catedrais góticas, e que se tornaram de uso corrente em Portugal, de onde foram trazidas para o Brasil (SANTOS, 1951, p. 94 )

Os colonizadores portugueses não arriscaram muito na confecção de tesouras, segundo Braga (2003), preferiram utilizar estruturas simples e vãos menores. Com o passar do tempo, surgiram algumas variações como as tipologias “asna sem pendural”, “caibro armado”, canga de porco”, tesoura Palladio”, “asna francesa”, “asna vulgar”, “cruz de santo André”, “asna à Mansard”, “asna com lanternin”, entre outras.

As tesouras com tipologias do tipo caibro armados eram usualmente empregadas em espaços que requeriam um pé direito maior, como em igrejas, pois podiam, desse modo, ampliar a altura utilizando o forro do tipo gamela. O esforço desta estrutura, porém, causa empuxo lateral das paredes, obrigando a construção de paredes grossas para resistir a estas forças. Desse modo, Montenegro (1991) afirma que para solucionar este problema, se passou a utilizar barras de ferro atirantadas ancoradas nas paredes para absorver estas forças horizontais, de modo que restassem somente as cargas verticais para sollicitação de esforços nas paredes (ver figuras 17 e 18).



Fig. 17. Vista do desvão da Igreja de Rosário dos Pretos, Recife. Barras de ferro atirantadas para solucionar empuxo lateral nas paredes. Fonte: Renata Lopes, outubro de 2002,



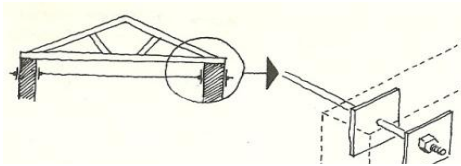


Fig. 18. Barras de ferro atirantadas para solucionar empuxo lateral nas paredes.  
Fonte: Montenegro,1991.

Quando a tipologia empregada é a tesoura clássica <sup>12</sup>, há o equilíbrio de esforços, pois há peças que absorvem solicitações à tração e peças que absorvem esforços à compressão, de forma a eliminar o empuxo lateral.

Quando a tipologia é do tipo *Polonceau* de constituição mista, ou seja, com elementos comprimidos em madeira e elementos tracionados em aço, como na figura 19, a estrutura adquire resistência para suportar grandes vãos. Neste caso, os elementos tracionados são as barras estendidas como os pendurais, os tirantes, as agulhas pendentes e as vigas de metal, quando existentes, enquanto que as pernas e as diagonais são os elementos comprimidos. Em alguns casos, como no exemplo das tesouras utilizadas na UFRGS, as diagonais são executadas em madeira, já em outros, são utilizadas as chamadas “bielas de fundição”, com ferro fundido, e podem ser desde uma a três bielas (ver fig.20).

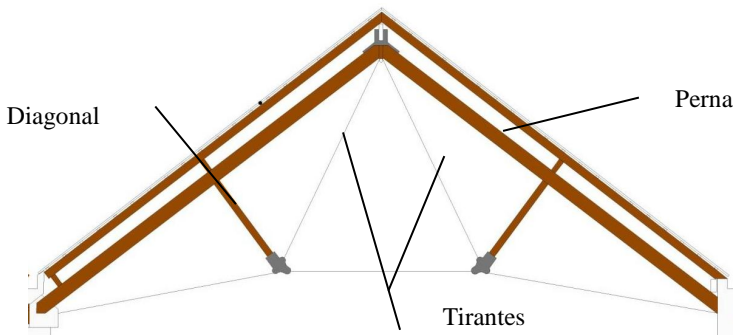


Fig. 19. Ilustração de elementos que compõem a estrutura principal do telhado com tipologia *Polonceau*. Prédio da Agronomia, UFRGS.  
Fonte: adaptação de desenho fornecido pelo acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS, 2011.

<sup>12</sup> Também denominada de tesoura romana, portuguesa, asna vulgar ou tesoura com uma terça.

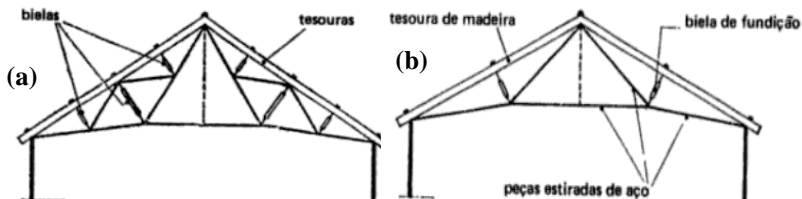


Fig. 20. Tipologia *Polonceau* com diagonais com uma (a) e três bielas (b).  
Fonte: Hugon, 2004.

Já a tipologia de telhado de mansarda é o que apresenta, em cada face, uma parte inferior mais íngreme e uma parte superior menos íngreme de menor altura (CHING, 2000).

São utilizadas, sobretudo, em sótãos, como no caso da cobertura do 3º pavimento do Prédio da Agronomia da UFRGS. As águas superiores, com inclinação comum, formam o telhado propriamente dito e as inferiores, quase verticais, constituem as paredes dos sótãos (ver fig. 21). A origem de seu nome está associada ao francês François Mansart (1598-1666) que popularizou o seu uso, inspirando-se em obras italianas anteriores.

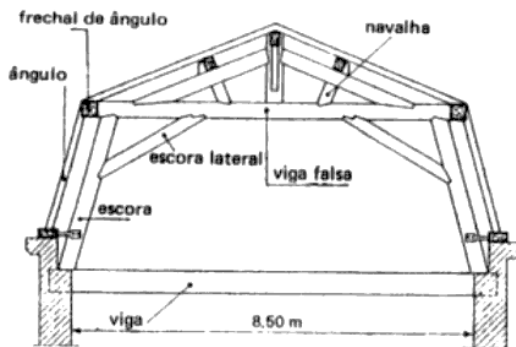


Fig. 21. Telhado de Mansarda. Fonte: Hugon, 2004.

#### **d) contraventamentos**

A ação de cargas acidentais, como ventos, pode atuar em direções desfavoráveis às estruturas principais. Por isso, algumas vezes é necessária a utilização de uma estrutura auxiliar, destinada a resistir a estes esforços laterais e manter as estruturas principais alinhadas. Esta estrutura auxiliar é denominada contraventamento ou mão-francesa (vide fig. 22). Pode ser necessário o contraventamento em tirantes em cruz por vão entre tesouras ou com a utilização de apenas um tirante por vão.

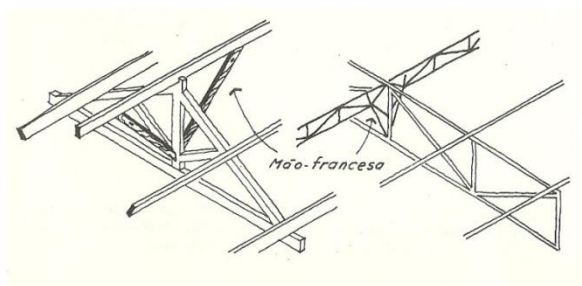


Fig. 22. Contraventamento simples entre vãos de tesouras.  
Fonte: Montenegro (1991)

### e) sistema de captação de águas pluviais

É o conjunto de elementos utilizados na coleta e condução de águas da chuva.

Os seguintes elementos fazem parte do sistema de captação de águas pluviais: calhas, beiral, água furtada (ou rincão), rufos, espigão e cumeeira, podendo ainda incluir outros elementos secundários como conectores entre condutores.

Estes elementos podem ser constituídos de chapas galvanizadas, PVC ou cobre.

Os rufos devem garantir a estanqueidade à água e devem ser executados nos encontros dos telhados com as paredes e platibandas.

Os rufos simples podem ser utilizados na parte interna de platibandas e sua finalidade é escoar a água que escorre pela alvenaria em direção à calha. Podem ser fixados à alvenaria com pregos e arrematados com argamassa.

Rufos com pingadeiras são aplicados em topo de paredes ou platibandas, com a função de evitar o escorrimento da água nas superfícies verticais e encaminhar para escoamento na calha.

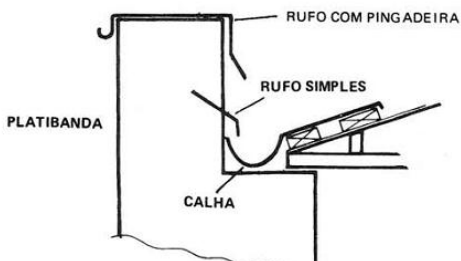


Fig. 23. Rufo e calha de platibanda. Fonte: Azeredo (1997)

Nem sempre houve a aplicação de rufos com pingadeiras, algumas vezes este detalhe foi resolvido de outras maneiras, com a utilização de uma pingadeira cerâmica, ou de outros materiais.

As calhas são os elementos responsáveis por conduzir a água até o

seu destino: até as caixas de drenagem ou até os condutores verticais. Podem ser de platibanda, como na figura 23, ou de beiral ou moldura, instaladas na extremidade inferior dos telhados, na ripa próxima a ripa inicial de suporte da telha (fig. 24). Antigamente, a calha muitas vezes era um elemento indisponível ou inexistente.

O rincão ou água furtada é constituída de uma calha fixada na estrutura de madeira do telhado. As telhas que chegam ao rincão devem ser cortadas de modo a recobrirem parcialmente a calha.

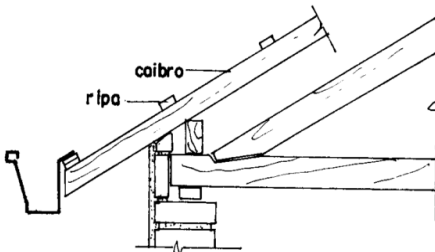


Fig. 24. Calha de beiral ou moldura.  
Fonte: técnicas de construção civil e construção de edifícios em: [www.ceap.br/artigos/ART30042009211401.pdf](http://www.ceap.br/artigos/ART30042009211401.pdf)

O espigão pode ser executado com peças de cumeeiras ou as capas das telhas do tipo capa-e-canal, emboçadas com argamassa, com a colocação das peças na direção do beiral para a cumeeira. O recobrimento mínimo recomendado é de 30 mm.

A cumeeira deve ser executada com peças cerâmicas específicas, quando se trata de um telhado cerâmico. As mesmas devem ser bem encaixadas e emboçadas com argamassa, com recobrimento de no mínimo 30 mm, e assentadas em direção contrária aos ventos predominantes. Qualquer intervenção que seja necessária não deve, no entanto, inviabilizar novas ações futuras.

Na arquitetura brasileira tradicional, segundo Braga (2003), a convenção da medida da seção da cumeeira era de um palmo, unidade de medida adotada na época.

Quanto ao beiral, Braga (2003) afirma que as soluções de beirais variavam muito, de acordo com o tipo de edificação e da localização onde era construído.

Na inexistência de calhas, os beirais eram extremamente importantes no escoamento das águas pluviais, porque protegiam as paredes de taipa ou pau-a-pique. Quanto à antiga arquitetura brasileira, Costa (1937) comenta sobre a função dos beirais:

Diz-se, por exemplo, que os beirais das nossas velhas casas tinham por função proteger do sol, quando a verdade é no entanto bem outra. Um simples corte faz compreender como, na maioria dos casos, teria sido ineficiente tal proteção; e os bons mestres jamais pensaram nisso, mas na chuva, isto é, afastar das paredes a cortina de água derramada do telhado.

E, em seguida, comenta sobre a evolução dos beirais (ver fig. 25): Depois, com o aparecimento das calhas, surgiram aos poucos, logicamente, as platibandas, continuando as cornijas -já sem função- presas ainda à parede pela força do hábito e meio sem jeito, até que, agora, com as coberturas em terraço-jardim, a transformação se completou.

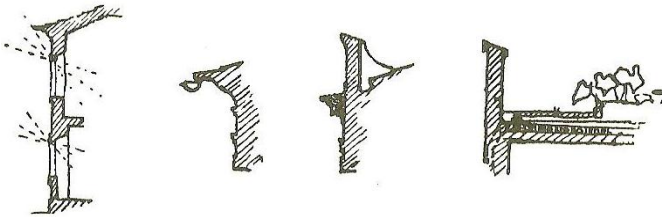


Fig. 25. Função e evolução dos beirais. Fonte: Costa (1937)

Ferreira (2010) acrescenta que o acréscimo de platibandas e calhas internas com a supressão de beirais foi feito em numerosas construções antigas não só para modernizá-las, com a introdução da arquitetura neoclássica principalmente nas construções de obras públicas e de casas abastadas, como símbolo de status, mas também por imposição das posturas municipais de algumas cidades, que proibiram o lançamento das águas pluviais dos telhados diretamente nas ruas.

O “beiral de cachorrada” utiliza peças chamadas “cachorros” que se apoiam nos frechais e unem a parede até a extremidade do telhado. Sobre os cachorros estão pregadas as tábuas que constituem o guarda-pó (ver fig. 26).

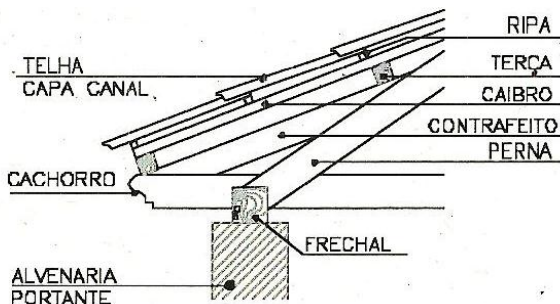


Fig. 26. Beiral de cachorrada. Fonte: IPHAE (2009)

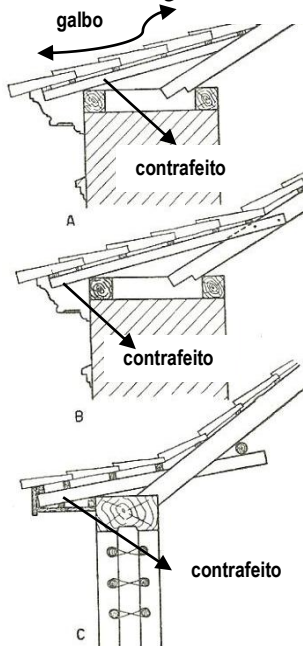


Fig. 27. Tipos de contrafeitos na arquitetura religiosa mineira. Fonte: adaptado de Santos (1951)

A denominação das peças originou dos entalhes que alguns tipos possuíam, em forma de cabeças de cachorro, com função simbólica de guardar a casa, à semelhança das carrancas das navegações medievais.

Já o contrafeito são as peças de madeira que fazem a ligação entre o plano inclinado da água do telhado e o plano horizontal do beiral. A este detalhe que garante a forma peculiar de mudança de inclinação das águas, chama-se galbo. O Galbo projetava a água ainda mais distante que os beirais comuns e, como afirma Costa (1937), é detalhe inconfundível do telhado português (vide fig. 27).

## 4. RESTAURAÇÃO EM COBERTURAS COM ESTRUTURAS DE MADEIRA

No estudo da tecnologia da conservação e restauração, o conhecimento das propriedades, da durabilidade natural e das características físicas e mecânicas dos materiais, no caso específico, a madeira, abordado de forma sintetizada no capítulo 3 desta pesquisa, é de suma importância, pois através deste conhecimento podem-se identificar os problemas patológicos que podem ser causadores da deterioração ou degradação de um patrimônio. Além do conhecimento do material, a tecnologia da conservação e restauração também aborda as estruturas dos bens. A verificação da estabilidade e da consolidação das estruturas que compõe a edificação é de fundamental importância para a salvaguarda do mesmo.

### 4.1 NORMAS, MANUAIS TÉCNICOS E PRESERVAÇÃO

Mesmo que não hajam normas brasileiras específicas para edificações do patrimônio, há indicação de uso das normas ABNT no caderno de encargos do *Programa Monumenta*<sup>13</sup>, no sub-ítem Estruturas de Madeira, do ítem Coberturas e Beirais. No caderno, há indicação de uso das normas ABNT para a execução das estruturas em madeira e para o exame prévio das peças de madeira. Apesar desta recomendação, Nunes (2005) salienta que este *Programa* não destaca a importância em se manter a originalidade do sistema estrutural da cobertura.

Os procedimentos de intervenção podem variar desde uma ação de manutenção, quando a edificação se encontra ainda em bom estado de conservação, ou então a intervenções mais invasivas ou emergenciais, como a restauração, aplicada no caso em que o monumento se encontra em mau estado. No Brasil, muitas vezes a restauração é realizada de forma emergencial, quando o monumento não recebe periódicas manutenções, que poderiam evitar uma ação mais extrema, como a restauração.

No primeiro caso, quando se trata de intervir de forma a manter a edificação, deve-se atender no que couber para cada caso, a orientação da Norma Brasileira de Manutenções de Edificações - Procedimento

---

<sup>13</sup> Brasil, Ministério da Cultura. Caderno de Encargos do Programa Monumenta- Cadernos técnicos 2, Brasília, 2005. Marco Antônio de Faria Galvão, p.111.

(NBR 5674:1999), que prescreve procedimentos de orientação para a organização de um sistema de manutenções de edificações.

No segundo caso, quando há necessidade da restauração das estruturas em madeira que pode significar optar por reforços e recuperação estrutural nas peças comprometidas, ou ainda substituição, como será exposto no capítulo 5. Neste caso, os critérios de segurança contemplados na NBR 7190:1997 Norma Brasileira de Projeto de Estruturas de Madeira devem ser cumpridos, caso a substituição ou reforço seja projetado em madeira, ou então atender a NBR 8800:2008, se projetado em aço.

Segundo Oliveira (2002), há a necessidade de se verificar a estabilidade das antigas estruturas e calcular as novas estruturas de reforço ou substituição. Para verificação da estabilidade da estrutura antiga ou para o projeto de uma substituição, utiliza-se como referência além da NBR 7190:1997 ou NBR 8800:2008, a Norma Brasileira 6120:1980 Cargas para o cálculo de estruturas de edificações e a Norma Brasileira 6123:1988 Forças devido ao vento em edificações- Procedimento.

Além de normas da ABNT, há manuais e cadernos técnicos que podem servir de referência aos procedimentos técnicos em obras de conservação e restauro em estruturas em madeira. Citam-se nesse sentido o “Manual de Conservação de telhados do IPHAN” (1999) e o “Manual Prático de Conservação de telhados”, “Manual de Conservação Preventiva para Edificações” (2006), os cadernos técnicos do *Programa Monumenta*: O “Manual de elaboração de Projetos” (2005), o “Caderno de Encargos” (2005) e o caderno “Madeira: uso e conservação” (2006). Estas publicações, no entanto, não contemplam o auxílio ao projetista no que diz respeito à escolha da técnica de restauração e nas consequências patrimoniais causadas em função do método escolhido. Esta lacuna é o objetivo maior deste trabalho, esclarecer as opções de técnicas de restauração mais comuns e suas implicações no patrimônio (teóricas e práticas), que são dispostas ao longo do capítulo 5.



## 4.2 PROCEDIMENTOS EM OBRA DE RESTAURAÇÃO DE COBERTURAS COM ESTRUTURAS EM MADEIRA

### 4.2.1 Procedimentos preliminares

Os procedimentos de intervenção podem estar agrupados no grupo das técnicas tradicionais ou no grupo das técnicas modernas, como veremos no capítulo 5. Independentemente da escolha de uma técnica ou outra, há procedimentos a ser executados que são necessários e antecedem essas intervenções. Estes procedimentos preliminares, inclusive, são sugeridos como uma forma de estudo e registro da estrutura original, e são necessários, pois podem interferir na própria escolha da técnica a ser utilizada (tradicional ou moderna).

Os procedimentos aqui sugeridos não são inovadores. Pelo contrário, todos são recomendados pela bibliografia e pelos critérios de intervenção patrimoniais e técnicos, com enfoque nas estruturas em madeira, expostos no item 4.1 deste capítulo. Estão aqui sendo divulgados, pois embora se conheça a maioria dos procedimentos, nem sempre eles são seguidos, lembrados ou estão dentro do apertado cronograma que por muitas vezes uma obra de restauração possui. O esforço de seguir ao máximo estes procedimentos se refletirá em uma adequada justificativa da intervenção, no conhecimento e registro do bem e, a longo prazo, no aperfeiçoamento e na maior utilização das técnicas de inspeção.

#### A. Pesquisa histórica

Como não se preserva nada que não se recorda, antes de qualquer ação é preciso pesquisar sobre a cobertura com estrutura em madeira, a fim de preservar sua memória. O histórico da estrutura e das intervenções efetuadas (se for o caso) deve ser estudado e ser fruto de uma nova documentação, a ser arquivada.

A pesquisa deve ser feita a partir de dados existentes sobre a construção, no local, em órgãos públicos, em museus, bibliotecas, secretarias, arquivos municipais, estaduais, a partir de entrevistas com antigos projetistas e profissionais que trabalharam com a edificação e demais locais que possam ter dados sobre a cobertura. Estes dados podem consistir em fotografias, mapas, plantas, desenhos, informações escritas e depoimentos.

A responsabilidade da pesquisa fica a cargo de arquitetos, engenheiros, técnicos, historiadores e demais profissionais que atuam na área de restauro.

## **B. Levantamento cadastral**

O trabalho de levantamento cadastral de um edifício, por imposição metodológica, antecede a qualquer operação sobre ele, a não ser que exista uma ameaça iminente que coloque em risco a integridade física dos operadores ou do próprio monumento (...). O levantamento cadastral não se constitui em operação compartimentada e estanque, que se encerra com o levantamento rigoroso da geometria do edifício na condição em que foi encontrado. Vai muito mais além. Deve caminhar, à guisa de contraponto da obra, sofrendo atualizações a cada momento em que é encontrada uma informação nova (OLIVEIRA, 2008 p. 29).

Um levantamento cadastral que inclui iconografia real- desenho em escala com todas as cotas e iconografia aparente - fotografias, perspectivas foto realísticas e vídeo é uma fonte importante para o conhecimento do bem e serve de fonte de documentação e de base para as futuras intervenções.

Deve-se buscar a exatidão das medidas, recomenda-se uma limpeza prévia antes dos trabalhos, com a retirada de entulhos. É importante utilizar equipamentos de segurança e dispor das ferramentas e escadas, andaimes, entre outros. O levantamento cadastral de precisão (iconografia real) engloba cobertura fotográfica preliminar, leitura e coleta de informações e imagens antigas, croquis para anotação das medidas e informações, levantamento com anotação das medidas nos croquis e posteriormente de forma gráfica sob meio digital. As dúvidas devem ser anotadas e sanadas em uma nova visitação a edificação. Procedimentos de medições podem ser guiados pelo caderno técnico 7 do IPHAN, de Oliveira (2008). A iconografia aparente pode incluir fotografias, fotogrametria, vídeo e perspectivas foto realísticas.

O levantamento cadastral é realizado, de preferência, pelo projetista de restauro, ou, pelo menos alguém que tenha participação direta nos trabalhos de levantamento cadastral, em função da ótica pessoal de entender o monumento e seus problemas.

A representação de elementos nessa etapa engloba planta de situação, localização e planta de cobertura, detalhes e cortes de elementos. A planta de cobertura, segundo Ferreira (2010), pode ser dividida em “camadas” para facilitar a compreensão, principalmente dos telhados complexos. Pode ser dividida em:

- planta de caibros, ripas beirais, cachorros, contrafeitos;
- planta de cumeeiras, tesouras, terças e frechais;
- planta de barroteamento do forro (se houver) e outros elementos integrados;
- planta de forro, cambotas e guarda-pós.

Perspectivas e fotografias são também ferramentas de auxílio e compreensão importantes. Muitas dúvidas podem ser esclarecidas com essa forma de representação visual (ver como exemplo a figura 28).



Figura 28 - Fotografia da Igreja de São José, SC. Fonte: autora, 2010.

### **C. Inspeção – levantamento de problemas patológicos**

A inspeção tem como objetivo conhecer e coletar o maior número de informações sobre o estado da estrutura. Maragno (2004) divide a inspeção em quatro tipos diferentes:

- i. Inspeção preventiva/ periódica;
- ii. Inspeção condicionada/eventual;
- iii. Inspeção condicionada/ cadastral;
- iv. Inspeção emergencial;

Os dois primeiros tipos de inspeção (i, ii) são aplicados no acompanhamento do desempenho da estrutura de madeira e estão inseridas no item manutenção - procedimentos posteriores.

A inspeção condicionada/cadastral é utilizada para realizar um levantamento cadastral (detalhado no item b do item 4.2.1) e documentar o desempenho da estrutura, podendo ser necessária a

execução de reparos para garantir a segurança da estrutura. Ela é utilizada também quando se quer implantar um novo uso na edificação, com o suporte de cargas não previstas no projeto original e, desse modo, ela funciona como ferramenta de análise da capacidade de resistência da estrutura. Através desta inspeção, poder-se-á concluir se a estrutura necessita de reforço, por exemplo.

A inspeção emergencial é, infelizmente, o tipo de inspeção mais utilizado. Essa inspeção como diz o nome, de caráter emergencial é realizada quando é necessário medidas imediatas, corretivas ou de reforço, ocasionadas tanto por falta de manutenção prolongada da estrutura, quanto por sobrepeso ou colapso, uso inadequado ou ainda causada por fatores acidentais como decorrência de um sinistro.

Estes dois tipos de inspeção requerem um profissional especializado em estruturas de madeira, que avalie o comportamento estrutural da cobertura, tais como a identificação de esforços excessivos.

A inspeção deve englobar a estrutura do telhado como um todo e também seus componentes individuais, desde cada peça de madeira a elementos metálicos, telhas, platibandas, calhas, entre outros.

Nos elementos estruturais, como é o caso das coberturas, deve-se proceder a inspeção interna e externa. Na etapa de levantamento de dados a equipe, de preferência no mínimo três pessoas, deve ter o devido cuidado de utilizar equipamentos de segurança, possuir meios de acesso adequados (escadas, andaimes, entre outros) e de possuir os instrumentos necessários<sup>14</sup>.

Para garantir as condições adequadas de trabalho, pode ser necessária a realização de obras ou intervenções preliminares, como exemplo:

Acesso: instalação de passarelas, andaimes fixos, eliminação de revestimento de cobertura e/ou forros e execução de cobertura provisória para proteção da estrutura antiga, entre outros;

Visibilidade: limpeza com eliminação de poeira, sujeira, materiais em geral, remoção de pintura, quando possível, propiciar iluminação artificial do ambiente de trabalho;

---

<sup>14</sup> Câmera fotográfica para o registro, instrumentos de inspeção como formão, martelo de borracha, lanterna, trenas, nível, luvas, cordas, equipamento de rapel, pochete para liberar as mãos e roupas adequadas, caderno de anotações, caneta, etiquetas, entre outros.

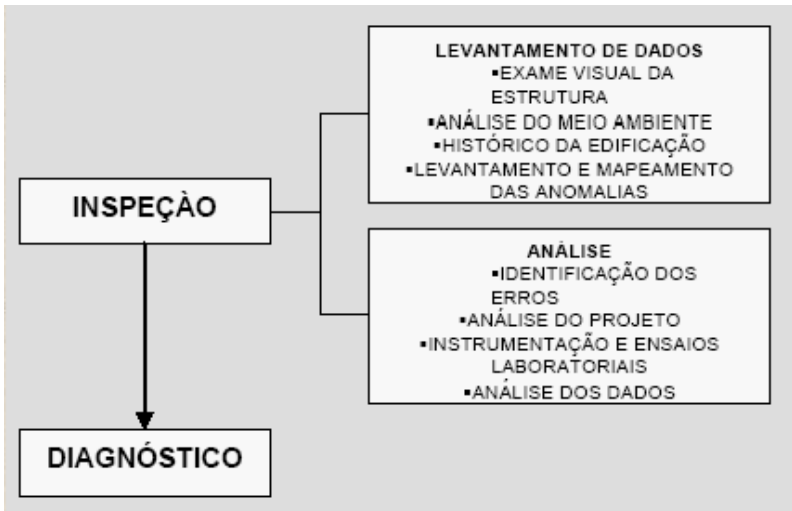


Figura 29 – Esquema que ilustra a etapa de inspeção. Fonte: MARAGNO, 2004.

Na etapa de análise, são verificados o comportamento estrutural, a influência de defeitos ou danos e são utilizados ensaios não destrutivos tradicionais e não tradicionais, quando for necessário, para auxílio à análise e detecção de anomalias ( ver esquema da fig. 29).

Quanto à influência de defeitos ou danos, a análise requer o conhecimento da espécie para identificar a resistência dos elementos. Esta identificação será tratada no item – C.1 - prospecções na madeira. É preciso verificar a influência dos seguintes fatores:

- defeitos como nós ou fendas;
- a gravidade dos danos causados pela biodeterioração;
- teor da umidade da madeira;
- deformações excessivas ou deficiências mecânicas, que podem ser suficientes para a necessidade de reforço ou substituição de peças.

Para a realização da análise, utilizam-se, primeiramente, os chamados ensaios não destrutivos tradicionais. Entre os mais comuns, citam-se:

- percussão com martelo, que pode indicar a presença de galerias de térmitas pela sonoridade diferenciada (ver fig. 30);
- observação visual (ver fig. 31);
- haste metálica para dimensionar a profundidade de danos;
- uso do higrômetro para determinar o teor de umidade da madeira, que pode indicar risco de ataque de fungos ou térmitas;

-retirada de amostras para verificar extensão de danos (furo de no máximo de 20 mm de profundidade).



Figura 30 - Inspeção através de método não destrutivo tradicional utilizando martelo de borracha. Fonte: autora, 2010

Figura 31- Inspeção através de método não destrutivo tradicional. Fonte: Mannucci, 2008

Em segunda instância, se necessário, são utilizados os ensaios não destrutivos não tradicionais, quando não é possível verificar a profundidade e extensão dos danos através dos métodos não destrutivos tradicionais. Entre os mais comuns, citam-se:

-resistência à perfuração controlada, que avalia a densidade média das peças e detecta as variações na densidade que podem indicar fendas ou vazios - exemplo do aparelho Resistograph® (ver fig. 32) ;

-penetração por impacto, que introduz um pino metálico na madeira através de impacto com energia conhecida. Quanto maior a profundidade de penetração,

menor é a dureza do material na direção transversal, o que pode constituir uma medida para avaliar o grau de degradação da madeira - exemplo do aparelho Pilodyn®;

-termografia infravermelha, que detecta a diferença de temperatura da madeira sã e com ataque de insetos (vazios em que a densidade da madeira é nula) ou fungos, onde há a diminuição da sua densidade;



Figura 32 - Inspeção através de método não destrutivo não tradicional utilizando perfuração controlada. Fonte: Valle et. al. (2006)

-radiografia, baseado na mudança de diminuição da radiação eletromagnética (Raios-X ou Gama), causada pela presença de descontinuidades internas, quando a radiação passar pelo material e deixar sua imagem gravada em um filme, sensor radiográfico ou em um intensificador de imagem;

- ensaio com a utilização de ultrassom, que detecta descontinuidades internas no material, baseando-se no fenômeno de reflexão de ondas acústicas, quando as ondas encontram obstáculos à sua propagação no interior do material - exemplo do aparelho Pundit® e Sylvatest®.

O resultado da inspeção, seja ela com a utilização de métodos não destrutivos tradicionais ou não, deve ser documentado com a máxima clareza, já que deve ser compreendida por técnicos especialistas para fazer o diagnóstico. Geralmente é representada por meio de tabelas ou desenhos com legendas e simbologias.

### **C.1. Prospecções na madeira**

Prospecções nos elementos em madeira para identificação botânica são importantes ferramentas para facilitar a conservação e o restauro. Identificando a espécie, sabe-se sua resistência, sua impregnação, sua durabilidade natural, entre outros. É um método que utiliza a retirada de uma amostra localizada em uma área pouco visível da peça, com dimensão de aproximadamente 1 x 1 x 4 cm, com determinado instrumento (ver fig. 33). Dessa amostra, são feitas três lâminas que são desidratadas, coloridas e comparadas em microscópio



Figura 33 – Instrumentos utilizados para a prospecção da madeira. Fonte: Nunes (2006)

de 50x. Em uma obra de valor patrimonial tombada pelo IPHAN, deve-se obter autorização para retirada de amostra.

Como este é um método somente realizado por especialista, a maioria dos restauros ainda utiliza apenas a classificação vulgar, através da visualização da cor, da casca, textura e dureza da madeira. Este método não possui valor científico e deve-se cuidar com as diferentes nomenclaturas de acordo com a região, ao utilizá-lo.

#### **D. Diagnóstico**

É a interpretação dos resultados obtidos com a inspeção, onde se relaciona as possíveis causas dos problemas que resultaram no dano às peças. Todas as informações obtidas na inspeção são relacionadas com o modelo estrutural da cobertura para verificação da capacidade portante da estrutura (ver fig. 34). Nessa etapa é feito o mapeamento e classificação dos danos e é determinada a amplitude e a urgência de intervenção. A classificação dos danos pode ser feita em: insignificante; moderado; grave; muito grave, ou outros graus que o projetista achar mais conveniente (ver fig. 35).

Segundo La Pastina Filho (1999), o diagnóstico deve conter análise individual de cada peça da estrutura com a identificação das patologias e suas causas. Estes dados subsidiarão as medidas a ser tomadas quando da proposta de intervenção. Também deve identificar as possíveis obras anteriores de reforço estrutural.

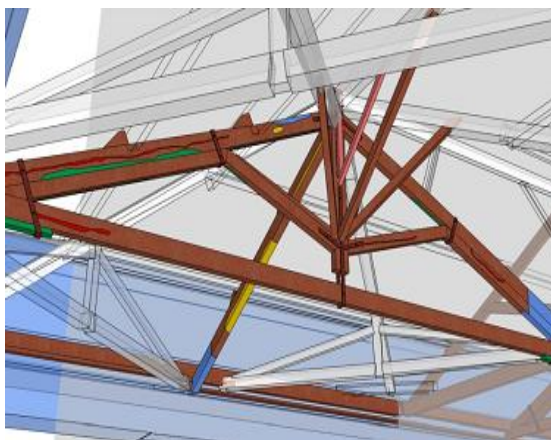


Figura 34 - Perspectiva fotorealística para auxílio de diagnóstico. Fonte: Ferreira (2010)



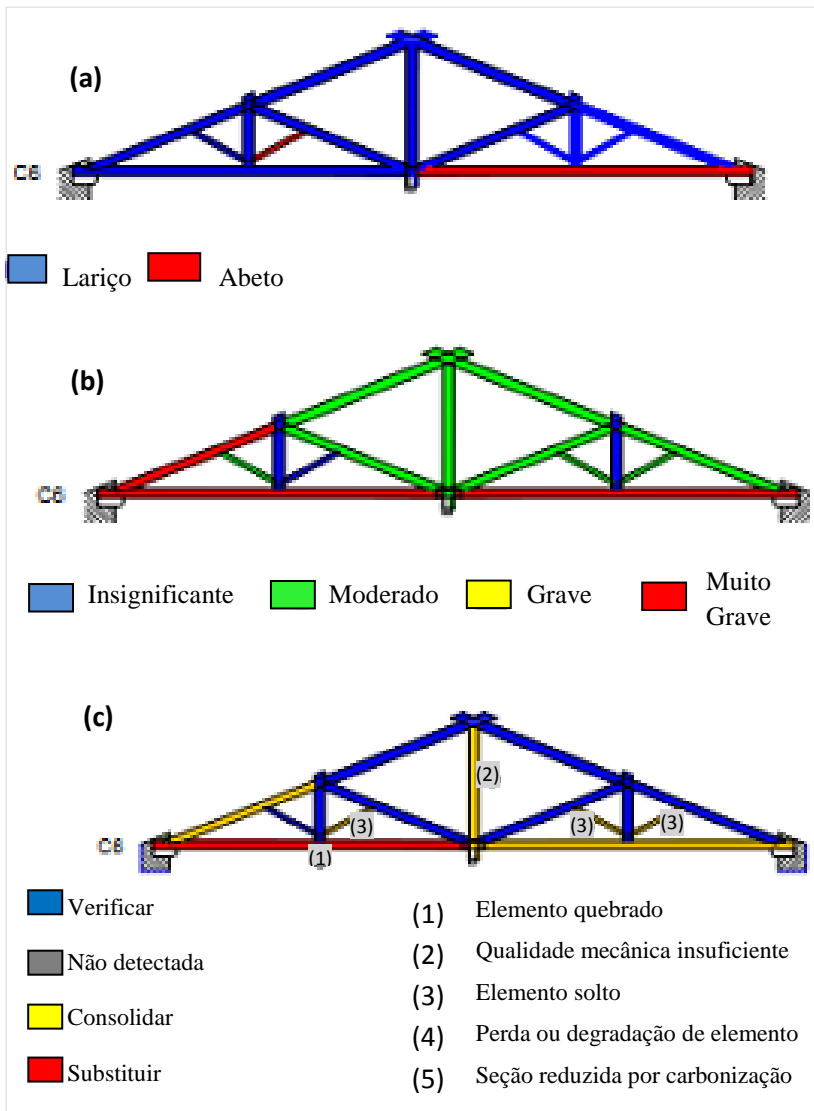


Figura 35 – a) espécies de madeira b) classificação de danos de insignificante a muito grave c) problemas patológicos e medidas curativas. Fonte: Mannucci (2008)

## E. Proposta de intervenção

Nessa fase são determinadas as medidas a aplicar nas peças deterioradas. Estas medidas podem ser divididas em medidas estruturais e construtivas ou medidas de proteção química.

A necessidade de intervenção é julgada com base na verificação dos cálculos de análise estrutural, contando previamente com a identificação botânica das espécies de madeira, da solicitação da carga permanente e accidental. Esta análise estrutural é feita a partir de um modelo da estrutura que analisa os esforços e os deslocamentos de cada tesoura (vide fig.36).

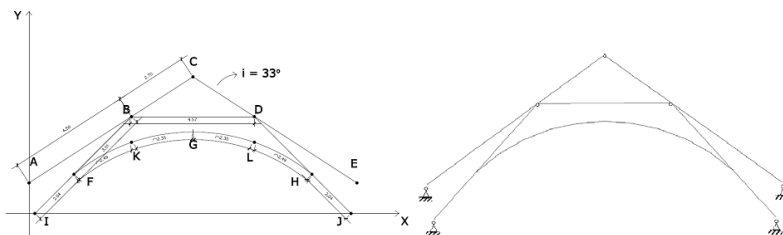


Figura 36 - Modelagem estrutural e vínculos. Fonte: Valle et al. (2010)

Além da análise estrutural é considerada a gravidade do dano e também o vão, as características mecânicas da espécie, as condições de carga e solicitações, posição e extensão do dano (seção mínima resistente).

Segundo o manual de elaboração de projetos do *Programa Monumenta* (2005), a proposta de intervenção divide-se em:

- i. estudo preliminar;
- ii. projeto básico;
- iii. projeto executivo.

As etapas anteriores de pesquisa histórica, levantamento cadastral, inspeção e diagnóstico são fundamentais para o desenvolvimento da proposta de intervenção.

No estudo preliminar (i) é realizada a conceituação e fundamentação da proposta, com a descrição da solução proposta conforme os indícios do diagnóstico. Ele contém o memorial descritivo com a justificativa da intervenção, escolha da técnica, dos materiais e do uso da edificação (se modificará ou permanecerá igual). Contém as especificações preliminares de materiais e serviços, estimativa de custos e desenhos gráficos (plantas, cortes, elevações esquemáticas e perspectivas, entre outros). Este estudo é apresentado aos órgãos

públicos de defesa do patrimônio e ao proprietário da edificação, como prévia do projeto de restauro.

O projeto básico (ii) é mais detalhado que o estudo preliminar e apresenta o memorial descritivo, com a proposta de intervenção, a descrição de materiais e serviços e o anteprojeto, que por meio de representação gráfica expõe os dados obtidos com o diagnóstico (peças danificadas, quantidade a ser substituída, reforçada ou recuperada). Como exemplo, o anteprojeto (ver fig. 37) pode apresentar as tesouras ou elementos estruturais em vista e a representação em cores dos problemas patológicos e as medidas de intervenção propostas.

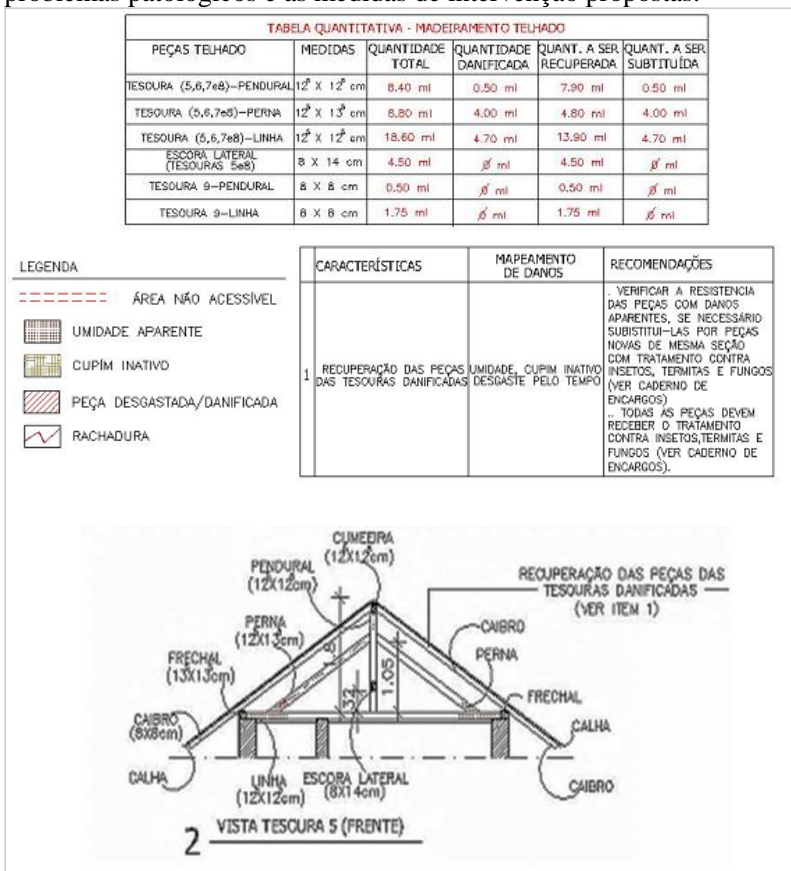


Figura 37- Projeto de restauração de telhado do Chalé do Palácio do Barão do Rio Negro, Petrópolis, RJ. Fonte: BK arquitetos Associados Ltda. apud Ferreira(2010).

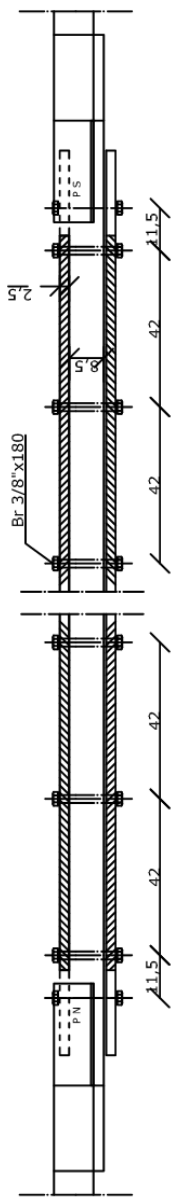
Após a aprovação preliminar do projeto básico junto aos órgãos públicos, ao IPHAN, e demais instituições de preservação, prefeituras, corpo de bombeiros, entre outros, é no projeto executivo (iii) que há a revisão e complementação do projeto básico, com objetivo de execução da obra. São acrescentados detalhes, cortes e indicações de materiais e quantidades (ver fig. 38).

São apresentados novamente e de forma definitiva o memorial descritivo, as pranchas de representação gráfica e também, a planilha orçamentária, o cronograma físico-financeiro e projetos complementares.

Um caderno de encargos específico da restauração da cobertura pode ser muito útil por se tratar de um projeto de restauro, o qual difere de uma obra qualquer. Ele contém descrições detalhadas dos serviços peculiares da obra e pode conter a discriminação de materiais, equipamentos e procedimentos de execução complementares ao estabelecido no Projeto de Encargos do IPHAN (2005).

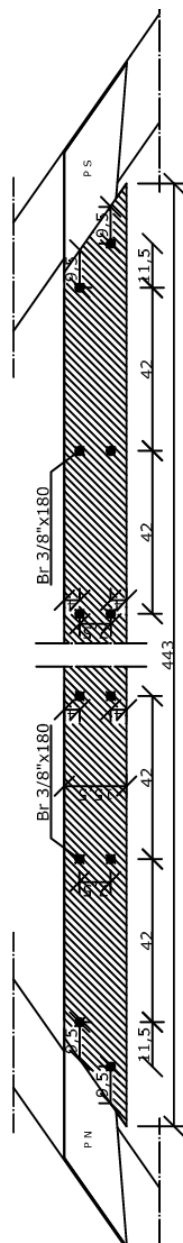
Os projetos complementares, também devem obedecer, segundo o manual de elaboração de projetos de restauro do IPHAN, o critério de mínima intervenção, adequação, compatibilidade e respeito à valorização estética e cultural da edificação. Quando utilizados serviços específicos terceirizados, como serviços de imunização, reforço ou substituição estrutural, instalações elétricas, hidráulicas, mecânicas e de combate a incêndios, entre outros, também devem conter o estudo preliminar (i), projeto básico (ii) e projeto executivo (iii), atendendo as prescrições das leis, códigos ou normas vigentes municipais, estaduais ou federais.

VISTA SUPERIOR  
LINHA 18- DETALHE REFORÇO ESTRUTURAL COM TALAS LATERAIS



▨ TALAS LATERAIS ANGELIM PEDRA 2 x ( 2,5 cm x443cm x 15,5cm )  
22 barras rosçadas diâmetro 3/8 "- 180mm

VISTA LATERAL LINHA 18  
DETALHE REFORÇO ESTRUTURAL COM TALAS  
LATERAIS



▨ TALAS LATERAIS ANGELIM PEDRA 2 x ( 2,5 cm x443cm x 15,5cm )  
22 barras rosçadas diâmetro 3/8 "- 180mm



Figura 38 –Exemplo de projeto executivo de restauro de estrutura de cobertura- Igreja de São José-SC. Fonte: Valle et al. (2010)

#### **4.2.2 Procedimentos em obra**

As possibilidades de intervenção em peças estruturais de cobertura em madeira podem ser resumidas em:

- i. tratamento curativo/preservativo;
- ii. reforço;
- iii. substituição parcial;
- iv. substituição total.

No próximo capítulo deste trabalho (capítulo 5) serão aprofundadas as intervenções mais invasivas (ii, iii, iv). Antes de qualquer execução do projeto de intervenção deve ser eliminado o agente causador dos danos identificados tais como: falta de ventilação, umidade (tanto acidental quanto por percolação do contato da madeira com a alvenaria), reações no contato entre materiais/substâncias (aço e madeira ou da madeira com produtos químicos) ou agentes biodeterioradores.

O tratamento curativo/preservativo (i) se aplica quando a peça estrutural não possui grandes problemas ou deficiências que possam ser causadoras de colapsos estruturais, facilmente sanadas com medidas curativas ou preservativas. Estas medidas, dependendo do caso, podem ser: o simples reparo do entelhamento, do correto dimensionamento e desobstrução de calhas, a separação entre a madeira e o contato com materiais e produtos químicos, o arejamento da cobertura para evitar a condensação e a impregnação com produtos biocidas (ver capítulo 3 item 3.2.1).

Segundo Braga (2003), mesmo em casos em que não há problemas de ataques de organismos xilófagos, devem ser aplicados preservativos nas peças existentes e novas.

Para correção de imperfeições causadas por fendas ou gretas, nivelamento e preenchimento podem ser utilizados a mistura de cola de PVA ou de carpinteiro com serragem ou pó de madeira. Após desta aplicação, pode ser lixada e pronta para o recebimento de acabamento final.

Se os elementos metálicos estiverem oxidados, devem ser colocados novos conectores resistentes à corrosão. Elementos desprendidos devem ser novamente fixados, e elementos indevidos adicionados à estrutura como fiação elétrica e outros, devem ser retirados.

No canteiro de obra, seja qual for o nível de intervenção, é necessário prever:

- o correto armazenamento das peças de madeira em local fresco, ventilado, afastado do intemperismo e com separação entre as peças empilhadas para garantir a aeração;
- o escoramento das peças para prevenir o colapso e garantir a segurança;
- a limpeza e remoção de tratamentos deteriorados (pintura, verniz ou cera);

O acompanhamento da obra é essencial para a boa execução dos serviços de restauração, segundo recomenda a *Carta de Burra* (citada em 1980), com a execução do diário de obra com fotografias e o registro escrito das intervenções, pelo arquiteto. Este diário de obra servirá futuramente como um registro importante a ser disponibilizado no órgão público responsável pela tutela do bem edificado.

Quanto à utilização da técnica de reforço estrutural e substituição (ii, iii e iv), onde são utilizadas novas peças de madeira, o manual de conservação preventiva de edificações do *Programa Monumenta* (2006) conforme a ficha de aplicação técnica TM01 recomenda:

- 1 – solicitar a orientação de um profissional qualificado;
- 2 – a substituição total de uma peça de madeira só deve ocorrer em caso extremo;
- 3 – a reintegração é a intervenção feita no sentido de complementar um pedaço de uma peça danificada ou destruída.
- 4 – adquirir madeiras do cerne, sem sinais de fungos e ou insetos, sem nós, alinhadas e cortadas no sentido das fibras, secas ao ar não em estufas;
- 5 – utilizar madeiras iguais as antigas com as mesmas características mecânicas das encontradas na edificação ou de qualidade superior;
- 6 – fazer as emendas sempre com tarugos e colas. Só em último caso se deve utilizar parafusos de *latão*. Nunca se deve utilizar pregos ou parafusos de *ferro* que sofrem oxidação e irão causar danos ao material;
- 7 – nos casos onde for necessário utilizar chapas ou perfis de *ferro* galvanizado estes deverão ser muito bem tratados para evitar oxidação;
- 8 – as peças novas deverão passar pelo processo de imunização por imersão antes de serem colocadas no edifício.

Hoje em dia, não são mais utilizados parafusos de latão, nem de ferro, como é citado no item 6. Os recomendados são os parafusos de aço inoxidável. Os perfis e chapas, citados no item 7 como ferro galvanizado, atualmente devem ser constituídos de aço galvanizado.

Como será explicado no capítulo 5, as novas peças de madeira devem ser marcadas com data para evidenciar a intervenção.

### 4.2.3 Procedimentos posteriores

#### A. *As Built* – “como construído”

Após a execução do projeto de restauro, em função de fatores não previstos durante a etapa de projeto, pode haver alteração do projeto executivo, sendo necessário um novo registro do resultado final da execução da obra. Ele é feito a partir de um levantamento arquitetônico após o término das obras. Esta documentação gráfica deve ser disponibilizada no órgão responsável pela tutela do patrimônio, para que no futuro, quando houver necessidade de novas intervenções se tenha o registro das alterações realizadas.

“Qualquer intervenção deve ser precedida de um estudo de dados disponíveis. Qualquer transformação de um aspecto do bem deve ser previamente documentada por profissionais de modo a perpetuar o aspecto com exatidão.” *Carta de Burra* (1980).

#### B. Registro

A Carta de Veneza (1964) ressalta a importância da elaboração de documentação precisa com relatórios críticos e analíticos ilustrados com desenhos e fotografias. Todas as fases da execução da obra e a identificação dos elementos técnicos e formais devem ser registradas. Esta documentação deve ser depositada nos arquivos de um órgão público e posta à disposição de pesquisadores, com recomendação para sua publicação. É importante que o diário de obras, com fotografias e descrição sobre os procedimentos realizados, assim como o “*as built*”, além do projeto executivo com memorial descritivo e o estudo preliminar (contendo representação gráfica com o diagnóstico das peças que compõe a estrutura do telhado) estejam disponíveis aos pesquisadores e população em geral em um órgão público, de forma organizada. O ideal seria que todo o registro esteja em um único órgão ou instituto, já que quanto mais informações concentradas da edificação histórica, maior é o conhecimento sobre todas as suas particularidades, colaborando para sua salvaguarda.

Muitas vezes, principalmente quando o bem não é tombado a nível federal, apesar de ser tombado a nível estadual ou municipal, há um descaso com o arquivamento desta documentação. Muitas vezes nos órgãos municipais ou estaduais há o arquivo da pesquisa histórica, mas não das intervenções já realizadas, dificultando o trabalho do restaurador, que precisa começar praticamente do zero a investigação acerca dos restauros realizados.



### C. Manual de uso e conservação (manutenção preventiva)

A restauração preventiva é também mais imperativa, se não mais necessária, do que aquela de extrema urgência, porque é voltada, de fato, a impedir esta última, que dificilmente poderá ser realizada com uma salvaguarda completa da obra de arte. BRANDI (2004, p.102)

A manutenção preventiva prevê a limpeza regular da estrutura, registro do acompanhamento do estado da estrutura e a aplicação de tratamentos preventivos. Sua finalidade é evitar ao máximo a intervenção emergencial e o procedimento de uma nova restauração, como forma de proteger ao máximo a originalidade do patrimônio e de evitar perdas de suporte do bem, com o controle de problemas patológicos. Para que a manutenção na cobertura seja executada, é fundamental que haja acesso interno à estrutura para permitir a inspeção preventiva.

Após a execução do restauro, é indicado se fazer um manual de uso e conservação da edificação, do mesmo modo que é entregue o “memorial do proprietário” em construções novas. Com um manual próprio, a edificação contaria com indicações específicas para sua manutenção.

A regularidade e o nível de exigência de manutenção deverão ser definidos a partir da necessidade da estrutura histórica. Quanto mais antiga e em más condições (pouca ventilação; muita umidade no local; estrutura com estabilidade limitada por defeito da madeira ou da composição estrutural; ou com sinal de ocorrência de biodeterioração), a periodicidade e a agressividade do tratamento preventivo devem ser maiores.

A grande maioria infelizmente não conta com uma publicação específica, e nestes casos recorre-se a manuais do IPHAN que podem auxiliar neste processo (manual de conservação preventiva para edificações e manual de conservação de telhados).

O manual de conservação preventiva para edificações *do Programa Monumenta* (2006) possui um roteiro de inspeções de acordo com possíveis problemas na cobertura. Os problemas indicados são:

- telhas quebradas ou deslocadas;
- presença de vegetação na cobertura;
- presença de galerias de cupim subterrâneo;
- presença de resíduos que indicam a presença de térmitas;

- presença de resíduos e de pequenas perfurações circulares que indicam a presença de brocas;
- excremento de pombos ou de outros animais;
- presença de fungos e apodrecimento(alteração de cor, mofo, cheiro forte e amolecimento);
- falha nos encaixes;
- calhas, condutores e reservatórios entupidos/ com vazamentos;
- fiação elétrica inadequada(fios fora de eletrodutos, sem isolamento);
- inclinação incorreta do telhado(ver se há estagnação de águas pluviais);
- falta ou deficiência na amarração de telhas;
- peças arqueadas;
- presença de rachaduras na argamassa de assentamento de cumeeira/rufos;
- falta de ventilação no desvão do telhado;
- rufos danificados;

No manual de conservação de telhados do IPHAN, La Pastina Filho (1999) organiza por meio de quadros os agentes de deterioração dos telhados, suas consequências no revestimento do telhado, nas estruturas, nos beirais, nos forros e as medidas a serem tomadas. Em outro quadro, relaciona os locais a inspecionar, a periodicidade, quais problemas verificar e quais procedimentos a serem tomados. Abaixo há a exposição dos quadros de La Pastina Filho para as estruturas de madeira do telhado (quadros 5 e 6).

<b>INSPEÇÃO PERIÓDICA/MANUTENÇÃO</b>		
<b>Local a Inspeccionar</b>	<b>Verificar Problemas</b>	<b>Medidas e Procedimentos</b>
Estrutura do telhado e do sistema de sustentação do forro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condições de aeração do desvão.</li> <li>• Identificar eventuais lesões, deformações e desagregações</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar sistema eficiente de ventilação</li> <li>• Corrigir, reforçar, restaurar peças comprometidas</li> </ul>
<b>Periodicidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar infestação de agentes patológicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imunização / controle</li> </ul>
A cada 6 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado de conservação das instalações hidráulica e elétrica.</li> <li>• Condições de higiene e limpeza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrigir eventuais vazamentos ou problemas com a fiação.</li> <li>• Remover detritos maiores, varrer e aspirar.</li> </ul>

Quadro 5- Execução da manutenção preventiva. Fonte: La Pastina Filho (1999)

<b>AGENTES DE DETERIORAÇÃO DOS TELHADOS</b>		
<b>Agentes de Deterioração</b>	<b>Estruturas/Armação</b>	<b>Medidas e Procedimentos</b>
<p>1 – FORÇAS FÍSICAS DIRETAS (choques, vibrações, ventos, raios, circulação sobre o telhado) ⇒ provocam rupturas, deformação, desabamento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abala os nós ou vínculos</li> <li>• Deformação</li> <li>• Desabamento total ou parcial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar segurança</li> <li>• Instalação de para-raios</li> <li>• Controlar do acesso de pessoas ao telhado</li> </ul>
<p>2 – VANDALISMO (objetos atirados sobre telhado, rojões, balões)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risco de incêndio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar vigilância</li> </ul>
<p>3 – INFILTRAÇÃO DE AGUÁS PLUVIAIS OU OUTRAS DECORRENTES DE VAZAMENTO ⇒provocam apodrecimento de peças, favorecem a proliferação de agentes patológicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apodrecimento de peças</li> <li>• Deformação</li> <li>• Desabamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restaurar revestimento das telhas, impedindo infiltrações</li> <li>• Inserir sistema de captação e escoamento de águas de infiltração</li> <li>• Sanar problemas nas instalações hidráulicas</li> </ul>
<p>4 – PRESENÇA DE VEGETAÇÃO, ANIMAIS, INSETOS E MICRO ORGANISMOS (pássaros, morcegos, roedores, cupim, brocas, fungo, mofo) ⇒ causam obstrução do sistema de escoamento de águas. ⇒ atacam e destroem as peças de madeira.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infestação e perda de seção útil</li> <li>• Perda da eficiência dos nós.</li> <li>• Ruptura</li> <li>• Deformação</li> <li>• Desabamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoção de vegetação e de animais vivos ou mortos</li> <li>• Instalar sistema de proteção para impedir a entrada de animais</li> <li>• Estabelecer programa de eliminação e controle de pragas</li> </ul>

Quadro 6- Execução da manutenção preventiva. Fonte: La Pastina Filho (1999)



## 5. CRITÉRIOS PATRIMONIAIS X CRITÉRIOS DE INTERVENÇÃO

### 5.1 SINTESE DE CRITÉRIOS DE INTERVENÇÃO

Apesar da existência de recomendações do ICOMOS, das teorias de restauração e das cartas patrimoniais internacionais, revisadas brevemente no texto do capítulo 2, não existe uma normalização específica que regule a prática de intervenções em estruturas de madeira antigas. A inexistência de normas diretas para execuções de intervenções no patrimônio construído deve-se ao fato de que cada caso de intervenção é único e deve ser realizado de acordo com o seu contexto, devido à sua complexidade histórica. Segundo a Superintendente Regional da 12ªSR/ IPHAN, a Arquiteta Ana Lúcia Meira *apud* Costa (2005), afirma que as teorias de restauro de Cesare Brandi, são as mais completas e atuais e seus critérios são usados pelo IPHAN na análise de obras de restauração.

Utilizando a teoria de Brandi como base, afirma-se que cada caso de restauração deve ser tratado como um caso à parte e não um elemento de uma série, pelo próprio conceito de obra de arte como única, por sua singularidade não repetível, sendo necessária a regulamentação dos princípios definidos.

Este princípio, porém, não impede que a intervenção seja guiada por reconhecidos critérios teóricos e técnicos na área da preservação do patrimônio e da conservação de estruturas de madeira antigas. Estes critérios fundamentam e justificam as ações de intervenção, orientam e proporcionam o suporte técnico necessário aos profissionais envolvidos.

#### 5.1.1 Critérios patrimoniais: teóricos e técnicos

Entende-se por critérios teóricos os princípios conceituais que são indicados quando se trata de preservação do patrimônio, de maneira geral. Os critérios técnicos são os que indicam diretrizes para ações de intervenções, com foco nos princípios e diretrizes válidos para intervenções em estruturas históricas em madeira. Estes dois tipos de critérios serão expostos a seguir, retirados das recomendações contidas em reconhecidos documentos de preservação,

As Cartas Internacionais aqui selecionadas e dispostas cronologicamente são as que tratam de modo específico a ação da restauração, contendo recomendações que englobam a totalidade da

edificação, não apenas às estruturas históricas em madeira, mas que também se aplicam a estas.

***Carta de Atenas (1931)***

*1ª Conferência Internacional sobre os monumentos históricos*

*Recomendações:*

- a) ressalta a importância da manutenção permanente na edificação, visando o mínimo de intervenção;
- b) respeito às fases estilísticas da edificação;
- c) aceitação de emprego de materiais e técnicas modernas sem alteração do aspecto do edifício;
- d) distinção entre materiais novos e antigos, de forma harmoniosa;

*Palavras-chaves: manutenção permanente (a), intervenção mínima (a), autenticidade (b, c), distinção harmoniosa (d).*

***Carta de Veneza (1964)***

*2º Congresso Internacional de arquitetos e técnicos dos Monumentos Históricos- ICOMOS*

*Recomendações:*

- a) destaca a importância da conservação e restauração como salvaguarda da obra de arte e do testemunho histórico;
- b) quando as técnicas tradicionais se revelarem inadequadas, a consolidação do monumento pode empregar técnicas modernas comprovadamente eficazes pela experiência ou por dados científicos;
- c) a substituição de partes faltantes de elementos (anastilose) deve integrar-se de forma harmoniosa ao conjunto, mas distinguindo-se das partes originais evitando o falso histórico;
- d) todo o trabalho complementar reconhecido como indispensável por razões estéticas ou técnicas será destacado da composição arquitetônica e deverá ter a marca do nosso tempo;
- e) todas as épocas e fases do monumento devem ser respeitadas;
- f) ressalta a importância da elaboração de documentação precisa com relatórios críticos e analíticos ilustrados com desenhos e fotografias. Todas as fases da execução da obra e a identificação dos elementos técnicos e formais devem ser registradas. Esta documentação deve ser depositada nos arquivos de um órgão público e posta à disposição de pesquisadores, recomendando a sua publicação;

*Palavras-chaves: importância da ação de conservação (a), autenticidade (e), distinção harmoniosa (c, d), intervenção mínima (d), durabilidade (b), importância da documentação (f).*

### ***Carta do Restauro (1972)***

*Ministério de Instrução Pública da Itália*

*Recomendações:*

- a) condena a adição estilística inclusive quando existir documentação histórica acerca do que foi ou deveria ter sido o aspecto final do edifício;
- b) desaprova remoções ou demolições que alterem a legibilidade da trajetória da obra ao longo do tempo, a não ser em casos em que houve adições ou alterações que alteraram o valor histórico da obra;
- c) recomenda que os acréscimos e reintegrações de pequenas partes sejam executados de forma harmoniosa embora com material diferenciado, facilmente distinguível com o olhar, com marcação de datas nas novas peças;
- d) não inviabilizar novas intervenções quando estas forem necessárias;
- e) qualquer intervenção deve ser previamente estudada e justificada por escrito, incluindo um diário do seu desenvolvimento com documentação fotográfica de antes, durante e depois da intervenção. Documentar todas eventuais investigações e análises científicas;
- f) realização de um exaustivo estudo sobre o monumento previamente ao projeto de restauro;
- g) execução a cargo de empresas especializadas, por orçamento e não por empreitada<sup>15</sup>, quando possível, e a constante supervisão das obras;

*Palavras-chaves: autenticidade (a, b), distinção harmoniosa (c), reversibilidade (d), importância da documentação (e), importância do registro e estudo prévio (f), importância da execução por profissionais e do serviço por orçamento e não por empreitada (g).*

---

<sup>15</sup> Entende-se que o serviço por orçamento, com preços unitários é o mais indicado em obras de restauração em função das especificidades das etapas de um restauro, e não é indicado o serviço por empreitada, com orçamento global, que pode excluir etapas importantes no processo de restauração.

***Carta de Burra (1980)***

*Reunião do ICOMOS - Austrália*

*Recomendações:*

- a) não admite a retirada de um conteúdo ao qual o bem deve uma parte da sua significação cultural, a menos que represente o único meio de assegurar a salvaguarda e a segurança deste conteúdo, devendo assim, ser restituído;
- b) para a execução da restauração é preciso conhecer dados suficientes que testemunhem o estado anterior do bem e garantir a disponibilidade de recursos necessários para a empreitada;
- c) a restauração possui função didática de ressaltar novos aspectos em relação à significação cultural do bem, com respeito aos testemunhos e parar onde começar a hipótese;
- d) restaurar pode implicar repor elementos desmembrados ou retirar adições de pouca importância ou para fins de preservação do bem;
- e) respeito às contribuições de cada época;
- f) qualquer intervenção deve ser precedida de um estudo de dados disponíveis. Qualquer transformação de um aspecto do bem deve ser previamente documentada por profissionais de modo a perpetuar o aspecto com exatidão;
- g) qualquer ação de conservação deve constar em uma proposta escrita com justificativa das ações a serem tomadas com provas documentais de apoio;
- h) alerta para a responsabilidade de profissionais no acompanhamento das obras e recomenda implementar o diário de obra;
- i) toda a documentação deve ser arquivada em um órgão público e ser disposta à população.

*Palavras-chaves: autenticidade (a, c, d, e), caráter didático(c), intervenção mínima(c), importância do registro e estudo prévio (b, f), importância da execução por profissionais(h), importância da documentação (i, g).*



<b><i>Declaração de Tlaxcala (1982)</i></b>
<i>Reunião do ICOMOS – Trinidad/México</i>
<i>Recomendações:</i>
<p>a) que a utilização de materiais regionais e a conservação das técnicas de construções tradicionais de cada região não entrem em contradição com a teoria geral de evidenciar nas intervenções a marca do nosso tempo;</p> <p>b) o esforço para identificar, encorajar, manter em vigor e reforçar no espírito das comunidades o prestígio e o valor do uso de materiais e técnicas tradicionais, justamente onde eles existem, é urgente;</p> <p>c) premiar e encorajar a competência artesanal da construção.</p>
<i>Palavras-chaves: identificação e valorização de tradições e técnicas culturais locais (a, b, c)</i>

<b><i>Documento de Nara sobre a Autenticidade (1994)</i></b>
<i>Reunião do ICOMOS – Nara/Japão</i>
<i>Recomendações:</i>
<p>a) considera a autenticidade na prática da conservação como a iluminação da memória coletiva da humanidade;</p> <p>b) promover ativamente a proteção e valorização da diversidade cultural e patrimonial como aspectos essenciais do desenvolvimento humano;</p> <p>c) a autenticidade aparece como fator essencial de respeito aos valores atribuídos ao patrimônio. Sua compreensão é essencial no planejamento da conservação e do restauro e na documentação;</p> <p>d) cada cultura possui diferentes valores atribuídos e, por isso, os valores devem ser julgados dentro do contexto cultural que pertencem;</p> <p>e) o reconhecimento da natureza dos valores de cada cultura e a sua credibilidade e veracidade devem ser urgentemente estabelecidos;</p> <p>f) construção de um consenso multidisciplinar e comunitário de respeito dos valores atribuídos;</p>
<i>Palavras-chaves: autenticidade (a, c) respeito à diversidade(b), respeito aos valores culturais atribuídos (d, e, f)</i>

***Carta de Brasília (1995)***

*Documento regional do Cone Sul sobre autenticidade - Brasil*

*Recomendações:*

- a) declara que o tema da autenticidade passa pelo da identidade do país que além de não ser único, é mutável e dinâmico, reconhecendo os valores das maiorias e das minorias;
- b) o significado da autenticidade transmite a ideia da verdade. Um bem autêntico existe quando há correspondência entre o objeto material e seu significado;
- c) afirma que uma parte importante do nosso patrimônio, especialmente a que diz respeito à arquitetura vernácula e tradicional é constituída por materiais efêmeros por natureza, como a terra, os elementos vegetais, a madeira, etc. Nestes casos, admite a renovação de práticas evolutivas em continuidade cultural como a substituição de alguns elementos através de técnicas tradicionais que resultam em uma resposta autêntica;
- d) para conservação da autenticidade, deve-se identificar as tradições culturais locais, reconhecendo e valorizando de forma global e particular seus componentes, estudando técnicas apropriadas para a preservação destes;
- e) a intervenção contemporânea deve assinalar a autenticidade do caráter do edifício, enaltecendo seus valores;
- f) admite novos usos para o edifício, desde que haja um reconhecimento preliminar e diagnóstico das intervenções compatíveis. O fundamental é a qualidade da intervenção, a reversibilidade dos novos elementos introduzidos e sua harmonia com o conjunto;

*Palavras-chaves: autenticidade (a, b, e), substituição de materiais efêmeros com uso de técnicas tradicionais (c), identificação e valorização de tradições e técnicas culturais locais (d), reversibilidade e harmonia de novos elementos (f).*

<b><i>Carta de Cracóvia (2000)</i></b>
<i>Conselho Internacional sobre Conservação - Polônia</i>
<p><i>Recomendações:</i></p> <p>a) o projeto de restauro se inscreve numa estratégia para conservação do patrimônio em longo prazo. Este projeto deve ser baseado em um conjunto de opções técnicas apropriadas e pode incluir o estudo de materiais tradicionais ou novos, o estudo estrutural, análises gráficas e dimensionais e a identificação da sua significação histórica. O projeto de restauro deve ser multidisciplinar e a restauração deve ser coordenada por um especialista;</p> <p>b) respeito a todas as fases construtivas do edifício;</p> <p>c) as técnicas de restauração devem ser atreladas a um estudo multidisciplinar sobre materiais e tecnologias utilizadas na construção, reparação e no restauro do patrimônio edificado. A intervenção escolhida deve respeitar a função original e assegurar a compatibilidade com os materiais, estruturas e os valores arquitetônicos;</p> <p>d) Novos materiais devem ser rigorosamente testados e deve se estimular o conhecimento das técnicas tradicionais de construção e sua manutenção na sociedade contemporânea, considerando-as como um importante componente da preservação do patrimônio;</p> <p>e) ressalta a importância da formação de especialistas em conservação, técnicos e da qualidade da mão de obra.</p>
<p><i>Palavras-chaves: durabilidade (a, d), multidisciplinaridade (a), importância da execução por profissional e da qualidade da mão de obra (a, e), importância do estudo prévio (a, c), autenticidade (b), compatibilização (c), importância da manutenção de técnicas tradicionais (d).</i></p>

Após a compilação dos princípios defendidos pelas cartas internacionais que tratam da restauração, pode-se perceber a difusão de recomendações análogas. Estas recomendações estão dispostas no quadro 7 a seguir.

<b><i>Cartas Patrimoniais - súmula</i></b>	<b><i>Princípios e Recomenda�es</i></b>
I. Respeito às fases estilísticas e construtivas do edifício;	<i>- Autenticidade</i>
II. Importância da manuten�o, conserva�o e restaura�o como salvaguarda do monumento;	<i>-Importância da manuten�o e da documenta�o</i>
III. Importância da investiga�o multidisciplinar dos materiais e tecnologias, de um estudo exaustivo e da documenta�o com a proposta escrita com justificativa das a�es, com fotografias antes, durante e depois, como provas documentais, assim como o registro das investiga�es e eventuais análises científicas ,com sua disposi�o em um órgão público;	<i>-Multidisciplinaridade -Importância do registro e estudo prévio</i>
IV. Deve-se estimular o conhecimento de técnicas tradicionais e sua manuten�o, pois são um componente importante da preserva�o do patrimônio. Há aceita�o de técnicas modernas para consolida�o do edifício quando as técnicas tradicionais se mostrarem ineficazes, de modo a não alterarem o aspecto do edifício, que sejam comprovadas cientificamente. A interven�o escolhida deve respeitar a fun�o original e assegurar a compatibilidade com os materiais, estruturas e os valores arquitetônicos;	<i>-Importância de manter técnicas tradicionais -Durabilidade -Compatibilidade</i>
V. Quando houver pequenas partes faltantes � permitida a substitui�o ou adi�o de peças, de forma harmoniosa com o conjunto, porém distinguindo-se das peças originais, com diferencia�o de materiais sem falsear a história, facilmente distinguível com o olhar, com marca�o de datas nas novas peças;	<i>-Distin�o harmoniosa</i>

VI.	A adição de novos componentes, quando estes forem indispensáveis por razões técnicas ou estéticas, deverá destacar-se do restante da composição original, de forma a serem legíveis como componentes atuais;	-Autenticidade -Distinção harmoniosa -Intervenção mínima
VII.	Não permite a adição estilística acerca do que foi ou deveria ter sido o aspecto final do edifício;	-Autenticidade
VIII.	Admite a retirada de adições ou alterações que modificaram o valor histórico do bem, para fins de preservação;	-Autenticidade
IX.	Qualquer restauração não deve inviabilizar novas ações de intervenções, ter função didática de ressaltar a significação cultural do bem, conhecendo e respeitando os testemunhos do seu estado anterior e parar onde começar a hipótese;	-Autenticidade -Reversibilidade -Caráter didático
X.	Não permite a retirada de um conteúdo que faça parte do valor cultural do bem, a não ser em casos que seja o único meio de salvaguarda do patrimônio, devendo ser restituído. Qualquer transformação de um aspecto do bem deve ser previamente documentada por profissionais de modo a perpetuar o aspecto com exatidão;	-Importância da manutenção e da documentação
XI.	Ressalta a importância da formação de especialistas em conservação, técnicos e da qualidade da mão de obra, com a indicação de serviço por orçamento e não por empreitada.	-Importância da execução por profissional e do serviço por orçamento e não por empreitada
XII.	Deve-se promover e valorizar a diversidade cultural e patrimonial.	- Respeito à diversidade
XIII.	Reconhecer e construir um consenso multidisciplinar sobre os valores atribuídos ao patrimônio, dentro do contexto cultural a que pertencem.	- Respeito aos valores culturais

Quadro 7- Súmula de princípios e recomendações das Cartas Patrimoniais.

Fonte: autora, 2011.

Os próximos documentos que serão apresentados são os que tratam de modo específico a preservação de estruturas históricas em madeira, dispondo princípios para a intervenção e para medidas corretivas.

***Princípios para a preservação das estruturas históricas em madeira (ICOMOS-1999)***

Antes de dispor as suas recomendações, o documento preconiza respeitar e aplicar as doutrinas gerais das cartas de Veneza, de Burra, UNESCO e ICOMOS na proteção e preservação de estruturas históricas em madeira. Reconhece a importância das estruturas históricas em madeira como parte do patrimônio cultural mundial, sua crescente escassez, vulnerabilidade, diversidade de espécies e qualidades de madeira e de tipos de estruturas. Aqui serão descritas as principais recomendações para intervenções:

**Inspeção, registro e documentação**

1. Ressalta a importância do registro da condição da estrutura antes da intervenção e dos materiais usados nos tratamentos. Toda a documentação e amostras de partes removidas da estrutura devem ser catalogadas, com a informação sobre a tecnologia tradicional utilizada e incluir a justificativa para a escolha do material e da técnica utilizada na intervenção;
2. Documentar as causas da degradação e ruína estrutural, por meio de um diagnóstico profundo, que pode incluir evidências documentais, inspeções físicas e análises com utilização de métodos não destrutivos. Pode englobar medidas de emergência com intervenções pontuais;

**Intervenções**

3. O objetivo principal da preservação e conservação é manter a autenticidade histórica e a integridade do patrimônio cultural;
4. A intervenção proposta deve de preferência usar meios tradicionais, ser reversível se for tecnicamente possível ou pelo menos não prejudicar futuros trabalhos de preservação quando estes forem necessários, além de não inviabilizar o acesso às modificações incorporadas na estrutura;
5. Adotar o princípio da intervenção mínima, o que não exclui a possibilidade se necessário, de seu desmantelamento e sua posterior remontagem para sua reparação;
6. Considerar a estrutura histórica como um todo, e preservar o

máximo possível de material existente, incluindo os acabamentos superficiais. Se necessário devem ser reproduzidos os materiais, técnicas e texturas originais;

7. O objetivo da restauração é conservar a estrutura histórica e sua capacidade resistente e revelar seus valores culturais, melhorando a legibilidade de sua integridade histórica, do seu estado anterior e do projeto, conforme indicado nos artigos 9-13 da Carta de Veneza. Membros removidos e outros componentes da estrutura histórica devem ser catalogados, e exemplares característicos devem ser mantidos em armazenamento como parte da documentação;

#### Reparação e substituição

8. Quando for necessária a substituição de membros degradados ou danificados, pode ser utilizada a madeira de substituição, desde que os novos membros utilizem a mesma espécie de madeira ou de melhor qualidade, devendo abranger características naturais semelhantes. A tecnologia construtiva e a manufatura devem, se possível, corresponder às originais e os pregos e materiais secundários devem ser reproduzidos;
9. Os novos membros ou partes dos membros devem ser distinguidos dos existentes. Não se deve reproduzir a degradação natural ou deformação dos membros substituídos. Métodos tradicionais ou modernos podem ser usados para aproximar a cor do antigo e do novo, desde que não prejudique ou degrade a superfície da madeira;
10. Os novos membros ou partes dos membros devem ser marcados de modo discreto com gravação na madeira para sua identificação;

#### Materiais e tecnologias contemporâneas

11. Os materiais contemporâneos, como resinas epóxi, e técnicas, como o reforço com aço estrutural, devem ser escolhidos e utilizados com o máximo de cuidado e apenas nos casos em que a durabilidade e o comportamento estrutural dos materiais e técnicas de construção foram satisfatoriamente comprovados para longos períodos. Instalações como de aquecimento e de sistemas de prevenção de incêndio devem ser instalados com o devido respeito da importância histórica e estética da estrutura ou do sítio;

12. O emprego de preservantes químicos deve ser cuidadosamente controlado e monitorado, e só deve ser usado quando existirem garantias de benefício, quando a segurança pública e ambiental não forem afetadas, e quando a probabilidade de eficácia a longo prazo for significativa;

#### Monitorização e manutenção

13. Adotar estratégia de monitorização e manutenção das estruturas históricas em madeira;

*Palavras-chaves: importância do registro e documentação (1), importância do diagnóstico e da inspeção (2), autenticidade (3), preferência ao emprego de técnicas tradicionais (4, 6), reversibilidade (4), intervenção mínima (5), caráter didático (7), substituição com madeira igual ou de melhor qualidade-durabilidade (8), distinção harmoniosa com marcação de peças novas (9, 10), técnicas contemporâneas devem ser utilizadas com o máximo cuidado e com comprovada durabilidade (11), controle de substâncias químicas preservantes com uso benéfico e eficaz (12), importância da manutenção e monitorização de estruturas (13).*

### ***Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico (ICOMOS-2001)***

Aqui será descrita as principais recomendações descritas neste documento que se divide em três partes: princípios, diretrizes e glossário. O enfoque para compilação das recomendações é nas diretrizes para as medidas corretivas a serem aplicadas na restauração estrutural em madeira.

#### Princípios gerais:

1. A restauração estrutural em patrimônio arquitetônico não é um fim por si mesmo, mas um meio para preservação do edifício como um todo;
2. Nenhuma ação deve ser realizada sem primeiramente averiguar os possíveis benefícios e danos ao patrimônio arquitetônico, exceto em casos onde medidas urgentes de salvaguarda são necessárias para evitar o colapso iminente das estruturas. Estas medidas urgentes, contudo, devem, quando possível, evitar modificar a estrutura de maneira irreversível;



3. Estruturas deterioradas devem ser reparadas em vez de substituídas sempre que possível;

Diretrizes- Medidas corretivas na restauração estrutural em madeira:

4. As operações preliminares devem identificar as espécies, que são diferentemente suscetíveis a ataques biológicos, e avaliar a capacidade resistente dos elementos individuais;
5. Quando são introduzidos materiais de reforço ou de consolidação, sua compatibilidade com a estrutura de madeira deve ser verificada. Por exemplo, ligações de aço são susceptíveis à corrosão em associação a algumas espécies de madeira, devendo ser usados aços inoxidáveis. As intervenções não devem impedir a respiração da madeira;
6. Como muitas estruturas de madeira foram originalmente pré-fabricadas, a desmontagem parcial ou completa pode facilitar um reparo efetivo;
7. A madeira é na maioria das vezes usada para formar estruturas em pórticos ou tesouras onde os principais problemas são geralmente relacionados às falhas locais nos nós. As medidas de reparo mais comuns consistem em reforçar os nós ou adicionar elementos diagonais suplementares, quando for necessário, para melhorar a estabilidade às forças laterais;

*Palavras-chaves: Intervenção mínima (1, 3), reversibilidade (2), identificação botânica e avaliação estrutural (4), compatibilização (5), possibilidade de desmontagem e remontagem (6), avaliar nós e estabilidade lateral (7).*

No quadro 8 abaixo, são resumidas as recomendações e os princípios patrimoniais teóricos e técnicos contidos nos documentos do ICOMOS. É importante diferenciar princípios de recomendações: os princípios norteiam as ações de intervenção, são as diretrizes e, portanto têm caráter prioritário com relações às recomendações. As recomendações possuem ordem prática e generalista, indicadas como metodologias a serem executadas após a conformidade com os princípios patrimoniais.

<b>Recomendações dos documentos ICOMOS para estruturas em madeira</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. importância do registro e documentação;</li> <li>2. importância do diagnóstico e da inspeção;</li> <li>3. substituição com madeira igual ou de melhor qualidade-durabilidade;</li> <li>4. técnicas contemporâneas devem ser utilizadas com o máximo cuidado e comprovação de durabilidade;</li> <li>5. controle de substâncias químicas preservantes com uso benéfico e eficaz;</li> <li>6. importância da manutenção e monitorização de estruturas;</li> <li>7. identificação botânica e avaliação estrutural;</li> <li>8. possibilidade de desmontagem e remontagem;</li> <li>9. avaliação de nós e da estabilidade lateral;</li> <li>10. caráter didático;</li> </ol>
<b>Princípios dos documentos ICOMOS para estruturas em madeira</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>I. autenticidade;</li> <li>II. preferência ao emprego de técnicas tradicionais;</li> <li>III. distinção harmoniosa com marcação de peças novas;</li> <li>IV. reversibilidade;</li> <li>V. intervenção mínima;</li> <li>VI. compatibilização;</li> </ol>

Quadro 8- Recomendações e os princípios do ICOMOS. Fonte: autora, 2011

## 5.2. TÉCNICAS DE INTERVENÇÃO E CONSEQUENCIAS NO PATRIMÔNIO

A partir da revisão dos critérios patrimoniais e técnicos recomendados em documentos internacionais de preservação, expõem-se aqui as soluções técnicas mais comuns empregadas em intervenções nas estruturas antigas de cobertura em madeira, a fim de confrontá-las e expor as consequências vantajosas e os inconvenientes a ela atrelados. Estas soluções técnicas se dividem em duas correntes gerais que são opostas. Segundo Ferreira (2010) e como apontado no artigo 10º da Carta de Veneza, estas correntes seriam:

- a) Uso de técnicas ou materiais tradicionais: métodos de intervenção que utilizam o material tradicional, original de constituição (madeira) para o reforço ou para a substituição de peças;
- b) Uso de técnicas ou materiais contemporâneos: métodos de intervenção que utilizam algum material contemporâneo, não existente na época de construção da edificação tanto para o reforço quanto para a substituição de peças originalmente em madeira;

A corrente que defende o uso de técnicas ou materiais tradicionais é justificada pela importância ressaltada nos documentos de preservação, de se preservar o aspecto original característico da estrutura, e de se preservar o testemunho da técnica antiga, a autenticidade, tais como ensambladuras e encaixes, que nos dias atuais não são mais executados. Outra questão é a garantia da compatibilidade do material com a estrutura já existente, já conhecida sua durabilidade e resistência natural. Já a vertente que defende o uso de materiais contemporâneos, justifica-se, também com base em documentos de preservação, alegando que é importante diferenciar os materiais novos dos antigos, a fim de não falsear a história.

Sabendo da existência destas correntes antagônicas, e com o respeito à escolha de cada projetista frente à situação de restauro da estrutura de cobertura, o que se pretende, aqui, é ilustrar as consequências causadas na preservação do patrimônio por cada solução técnica empregada, a fim de torná-las evidentes e assim, auxiliar nesta importante decisão.

Segundo Lopes (2007), como visto anteriormente no capítulo 3 e como se observa na fig.39, os problemas que mais atingem a estrutura de cobertura são:

- seção insuficiente;
- deformações excessivas;
- falhas nas uniões;
- problemas nos apoios;
- deficiências ou inexistência de contraventamento;
- empenamento e fendas;
- encurvadura.

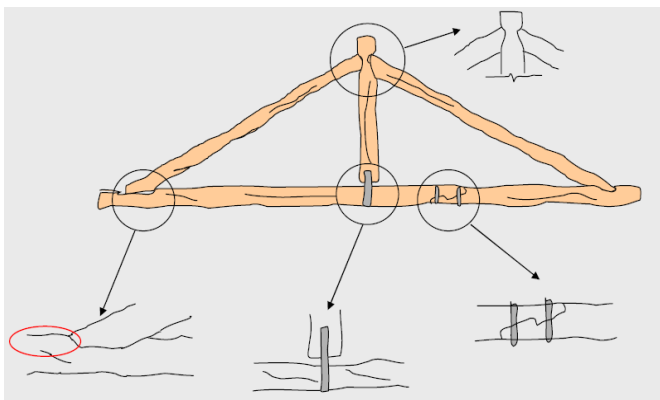


Figura 39 – Pontos críticos das tesouras em madeira.  
 Fonte: Vázquez (2007)

Para estes problemas listados, há diversas soluções técnicas possíveis que são, pelo autor, enumeradas e pormenorizadas. Aqui, se fará uma súmula das soluções mais comuns empregadas, de acordo com a classificação de nomenclatura escolhida pela presente pesquisa,

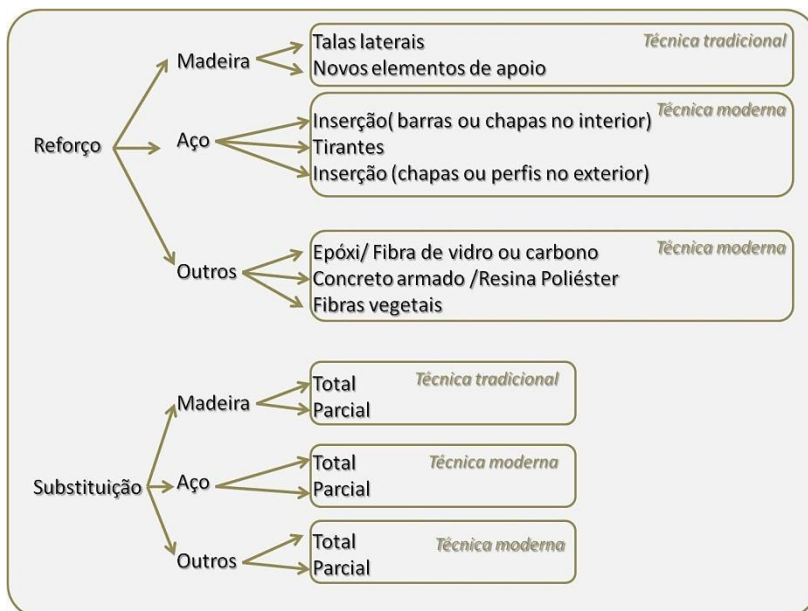


Fig. 40. Esquema de tipos de técnicas de intervenção mais comuns e a divisão entre tradicional e contemporânea. Fonte: autora, 2011.

descritos na fig. 40.

- Substituição total: por nova(s) tesoura(s) de aço, de madeira ou por outros materiais contemporâneos como Madeira Laminada Colada, e concreto armado;
- Substituição parcial: por novo(s) elemento(s) - perna, escora, linha, etc.- ou com a utilização de prótese(s) de madeira ou de aço nos elemento(s);
- Reforço com: madeira (talas laterais ou novos elementos de apoio), aço (inserção de barras ou chapas de aço no interior da madeira ou de tirantes, perfis e chapas metálicas no exterior) e outros (aplicação de resina epóxi ou fibra de vidro e inserção de elementos metálicos, inserção interna de laminados de fibra de carbono, reforço com uso de concreto armado, preenchimento com resina de poliéster ou cola PVA ou uso de fibras vegetais como a do bambu, etc.).

É de suma importância identificar e eliminar as causas exteriores que originaram a deterioração, caso contrário, novas deteriorações surgirão e demandarão novas intervenções, tornando a solução técnica pouco eficaz.

### **5.2.1. Substituição total**

a) O que é:

Entende-se por substituição total a técnica que substitui uma ou mais unidades de elementos estruturais de cobertura constituídas em madeira ou, de uma maneira mais invasiva, que substitui todas as unidades que compõe a estrutura de cobertura.

b) Quando utilizar:

Esta técnica deve ser considerada secundária com relação à reparação, a consolidação e o reforço estrutural, como preconizado nos critérios patrimoniais. É utilizada quando há perda significativa de seção dos elementos em madeira com função estrutural, causada por agentes biológicos, entre outros.

c) Por que utilizar:

Por questões de segurança do patrimônio edificado e de seus usuários, preferencialmente quando não se constata alternativa técnica viável.

d) Quem:

O cálculo da deficiência estrutural do elemento antigo em madeira deve ser realizado por um engenheiro de estruturas que constatará a obrigatoriedade de haver substituição, no caso de

comprometimento e, no caso positivo, este profissional calculará uma nova tesoura.

e) Considerações gerais:

Assim como qualquer intervenção, segundo as recomendações do ICOMOS, a documentação é fundamental, tanto antes quanto durante a obra, com registro fotográfico das etapas da execução e sua descrição escrita, com justificativa da escolha, como depois da execução, com o “*as built*” (segundo descrito no capítulo 4). A disponibilização desta documentação ao público deve estar prevista, com seu arquivamento em órgão público responsável.

A substituição total pode, em certos casos, comprometer outros elementos originais da edificação, como forros, alvenarias, entre outros, sendo então indispensável à avaliação da consequência dessa ação para os elementos que são interligados a ela.



Figura 41 – Igreja N. Senhora do Carmo, Olinda, e a preservação de algumas tesouras originais sem função estrutural. Fonte: Pereira (2003)

Para testemunhar a técnica antiga original, como caráter didático, sugere-se preservar ao menos, uma tesoura *in loco*, mesmo que já não possua mais função estrutural, se não houver risco na segurança dos usuários. Esta medida foi utilizada no restauro da cobertura com estrutura em madeira da Igreja Nossa Senhora do Carmo, em Olinda, no restauro ocorrido em 1972, de acordo com Pereira (2003), vide fig.41. Esta medida está recomendada no caderno de encargos do *Programa*

*Monumenta* (2006): “as tesouras metálicas quando executadas em substituição às de madeira, devem ter seu desenho à semelhança destas, principalmente quanto ao formato externo do telhado, que não deve ser modificado. Como testemunho do antigo telhado, costuma-se deixar uma tesoura original sem carregamento entre as novas estruturas. As ripas deverão ser em madeira, conforme as originais” p.186-187.

Essa medida garante a preservação da memória da técnica antiga, e segue a recomendação do ICOMOS (1999): “Os membros e os outros

componentes removidos da estrutura histórica devem ser catalogados, e, como parte da documentação, devem ser conservadas amostras características em armazenamento permanente”<sup>16</sup>.

Caso não haja possibilidade de preservar pelo menos um membro original pela insegurança e risco aos usuários, deve-se documentar com exatidão, por meio de desenhos e fotografias, a tesoura original e disponibilizar em um órgão público.

Esta medida é passível de discussões na situação de estruturas de cobertura aparentes. Nestes casos, pode ser uma escolha do profissional autor do projeto de intervenção contestar a harmonia do projeto, pois a estética pode ficar prejudicada. Entretanto, qualquer que seja a opção escolhida, a documentação e catalogação, como dito anteriormente, é fundamental.

#### 5.2.1.1. Aço

##### Consequências patrimoniais da substituição total em aço:

Vantajosas: autenticidade com a distinção entre o material novo e o antigo<sup>17</sup>.

Inconvenientes: não utiliza material semelhante ao original, a substituição não é discreta, possibilitando uma alteração exagerada do aspecto estético da estrutura, não é reversível, não aplica a intervenção mínima, pode haver incompatibilidade entre a nova estrutura e o suporte.

Cuidados: Deve ser utilizado o aço galvanizado ou protegido da corrosão quando se utilizam perfis e chapas metálicas. A rigidez e as demais propriedades do novo material são diferentes da matéria original,



Figura 42 – Exemplo de substituição total em aço na cobertura da Faculdade de Agronomia, UFRGS. Fonte: acervo Secretaria do Patrimônio Histórico Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS, 2003.

---

<sup>16</sup> Art. 8 de “Princípios para a preservação das estruturas históricas em madeira”, ICOMOS (1999)

<sup>17</sup> Neste caso, a distinção é dada pelo próprio material aplicado na substituição, o aço, aplicado, por exemplo, na forma de chapas dobradas, é um material não existente na época da antiga construção sendo, por isso, percebido como material não original e sim um material contemporâneo.

portanto deve-se analisar o impacto da substituição além da questão patrimonial, também sob o âmbito da compatibilidade com os materiais originais da edificação acerca das propriedades físicas e mecânicas (exemplo na fig.42). Por exemplo, ao substituir a estrutura de madeira por aço, por este possuir maior resistência mecânica, muitas vezes diminui-se o número de tesouras e modifica-se o seu posicionamento sobre a alvenaria, podendo ocasionar rachaduras, em função da redistribuição do peso sobre a alvenaria antiga. Outra questão a ser avaliada é a segurança estrutural da preservação do patrimônio histórico com a introdução do novo material. Ainda com enfoque na questão de segurança estrutural como explicado no capítulo 3 (item 3.3.2), o aço sob o efeito do fogo sofre perda de resistência mecânica, o que causa deformações significativas.

#### 5.2.1.2. Madeira

##### Consequências patrimoniais da substituição total em madeira:

Vantajosas: utilizar material semelhante ao original; a substituição é discreta com relação ao aspecto estético da estrutura; compatibilidade; legibilidade e distinção entre o material novo e o antigo (ler item “cuidados”).

Inconvenientes: não é reversível, não aplica o princípio da intervenção mínima.

Observações: Há relativa simplicidade de execução da intervenção, contudo, há de se ter em conta que a(s) nova(s) tesoura(s) apresentarão diferentes deformações em comparação com a estrutura e os componentes existentes.

Cuidados: a legibilidade e distinção entre o material novo e o antigo são dadas através da marcação das peças novas com a data atual, entre outras medidas que o projetista pode idealizar. É importante destacar que na substituição por madeira, deve-se usar madeira maciça preferencialmente da mesma



Figura 43 – Exemplo de substituição total em madeira na cobertura do prédio Curtumes e tanantes, UFRGS. Fonte: acervo Secretaria do Patrimônio Histórico Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS, 2003.



espécie ou de qualidade superior, com características naturais semelhantes, tratada e seca (ver exemplo fig. 43). Os encaixes das peças devem ser reproduzidos como os originais a partir de evidências físicas ou documentais e por isso a marcação das peças é fundamental para garantia da legibilidade como material novo.

#### 5.2.1.3. Outros

Consequências patrimoniais da substituição total por outros materiais contemporâneos (concreto armado, madeira laminada colada, etc.):

##### a) Concreto armado

Vantajosas: distinção entre o material novo e o antigo<sup>18</sup>.

Inconvenientes: não utiliza material semelhante ao original, a substituição não é discreta alterando em demasia o aspecto estético da estrutura, não é reversível, não aplica a intervenção mínima, pode haver incompatibilidade.

Observações: conforme o caderno de encargos do Programa Monumenta (2005), as tesouras de concreto que substituem as de madeira, devem obedecer ao seu formato, em linhas gerais. Sua execução pode se dar no local ou pré-moldadas e depois levadas à sua posição definitiva, por intermédio de guias. Segundo Pereira (2003), de acordo com Geraldo Gomes, nas décadas de 60 e 70, o IPHAN, na direção do Dr. Ayrton Carvalho, diante dos poucos recursos e da durabilidade do material, restaurou diversas edificações utilizando o concreto armado, assim como foi realizado em Portugal no mesmo período. Nos dias atuais, entretanto, a prática de substituição por uma estrutura em concreto armado é obsoleta, pois possui caráter irreversível e não é desmontável (ver exemplo fig. 44).

---

<sup>18</sup> Neste caso, a distinção é dada pelo próprio material aplicado na substituição, concreto ou Madeira Laminada Colada, entre outros materiais contemporâneos, inexistentes na época da antiga construção, sendo por isso, percebido como material não original e sim um material novo.



Figura 44 – Exemplo de substituição total por vigas em concreto armado na cobertura da Igreja Espírito Santo-Recife-PE. Fonte: Caderno de Encargos do Programa Monumenta, 2005.

#### b) Madeira Laminada Colada

Vantajasas: distinção entre o material novo e o antigo; utiliza material semelhante ao original; a substituição é discreta<sup>19</sup>; possui maior compatibilidade com o suporte original por se tratar de peças de madeira reconstituídas e permite recuperar as dimensões antigas.

Inconvenientes: não é reversível, não aplica a intervenção mínima.

Observações: Há a vantagem da Madeira Laminada Colada possuir flexibilidade quanto à produção de peças de maiores dimensões e comprimentos, com ressalvas à limitação em função do transporte de peças. Esta característica potencializa o seu uso frente a estruturas históricas de madeira, que muitas vezes possui peças de grandes dimensões, em função da abundância e disponibilidade de árvores de grande porte na época de construção. Desse modo, a Madeira Laminada Colada pode reproduzir o tamanho e o comprimento das peças originais. Infelizmente há, no Brasil, a dificuldade de se encontrar fábricas deste produto em determinadas regiões, o que encarece a obra. Além desta dificuldade, é preciso conhecer o material para discriminá-lo adequadamente, por isso é importante a consultoria de especialistas e da mão de obra qualificada.

---

<sup>19</sup> No caso da utilização de madeira laminada colada, apesar da produção industrial que reconstitui a madeira através da colagem de lâminas, o aspecto estético da madeira é conservado, pois ainda há a utilização de material semelhante ao original.

## 5.2.2. Substituição parcial

### a. O que é:

Entende-se por substituição parcial a técnica que substitui um ou mais elementos estruturais em madeira nas coberturas. Estes elementos podem englobar as escoras, pendurais, pernas, linhas, entre outros. Esta substituição pode ser na forma de próteses para substituições pontuais, quando não é necessário substituir o elemento inteiro. Algumas vezes, elementos maiores como pernas, não podem ser inteiramente substituídos, pois podem acarretar perda de outros elementos, em função dos encaixes originais da madeira. Também nestes casos, pode-se utilizar a prótese com uso de chapas e pinos metálicos ou ensabladura e encaixes na madeira.

### b. Quando utilizar:

Esta técnica deve ser considerada secundária com relação à reparação, a consolidação e o reforço estrutural, como preconizado nos critério patrimonial de intervenção mínima (Quadro 8 princípio V). É utilizada quando há perda significativa de seção em parte dos elementos em madeira com função estrutural, causada por agentes biológicos, entre outros.

### c. Por que utilizar:

Por questões de segurança do patrimônio edificado e de seus usuários, quando não se constata alternativa técnica viável.

### d. Quem:

A avaliação da segurança do elemento antigo em madeira deve ser realizada por um especialista em estruturas, que constatará a obrigatoriedade ou não de haver substituição.

#### 5.2.2.1. Aço

##### Consequências patrimoniais da substituição parcial em aço:

Vantajas: distinção entre o material novo e o antigo; aplica a intervenção mínima<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> Para segurança estrutural, muitas vezes, não há alternativa para execução de um reforço, e precisa-se executar a substituição parcial, desta forma, considera-se, particularmente nestes casos, como intervenção mínima.

## Novas partes em madeira

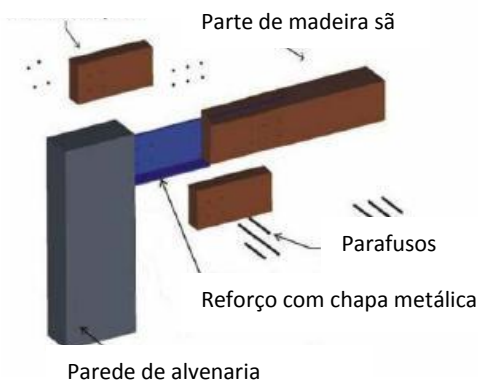


Figura 45 – Elemento metálico inserido em peça de madeira. Fonte: Costa, 2009 apud Ilharco (2007)

Inconvenientes: não utiliza material semelhante ao original, a substituição não é discreta alterando em demasia o aspecto estético da estrutura, não é reversível, pode haver incompatibilidade com o suporte original (ver exemplo fig. 45)

Cuidados: utilizar chapas ou perfis de aço galvanizado ou protegido da corrosão.

### 5.2.2.2. Madeira

#### Consequências patrimoniais da substituição parcial em madeira:

Vantajosas: utilizar material semelhante ao original; a substituição é discreta com relação ao aspecto estético da estrutura; autenticidade e distinção entre o material novo e o antigo; há compatibilidade por se tratar do mesmo material e aplica a intervenção mínima.

Inconvenientes: não é reversível.

Cuidados: o problema de se executar enxertos ou próteses de madeira com ensambladuras, por exemplo, é a legibilidade da estrutura original (ver exemplos fig. 46, 47 e 48).

A autenticidade e distinção entre o material novo e o antigo são garantidas através da marcação das peças novas com a data atual. É importante destacar que na substituição por madeira, deve-se usar madeira maciça preferencialmente da mesma espécie ou de qualidade superior, com características naturais semelhantes, tratada e seca.

Outra questão importante a tomar cuidado quanto às diferentes deformações dos novos elementos em comparação aos suportes originais.



### 5.2.3. Reforço em madeira

a. O que é:

Entende-se por reforço a técnica que introduz uma estrutura de suporte, por exemplo, com uso de talas (ver fig. 49, 50 e 51), ou que adiciona novos elementos, como tesouras, vigas ou elementos para contraventamento (ver fig. 52).

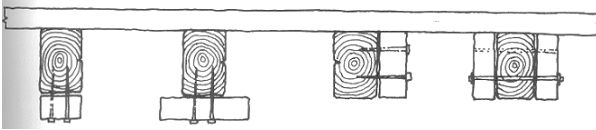


Figura 49 – Aumento de seção com talas laterais. Fonte: Sánchez, 2002

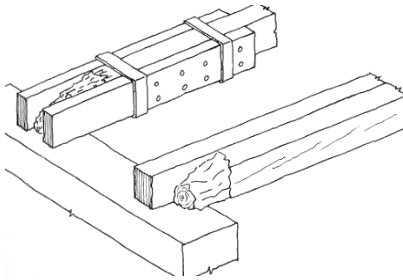


Figura 50 – Aumento de seção com nova madeira pregada, aparafusada ou com barras rosqueadas. Fonte: Sánchez, 2002



Figura 51 – Aumento de seção com talas laterais. Fonte: Pizzo,B.;Lavisci,P. (2008) Curso construcción em madeira.



Figura 52 – Reforço com a adição de novos elementos. Fonte: Ilharco, T. et al. (Congresso CINPAR 2010)

b. Quando utilizar:

Esta técnica deve ser considerada prioritária com relação à substituição parcial ou total, como preconizado nos critérios patrimoniais. É utilizada quando há perda moderada de seção dos elementos estruturais, causada por agentes biológicos, entre outros.

c. Por que utilizar:

Por questões de segurança do patrimônio edificado e de seus usuários, para reabilitar uma peça em madeira que tem sua capacidade resistente diminuída, para garantia de existência da seção necessária.

d. Quem:

A verificação da segurança estrutural do elemento antigo em madeira deve ser realizada por um especialista em estruturas que deverá constatar a necessidade de haver reforço, e, no caso positivo, este profissional deverá projetar o detalhe bem como deverá indicar as opções técnicas e o material. Em função da técnica e do material de reforço escolhidos, geralmente não usuais nas obras de edificações novas, é preciso que a equipe de execução seja devidamente treinada.

Consequências patrimoniais do reforço em madeira:

Vantajas: utilizar material semelhante ao original com técnica tradicional; o reforço é discreto em relação ao aspecto estético da estrutura; há autenticidade e distinção entre o material novo e o antigo; aplica o princípio da intervenção mínima; pode ser reversível e é compatível com a estrutura original.

Inconvenientes: a inserção de novos elementos pode alterar a configuração original.

Observações: numa estrutura de cobertura aparente, dependendo da solução de reforço proposta, pode comprometer a estética e a legibilidade da estrutura original. As peças originais em madeira podem apresentar alguma deformação, enquanto que as novas peças estão isentas de deformações e ainda podem ser de material que possua maior rigidez.

Cuidados: a autenticidade e distinção entre o material novo e o antigo são dadas através da marcação das peças novas com a data atual, entre outras medidas que o projetista pode idealizar. É importante destacar que no reforço com madeira, assim como numa substituição, deve-se usar madeira maciça preferencialmente da mesma espécie ou de qualidade superior, com características naturais semelhantes à da espécie original, tratada e seca. Quando as ligações utilizarem pinos metálicos, eles devem ser inoxidáveis ou galvanizados, para prevenir a corrosão.

#### **5.2.4. Reforço em aço**

##### **a. O que é:**

Técnica contemporânea que utiliza peças de aço como elemento de reforço de estruturas em madeira com dano. Pode ser reforçada com uso de chapas ou perfis (fig. 53 e 54), ou ainda com tirantes (fig. 55 e 56).

##### **b. Quando utilizar:**

Esta técnica deve ser considerada prioritária com relação à substituição parcial ou total, como preconizado nos critérios patrimoniais. É utilizada quando há perda moderada de seção dos elementos estruturais, causada por agentes biológicos, entre outros.



Figura 53 - Reforço com utilização de perfil metálico.  
Fonte: Pizzo,B.;Lavisci,P. (2008) Curso construcción em madeira.



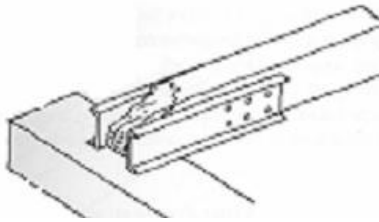


Figura 54 - Reforço com utilização de perfil metálico. Fonte: Sanchez (2002)

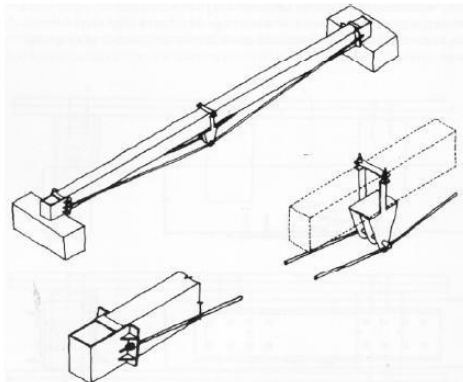


Figura 55 - Reforço de linha com utilização de tirantes. Fonte: Sanchez (2002).



Figura 56 - Reforço com utilização de tirantes. Fonte: Pizzo,B.;Lavisci,P. (2008) Curso construción em madeira.

c. Por que utilizar:

Por questões de segurança do patrimônio edificado e de seus usuários, para reabilitar uma peça em madeira que tem sua capacidade resistente diminuída, para garantia de existência da seção necessária.

d. Quem:

A verificação da segurança estrutural do elemento antigo em madeira deve ser realizada por um especialista em estruturas que deverá constatar a necessidade de haver reforço, e, no caso positivo, este profissional deverá projetar o detalhe bem como deverá indicar as opções de técnica e o material. Em função da técnica e do material de reforço escolhidos, geralmente não usuais nas obras de edificações novas, é preciso que a equipe de execução seja devidamente especializada e treinada.

#### Consequências patrimoniais do reforço em aço:

Vantajosas: distinção entre o material novo e o antigo, pode ser reversível, aplica o princípio da intervenção mínima.

Inconvenientes: pode haver incompatibilidade do aço com a madeira se não for usado aço inoxidável ou sem separação com isolante entre os dois materiais, no caso de chapas, não utiliza técnica tradicional e a distinção pode não ser harmoniosa.

Observações: Pizzo e Lavischi (2008) consideram obsoletas as técnicas de reforço com a utilização de perfil metálico externo para reforço de peças de madeira, em função de que a madeira é higroscópica e sofre retração e inchamento conforme sua exposição à umidade, diferentemente do perfil metálico, o que pode ocasionar deformações relativas entre a madeira e o perfil metálico. Segundo os autores, o reforço com a utilização de tirantes é mais recomendada, ou ainda, a previsão de folgas para movimentação da madeira.

### 5.2.5. Outros tipos de reforço

#### a. O que é:

Reforço que aplica materiais inovadores ou modernos, como resina epóxi ou fibra de vidro e inserção de elementos metálicos (fig.58), inserção interna de laminados de fibra de carbono, reforço com uso de concreto armado, preenchimento com resina de poliéster ou cola PVA (fig.57), etc.



Figura 57 - Selagem de fendas com preenchimento de resina epóxi. Fonte: Lopes, 2007

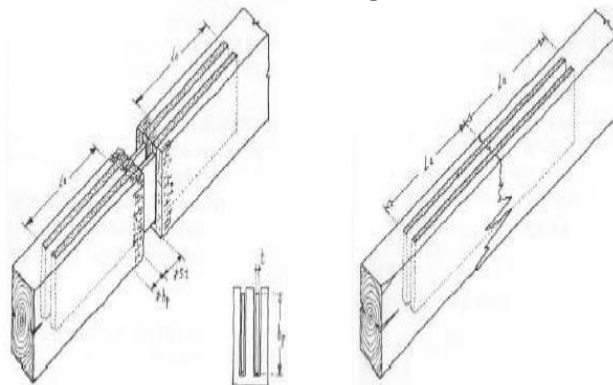


Figura 58 - Introdução de placas de FRP ou chapas metálicas seladas com cola epóxi. Fonte: Lopes, 2007.

#### a. Quando utilizar:

Esta técnica deve ser considerada prioritária com relação à substituição parcial ou total, como preconizado nos critérios patrimoniais. É utilizada quando há perda moderada de seção dos elementos estruturais, causada por agentes biológicos, entre outros.

#### b. Por que utilizar:

Por questões de segurança do patrimônio edificado e de seus usuários, para reabilitar uma peça em madeira que tem sua capacidade resistente diminuída, para garantia de existência da seção necessária.

c. Quem:

A verificação da segurança estrutural do elemento antigo em madeira deve ser realizada por um especialista em estruturas que constatará a necessidade de haver reforço, e, no caso positivo, este profissional deverá projetar o detalhe bem como deverá indicar as opções técnicas e o material. Em função da técnica e do material de reforço escolhido, geralmente não usuais nas obras de edificações novas, é preciso que a equipe de execução seja devidamente treinada.

Consequências patrimoniais do reforço com materiais modernos:

Vantajosas: o reforço pode ser discreto com relação ao aspecto estético da estrutura o que em uma estrutura de cobertura aparente, pode favorecer a composição e a legibilidade da estrutura original; autenticidade e distinção entre o material novo e o antigo, aplica a intervenção mínima.

Inconvenientes: utiliza material diferente do original, não é reversível, pode não ser compatível com a estrutura original, pois as peças originais em madeira já possuem certa deformação, enquanto que os novos materiais introduzidos podem causar diferença de rigidez ou alguma alteração química do suporte original. Quanto à durabilidade, não há resultados suficientes para que se conheçam os efeitos em longo prazo que o uso do material novo pode acarretar na estrutura já existente, incluindo o comportamento a altas temperaturas. É preciso que a concepção e a execução sejam feitas por uma equipe bem treinada, especializada, que esteja familiarizada com a técnica, pois a execução é mais difícil. Algumas técnicas exigem um controle de temperatura do ambiente rigoroso.

Observações: quando o reforço utilizar barras metálicas internas e resina<sup>21</sup> como nas figuras 59, 60 e 61, o seu uso pode ocasionar muitos problemas, e por isso tanto Ferreira (2010) quanto Pizzo e Lavisci (2008) consideram esta técnica defasada. Os problemas são a perda das ensambladuras originais, pois a barra funciona como ligação. A corrosão, mesmo com o uso de produtos protetores, com o passar dos anos pode acarretar danos e a irreversibilidade, pois a resina apresenta grande dificuldade de remoção.

---

<sup>21</sup> Técnica de reforço com utilização de barras internas vide Fig. 59 (a) e (b): extração da ponta de madeira deteriorada, substituição da ponta com a prótese de madeira confeccionada em obra, furar ou fazer sulcos laterais entre a prótese e a madeira antiga para colocação das barras, preencher furos ou sulcos laterais com resina epóxi e inserir barras. A inclusão de lâminas de madeira para o fechamento desta ligação como forma de acabamento auxilia a resistência ao fogo.



Figuras 59(a) e (b) – Prótese com nova peça de madeira, resina epóxi e lâmina de madeira: Fonte: Pizzo,B.;Lavisci,P. (2008) Curso construción em madeira.

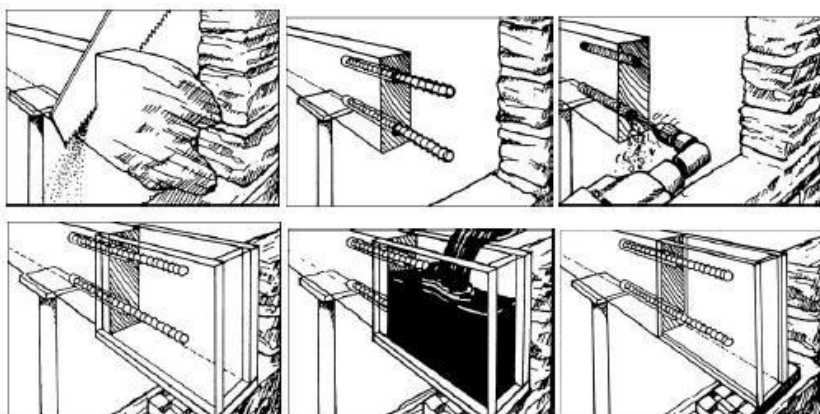


Figura 60 - Prótese de epóxi: escoramento da peça, corte de madeira danificada, inserção de barras de aço, colocação de molde e inserção de epóxi. O molde pode ser retirado ou ser projetado em madeira para ficar aparente. Fonte: rotafix (2007) *apud* Lopes (2007)

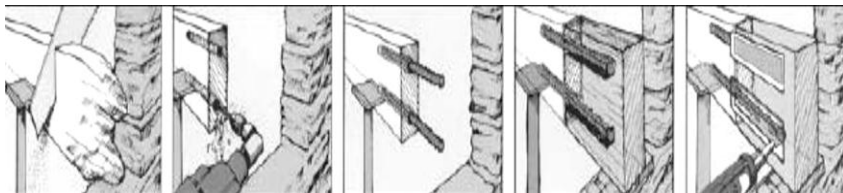


Figura 61 - Prótese com nova peça de madeira e preenchimento de epóxi: escoramento da peça, corte de madeira danificada, inserção de barras de aço, encaixe de madeira nova e preenchimento de resina epóxi. Fonte: rotafix(2011)

### 5.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO E CRITÉRIOS

Após sintetizar os diversos procedimentos mais comuns de restauração em estruturas de coberturas em madeira, desde o mais invasivo ao menos invasivo, e confrontá-los com os princípios patrimoniais, foi possível compreender, de maneira geral, as vantagens e desvantagens de cada método. De acordo com este resultado, foi produzido o quadro abaixo (quadro 9).

Critérios	Substituição total				Substituição parcial		Reforço		
	AÇO	MAD	MLC	CONC	AÇO	MAD	AÇO	MAD	OUT
Autenticidade/ Legibilidade	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Preferência/ semelhança no emprego de técnicas tradic.	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗
Compatibilidade	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗
Distinção harmoniosa	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✓
Intervenção mínima	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓
Reversibilidade	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗
<b>Predomínio</b>	✗	✓	✓	✗	✗	✓	☐	✓	☐

Quadro 9- Critérios patrimoniais x técnicas de intervenção. Fonte: autora, 2011

#### Legenda



Não satisfaz o critério patrimonial



Satisfaz o critério patrimonial



Número de critérios atendidos = ao número de critérios não atendidos

É importante esclarecer que os critérios patrimoniais (técnicos e teóricos) basearam esta análise e que a pontuação negativa ou positiva do quadro é ilustrativa, de modo que outros critérios considerados importantes pelo projetista podem ser adicionados a estes (critérios de

sustentabilidade, economia, facilidade de manutenção e inspeção, entre outros).

Entretanto, não se devem priorizar estes critérios em detrimento dos critérios apresentados pelos documentos patrimoniais. Em se tratando de um bem cultural, a preservação da edificação e sua autenticidade são a prioridade, tendo em vista que o sentido da restauração é *restabelecer* a unidade da edificação, relativa à concepção original ou de intervenções significativas na sua história.

Em resumo, o método que se mostrou mais favorável às recomendações patrimoniais, de acordo com o item anterior desta pesquisa, foi o reforço com a utilização de madeira. O reforço com utilização de materiais contemporâneos, como o aço ou a utilização de resina epóxi, entre outros, obteve um resultado de vantagens e desvantagens iguais, de acordo com os princípios patrimoniais expostos anteriormente.

Quanto à substituição parcial, mais uma vez a madeira é a mais recomendada, se comparada à substituição parcial em aço, pois esta intervenção utiliza material semelhante ao original, aplica a distinção harmoniosa com relação ao aspecto estético da estrutura (com a marcação de peças) e é compatível com o suporte original.

O método que causa maior prejuízo é substituição total com utilização do aço ou concreto armado. Seria preferível a utilização de madeira ou de Madeira Laminada Colada, que pode reproduzir as dimensões das peças originais e sua legibilidade é distinguível harmonicamente.

Com esse resultado, conclui-se que a utilização de técnicas tradicionais com material madeira é a mais recomendada pelas cartas e documentos patrimoniais. A intervenção mínima é ressaltada de forma que o reforço sempre é preferível à substituição parcial, que, por sua vez, é preferível à substituição total. É importante relembrar que cada caso de restauração é um caso específico, com particularidades, como já ressaltava Brandi, e esta recomendação não possui caráter dogmático/universal. O importante é que o método escolhido tenha como objetivo principal a valorização do patrimônio, evitando a descaracterização da técnica original e, ao mesmo tempo, o falso histórico, promovendo a diferenciação entre a estrutura original e a nova.

O desenvolvimento cada vez maior de novas técnicas de restauração, como o uso de resinas e outros materiais modernos em reforço é importante, sobretudo em situações em que a técnica antiga

não pode ser utilizada, por alguma particularidade do estado da estrutura. Ela deve ser empregada com responsabilidade, pois somente com o passar do tempo e com mais pesquisas se conhecerá a sua durabilidade e benefício concreto ao patrimônio.

A técnica tradicional com uso de madeira tanto para reforço quanto substituição parcial, e em uma intervenção mais invasiva, na substituição total (uma ou mais tesouras) se mostra técnica alternativa mais adequada, pois pode-se preservar a técnica original, como os encaixes e ensambladuras que nos dias atuais são raros. Obviamente, o uso de madeira na substituição de elementos deve ser realizada de forma a evidenciar e diferenciar o que é material novo e o antigo, o que pode ser feito com a marcação de datas nas peças.

Muitas vezes, observa-se entre os profissionais responsáveis por restaurações, uma desconfiança na continuação do uso da madeira nas estruturas de cobertura. Muitas vezes, são escolhidos materiais contemporâneos quando se trata de uma substituição total e esta escolha é realizada pela alegação de pouca durabilidade da madeira.

Quanto à durabilidade, a madeira, quando utilizada uma espécie com boa resistência aos agentes agressores, protegida das intempéries, com a escolha do preservante adequado contra agentes biodeterioradores e com a manutenção preventiva, a durabilidade da madeira está garantida por muitas décadas. Os detalhes construtivos também são extremamente importantes, como visto no capítulo 3 deste trabalho. Este fato é facilmente comprovado se forem observadas as diversas construções antigas que perduraram através do tempo, apesar de muitas vezes sem a disponibilidade de preservantes químicos na época da construção. O templo Horyuji, no Japão, construído em 607d.c. e reconstruído em 727 d.c. é considerado o mais antigo em madeira e ainda perdura ao longo de séculos. (NUMAZAWA, 2009).

Tinoco (2009), defende o uso de técnicas tradicionais de construção que são entendidas como próprias às características material-construtivas da edificação referentes ao seu passado tecnológico e, ainda, por possuírem a capacidade de se adaptar ao meio material inteligentemente e de maneira sustentável. Do ponto de vista de questões ambientais, é importante ressaltar que a madeira possui vantagens com relação aos materiais modernos. Se explorada de forma racional, obtida a partir de florestas plantadas, a madeira é um material proveniente de uma fonte renovável, que possui baixo consumo energético para o desdobro e no processo de usinagem. Possui um



importante papel para o equilíbrio ambiental, uma vez que a árvore captura o carbono, que é um grande poluente atmosférico.

A tradição de construção com madeira, está associada com a necessidade e a prática de manutenção que foi, ao longo do tempo, esquecida de forma equivocada, no uso de materiais contemporâneos como o aço e o concreto armado, materiais que apesar do estigma de grande durabilidade, também necessitam de monitoramento e manutenção.



## 6. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso escolhido é o Prédio Central da Faculdade de Agronomia, projetado pelo Engenheiro-Arquiteto Manoel Barbosa Assumpção Itaqui. Esta edificação foi escolhida em função da originalidade das estruturas de cobertura em madeira utilizadas, com o uso da tesoura *Polonceau* e da Mansarda com lanternim, ousadas para a época da construção, em 1910. Outros fatores que levaram a esta escolha foi a grande influência do projetista no município de Porto Alegre no início do século XX<sup>22</sup> e a importância da edificação, que é pertencente ao conjunto dos prédios históricos da UFRGS, em processo de tombamento junto ao IPHAN-RS inscrito sob o número 1438T-98.

### 6.1 O ENGENHEIRO-ARQUITETO MANOEL ITAQUI

Nasceu em 17 de agosto de 1876 na cidade gaúcha de Itaqui e, a exemplo do pai, adotou o sobrenome “Itaqui” como referência à sua cidade natal.

Formou-se na Escola de Engenharia de Porto Alegre no ano de 1901 e iniciou sua carreira como docente em 1906, na mesma escola, onde seguiu lecionando até 1928.

Nas suas obras de início de carreira nota-se a influência do *Art Nouveau* quando atuou com ênfase em projetos de Arquitetura Oficial. Já ao final da carreira, observa-se a influência do *Art Decò*. Nas suas obras havia sempre a busca por inovações, como o uso da tesoura *Polonceau*, e também o cuidado especial de um exímio arquiteto com o uso de proporções, simetrias e perspectivas.

De 1906 a 1909 Manoel Itaqui projetou na UFRGS os três prédios que constituíram a ampliação da escola de Engenharia. São eles o Observatório Astronômico e outros dois pertencentes ao Instituto Técnico Profissional: o Castelinho e o Château, formando o Largo Paganini.

A construção do Ginásio Júlio de Castilhos (fig. 62), um majestoso prédio construído ao lado da Faculdade de Direito da UFRGS, foi concluído em 1911. Em 1951, sofreu ação de um incêndio e apenas as paredes são aproveitadas para a construção, anos mais tarde, da Faculdade de Economia.

---

<sup>22</sup> A influência de Manoel Itaqui é descrita na dissertação de George Augusto Moraes de Moraes, intitulada: A contribuição de Manoel Itaqui para a Arquitetura Gaúcha. PROPARG, UFRGS, 2003.



Figura 62– Ginásio Julio de Castilhos. Fonte: acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS

De 1908 a 1910 foi construído o Instituto de Eletro-técnica, vinculado a Escola de Engenharia de Porto Alegre, na esquina da Rua Sarmiento Leite com a Av. Osvaldo Aranha. O Instituto passou por diversas intervenções desde sua inauguração. Em 1951 houve a ampliação com a construção de mais um pavimento e sua cobertura foi substituída por um terraço.

O Laboratório de Resistência dos Materiais, de sua autoria, foi construído em 1910, na Av. Osvaldo Aranha, quase esquina com a Av. Paulo Gama. Inicialmente estava vinculado a Escola de Engenharia, e, em 1935, torna-se o Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul (ITERS). Em 1942 passa a denominar-se CIENTEC (Centro Integrado de Ensino Técnico) e a sediar o curso de curtumes e tanantes. Após a restauração feita em 2000, passou a sediar o Museu Universitário.

O Engenheiro-Arquiteto é o responsável pelo projeto do Instituto de Agronomia e Veterinária, em 1910, situado próximo ao município de Viamão, no atual campus do Vale da UFRGS.



Figura 63–Confeitaria Rocco, 2008.  
Fonte: Ricardo André Frantz.



Figura 64–Viaduto Otávio Rocha em 1950.  
Fonte: acervo museu da UFRGS.

A Confeitaria Rocco (fig.63), inaugurada em 1912, é um exemplar de arquitetura privada, projetada por Itaquí no centro da cidade de Porto Alegre.

Quanto à contribuição urbanística, Itaquí em 1929 foi responsável pelo projeto do viaduto Otávio Rocha (fig.64), hoje considerado um dos mais belos cartões postais de Porto Alegre.

## 6.2. FACULDADE DE AGRONOMIA - PRÉDIO CENTRAL

### 6.2.1. Aspectos históricos, localização e descrição construtiva

#### a) Aspectos históricos

O Instituto de Agronomia e Veterinária da UFRGS, projetado por Manoel Itaquí, foi fundado em 1910, com a construção do prédio principal (ver fig.65). Vinculado a Engenharia, passou a denominar-se, no ano de 1917, Instituto Borges de Medeiros e somente em 1934 desvincula-se da Escola de Engenharia e torna-se Escola de Agronomia e Veterinária.

A partir de 1968, a Faculdade de Agronomia é desvinculada da Faculdade de Veterinária, com a divisão física do campus. O prédio central passa, então, a sediar somente a Faculdade de Agronomia.

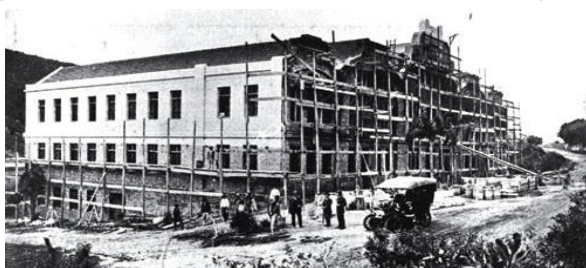


Figura 65– O prédio em construção. Fonte: acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS Relatório da Escola de Engenharia, 1910.

### b) Localização

O Instituto foi implantado no que hoje é denominado Campus do Vale da UFRGS, próximo ao município de Viamão, com área de 150 hectares, na antiga Estrada do Mato Grosso, em meio a uma abundante paisagem natural à época (vide fig. 66). Afastado do perímetro urbano, localizava-se entre os Morros Santana e da Companhia, banhado por um riacho, que era bastante utilizado para irrigação.

A antiga Estrada do Mato Grosso foi alargada e deu lugar à Avenida Bento Gonçalves (ver fig.67). Mesmo com o crescente adensamento e as transformações urbanas, a característica de extensa área de vegetação do campus do Vale ainda permanece, favorecendo a contemplação do prédio central de autoria de Itaqüi.



Figura 66 – Foto em tricromia. Fonte: acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS Relatório da Escola de Engenharia, 1913

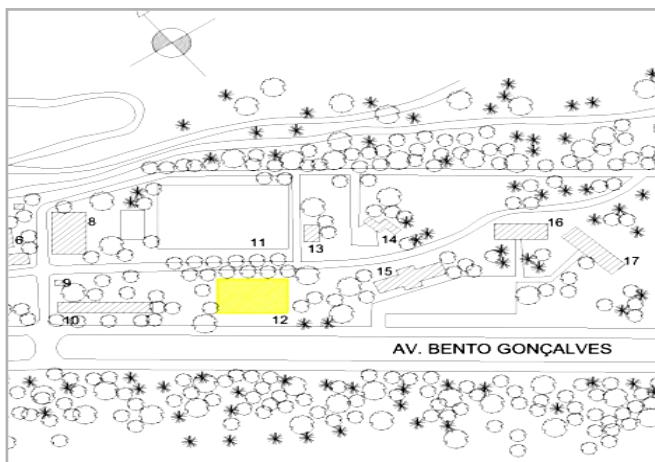


Figura 67–Em amarelo, a situação do prédio central do Instituto de Agronomia na Av. Bento Gonçalves, nº 7712. Fonte: acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS

c) *Descrição construtiva*

O prédio possui arquitetura eclética e tipologia formal incomum, intercalando espaços fechados e semiabertos. É constituído por uma fachada frontal simétrica com ritmo das aberturas no módulo de três (ver fig. 68). Composto de platibandas, frontões, cimalkhas e alguns elementos decorativos do *Art Nouveau*, principalmente na fachada principal, onde se observam os arcos plenos dos grandes átrios com pé direito duplo e que proporcionam grandiosidade ao partido (ver fig. 69). As demais fachadas são simplificadas, adequando-se ao caráter rural local.

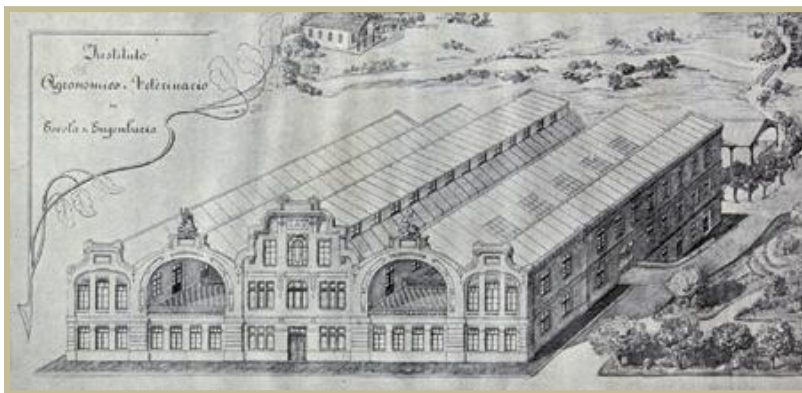


Figura 68 - Projeto do edifício pelo Eng. Manoel Itaqui - Relatório da Escola da Engenharia, 1909. Fonte: acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS.



Figura 69 - Fachada frontal, 1928. ANDRIGUETTO, F. Levantamento Predial, 1927/28 Fonte: acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS.



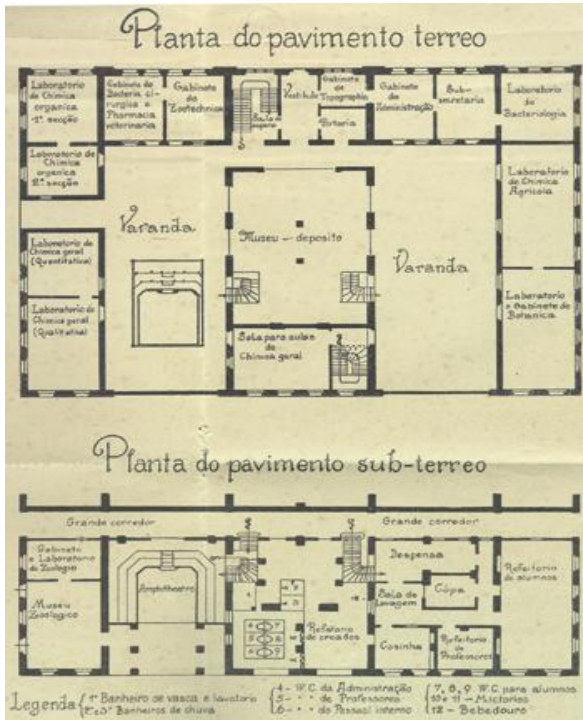
Dividida em cinco alas, a planta foi concebida no formato da letra “E” com grandiosos pátios internos cobertos e com grande iluminação interna garantida através de zenitais no telhado e por meio dos grandes arcos sem vedação na fachada frontal e de aberturas na fachada posterior.

O subsolo ocupa cerca da metade da área do pavimento térreo, em função do aproveitamento da declividade natural do terreno. Entre suas funções, abrigava as áreas para serviços gerais, refeitório, museu de zoologia e a parte inferior de um anfiteatro (ver figuras 70 a e b).

O pavimento térreo destinava-se a salas de aula, laboratórios, museu, setores administrativos, varandas e à parte superior do anfiteatro (ver fig. 70 a). No pavimento superior, além dos dois terraços sobre os átrios, estavam o 1º dormitório, biblioteca e sala de leitura, roupa e lavatório (ver fig. 70 a).

O último pavimento, que ocupa a mansarda, servia, na área central de dormitório, aos capatazes rurais e, nas laterais, de depósito de materiais (ver fig. 70 b).

(a)





(b)



Figura 70 (a) e (b)– Plantas originais do projeto de Itaquí. Fonte: acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS.

### 6.2.2. Histórico de intervenções gerais

Ao longo dos anos foram realizadas sucessivas adaptações internas no prédio. Segundo a SPH-UFRGS, entre 1917 e 1922 foram criados vários laboratórios, e em 1928, no relatório com autoria de Andriquetto, já constava o acréscimo da zoologia, uma adição à fachada leste, aproveitando-se parte da passarela lateral que existia (vide fig. 71).

Nos anos 50, o prédio sofreu várias intervenções, desde renovação de revestimento de fachada e pintura como também a simplificação de alguns elementos decorativos como cimbalhas, molduras e platibandas. Internamente, ampliaram-se algumas salas e laboratórios, foram renovadas as instalações elétricas e hidrossanitárias.



Figura 71 - Planta Baixa com acréscimo da zoologia Fonte: adaptado pela autora de ANDRIGUETTO, F. *Levantamento Predial, 1927/28* - acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS.

Em 1957 ocorreu uma reforma quando foram feitas as seguintes ações:

- revisão do telhado e substituição de calhas;
- a construção de um auditório no segundo pavimento, aproveitando o pé direito duplo do átrio, exigindo a construção de um entrepiso de concreto armado e a substituição da estrutura de madeira. O antigo anfiteatro provavelmente já havia sido demolido em uma época anterior;
- Repararam-se revestimentos e novos pisos foram colocados em função das novas instalações. Há a probabilidade de que as paredes do subsolo tenham recebido algum tipo de produto impermeabilizante;
- alguns vãos foram modificados, outros demolidos. Ocorreram pinturas internas e construíram-se alvenarias no subsolo e no térreo. Colocaram-se grades, e, provavelmente, substituiu-se nesta época, a porta de acesso principal de madeira por uma porta metálica.

Em 1965, a partir de plantas assinadas pelo Eng. Luiz Antônio Mascarello da Divisão de Obras da Universidade, a SPH-UFRGS identificou-se que já haviam sido realizadas outras intervenções anteriores a 1965 na edificação. Eram as seguintes:

- o auditório no segundo pavimento já havia sido executado;
- a escada entre subsolo e pavimento térreo havia sido modificada;
- os átrios haviam sido fechados com esquadria metálica e vidros na fachada posterior.

A partir de 1966, até aproximadamente 1973, vários outros prédios foram instalados no campus, incluindo um destinado somente ao Programa de Pós-Graduação, o que liberou espaço do prédio central, redistribuindo sua utilização interna.

Quando em 1968 o prédio central começa a ser utilizado somente pela Faculdade de Agronomia, os letreiros originais da fachada principal são modificados, e o hall da instituição é reformado.

Em 1989 foi lançado o plano diretor do Campus do Vale, que planejou novas edificações e reafirmou a destinação do prédio central para atividades especiais e de convívio.

Os vãos em arcos plenos dos átrios na fachada frontal foram fechados com uma estrutura metálica quadriculada e vidros em 1992. Esta intervenção foi realizada, segundo relatos de funcionários da própria faculdade e de arquitetos do Escritório Técnico para a SPH, em função do ruído proveniente da grande Avenida Bento Gonçalves, por uma questão de segurança e de conforto climático.

Quando a equipe da SPH vistoriou a edificação, em 2001, há relatos que, por falta de segurança, algumas áreas já haviam sido parcialmente interditadas. O forro da mansarda havia desabado por falta de manutenção.

Ainda em 2001, as instalações elétricas e hidráulicas estavam em péssimo estado (vide fig. 72 e 73), muitas de forma improvisada, assim como o piso e as escadas do segundo e terceiro pavimento. As instalações de ar condicionado, redes de telefonia, entre outros, estavam precárias. O prédio em geral estava sem manutenção há muitos anos, com condições insalubres principalmente no nível do subsolo, com sério risco de incêndio e desabamentos. Algumas estruturas em madeira dos entrespos, no segundo e no terceiro pavimento, e algumas escadas estavam com falta de estabilidade estrutural.



Figura 72 - Vidraças quebradas e sujeidade na fachada frontal, outubro de 2006- Fonte: *Jornal da Universidade* p.2.



Figura 73 – Instalações precárias e improvisadas, outubro de 2001- Fonte: - acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS.

O programa “Resgate do Patrimônio Histórico e cultural da UFRGS”, desenvolvido ao longo do ano de 1997, objetivou a recuperação do conjunto arquitetônico do Campus Central e da Faculdade de Agronomia. Em 1998 o Ministério da Cultura aprovou a proposição, enquadrando-o na Lei *Rouanet*. Em seguida a captação de recursos foi iniciada, contando com a colaboração de empresas, instituições como a Prefeitura Municipal de Porto Alegre e de pessoas físicas. Em 2000, culminou na criação da (SPH), e, a partir de então, foram realizadas obras de restauração e intervenções visando a recuperação e a adequação de uso das edificações.

A SPH iniciou as obras na Faculdade de Agronomia em 2003. No “Projeto Agronomia”<sup>23</sup>, entregue ao IPHAN no mesmo ano, a SPH explicita que a proposta de intervenção no prédio central visava conservar a edificação como bem cultural, resgatar sua função como núcleo central e simbólico da Faculdade de Agronomia e adequar sua tipologia ao novo programa de necessidades da faculdade. “(...) o projeto procura atender as diretrizes de intervenção de forma consciente e criativa, buscando em cada decisão arquitetônica o equilíbrio entre forma e função, entre o antigo e o novo” (SPH, 2003 p.2). Os condicionantes e as intenções listadas pelo projeto foram os seguintes: Raridade tipológica (rusticidade, amplitude dos espaços e núcleo central e histórico) e adequação ao presente (operação conjunta, acessibilidade de pessoas portadoras de necessidades especiais, diferenciação dos materiais contemporâneos e instalação de ar condicionado).

<sup>23</sup> Documento produzido pelo SPH /UFRGS com Projeto de Restauração anexado ao IPHAN-RS em 2003

Entre outras ações, na área externa, a intervenção realizada pela SPH a partir de 2003, construiu um anexo de circulação identificado na fig.74, junto à fachada posterior. Foram restauradas as esquadrias originais e reproduzidas unidades removidas. Foram instaladas novas esquadrias dos átrios com maior transparência. Internamente, as paredes e escada acrescentadas indevidamente ao longo dos anos foram demolidas (vide fig. 74). Foram também demolidas algumas paredes originais menos espessas e a escada de madeira junto à fachada posterior, que, segundo a Secretaria, estava em condição precária de conservação.

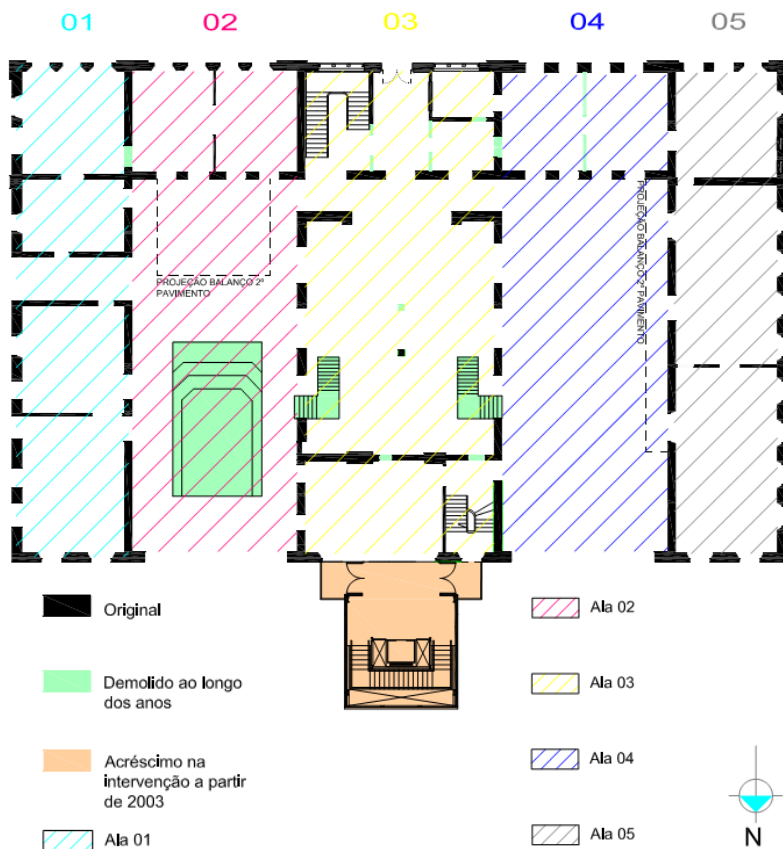


Figura 74 – Planta do térreo, com a definição das cinco alas. Fonte: autora, 2010 adaptado do acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS.

A estrutura original dos entrespisos do térreo e do segundo pavimento na ala central, que foi concebida praticamente toda em madeira, foi substituída por uma estrutura pré-moldada em concreto e vigas metálicas. Sobre esta substituição, há a seguinte descrição no Projeto de Restauro:

A principal justificativa é o fato de não termos disponível a quantidade de madeira necessária. Sendo assim, a opção fica entre uma madeira de nível inferior quanto a durabilidade e a estrutura metálica que oferece praticamente as mesmas dimensões para vigas e tesouras, além de marcar com clareza toda intervenção realizada.<sup>24</sup>

Houve a construção do auditório na ala central 03 (vide fig.74), tendo em vista que o auditório original na ala 02 (vide fig. 74) havia sido demolido. Para a melhor compreensão das modificações internas e externas na Faculdade de Agronomia, visualizar tabelas produzidas no anexo A desta pesquisa.

### 6.2.3. Tipologia da estrutura de cobertura

A edificação possui três diferentes tipologias de cobertura, originalmente com estrutura em madeira. Para melhor clareza, serão identificadas inicialmente por letras (fig.75). Alas laterais 01 e 05 possuem tipologia A, alas intermediárias 02 e 04 apresentam tipologia B e ala central 03 a tipologia C.

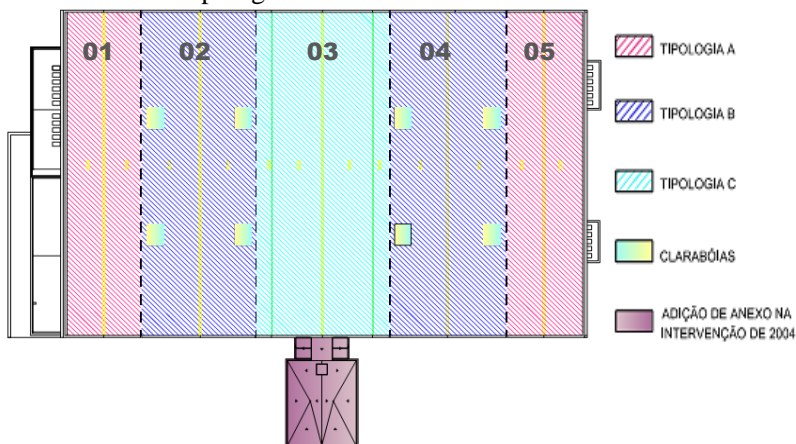


Figura 75 – Planta de Cobertura com a definição das três tipologias. Fonte: autora, 2010 adaptada do acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS.

<sup>24</sup> Documento produzido pelo SPH/UFRGS com Projeto de Restauração anexado ao IPHAN-RS em 2003, p.4.

a) *Tipologia A*

Nas duas alas laterais (01 e 05 da fig. 76) a cobertura originalmente possuía estrutura toda em madeira e telhamento em telha cerâmica tipo francesa, com inclinação de 76%.

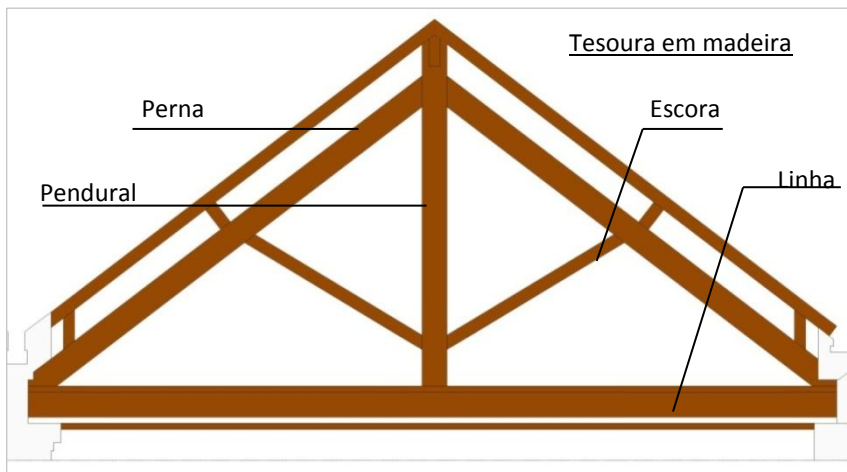


Figura 76 – Desenho gráfico da tesoura clássica utilizada no Instituto de Agronomia. Fonte: adaptação de desenho fornecido pelo acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS

Esta tesoura possui várias denominações. Mendonça (2002) caracteriza-a como uma tesoura Clássica ou Romana (ver fig. 76), mas ela pode ser denominada ainda tesoura simples com asnas ou tesoura com cinco terças. Esta estrutura é recomendada para um vão de seis a sete metros (quando não há montantes), de acordo com Branco, Cruz e Piazza (2006), satisfazendo, no caso do vão do projeto, a largura adequada (6,11m).

Segundo entrevista com Joni Carlos Mendicelli, que trabalhou na UFRGS por mais de 35 anos, concedida em 2004 à Secretaria do Patrimônio Histórico da UFRGS, a espécie de madeira empregada em todos os tipos de tesouras da Faculdade de Agronomia foi a Grápia/Garapa (*Apuleia leiocarpa*), porém, como não foram realizadas prospecções em nenhuma das madeiras originais empregadas, não há a comprovação deste depoimento.



### b) Tipologia B

A tipologia que se encontra nas alas intermediárias 02 e 04 (vide fig.75), caracteriza-se por tesouras do tipo *Polonceau* mista, com surgimento por volta do ano de 1840. Esta estrutura utiliza madeira nos elementos com esforços de compressão (pernas e escoras- vide fig.77) e tirantes de aço nos elementos tracionados, com elementos de fixação em aço. É uma estrutura apropriada para grandes vãos, pois com este uso misto de materiais é resistente para suportar cargas elevadas. O telhamento foi realizado com telha cerâmica do tipo francesa, com caimento de 76%.

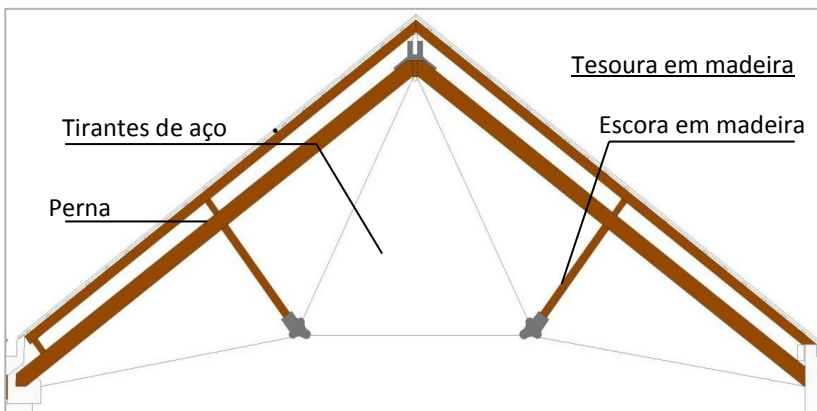


Figura 77 – Desenho gráfico da tesoura *Polonceau* utilizada no Instituto de Agronomia. Fonte: adaptação de desenho fornecido pelo acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS

### c) Tipologia C

Na ala central 03 (vide fig. 75), no terceiro pavimento onde se localiza o sótão, o sistema de cobertura utilizou uma tesoura semelhante a do tipo de mansarda, com lanternim originalmente toda em madeira (vide fig. 78).

É possível identificar similaridade da tipologia C com a tesoura de barracão com soalho suspenso, inscrita no livro de Monteiro (1976). Este interessante sistema de cobertura em madeira, ao mesmo tempo em que sustenta o vão de quase 11,86m, suporta o barroteamento do piso com tirantes metálicos.



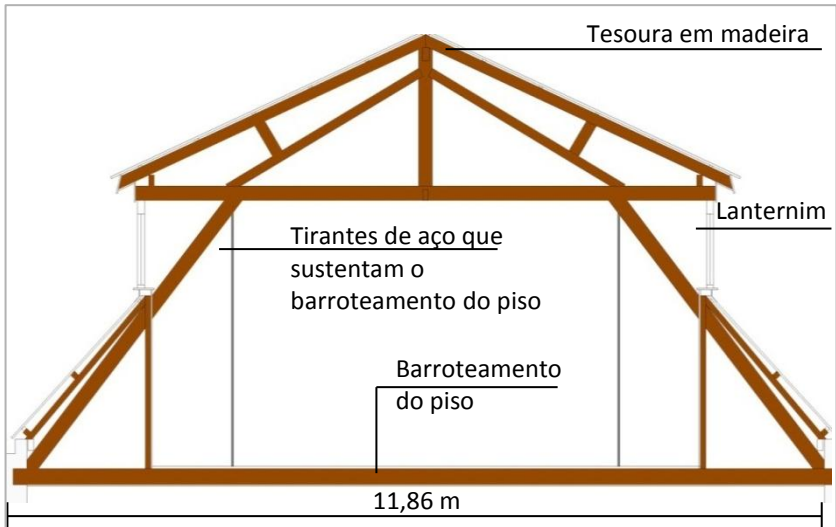


Figura 78 – Desenho gráfico da tesoura de mansarda utilizada no Instituto de Agronomia. Fonte: adaptação de desenho fornecido pelo acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS

#### 6.2.4. Intervenções realizadas na cobertura

##### a) Tipologia A

Sobre as alas laterais 01 e 05, com coberturas com tipologia de tesouras clássicas A, no memorial descritivo do projeto proposto pela SPH, consta: “A estrutura em madeira que fica oculta atrás dos forros, nos módulos 01, 03 e 05, se necessário, poderá ser substituída por estrutura com perfis metálicos”.

Com esta única indicação no projeto de intervenção, foi realizada a substituição da estrutura original em madeira por uma treliça metálica (vide fig. 79).

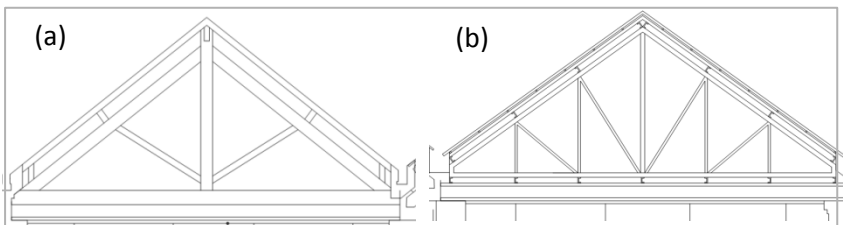


Figura 79 (a) e (b) - Desenho gráfico da tesoura utilizada nas alas 01 e 05 antes do restauro iniciado em 2004 e depois do restauro. Fonte: acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS

## b) Tipologia B

As duas alas intermediárias 02 e 04 que possuem o sistema de cobertura em treliça *Polonceau*, conservaram até 2001 as mesmas peças estruturais e o fechamento com telhas cerâmicas tipo francesas. Porém, ocorreram substituições por telhas francesa de vidro e de fibrocimento em alguns pontos. As clarabóias nas duas partes da cobertura nos átrios intermediários (alas 02 e 04) foram eliminadas. Em outubro de 2009 foi finalizado o restauro iniciado em 2003 sob a coordenação da SPH/UFRGS a partir do projeto “Restauro do patrimônio histórico e cultural da UFRGS”, aprovado pelo Ministério da Cultura. Nesta intervenção foram restauradas as treliças *Polonceau* e recuperadas as claraboias com telhas francesa de vidro nos átrios. Não foi encontrado na SPH documentação acerca de um possível aproveitamento das peças originais em madeira. Existem apenas algumas fotos anteriores e posteriores à intervenção (vide fig.80). Não foram realizadas prospecções em nenhuma das madeiras empregadas, portanto não se tem certeza qual a espécie de madeira original.

Quanto à restauração das treliças *Polonceau*, a intervenção conservou a estrutura aparente. No memorial descritivo do projeto proposto<sup>25</sup> há a seguinte descrição:

As treliças tipo *Polonceau* dos módulos 2 e 4, que ficam aparentes, deverão ser conservadas no seu comportamento estrutural e na sua materialidade. **As substituições parciais deverão utilizar madeira do mesmo tipo da original**, de lei, abatida há mais de 2 (dois) anos, bem seca, isenta de “bronco”, caruncho ou broca, devidamente imunizada, não ardida e sem nós ou fendas que comprometam sua durabilidade, resistência ou aparência. **As peças parcialmente degradadas deverão ser restauradas mediante substituição das partes ou realizando enxertos com madeira compatível;** deverão também ser limpadas e imunizadas com pentaclorofenol. (grifos da autora)

Porém não há registros de tais ações, e nem a confirmação destas ações pelo Arq. Edison Alice, responsável pelo projeto de restauração, diretor de projetos da SPH. O que se constata é que houve substituição

---

<sup>25</sup> Documento produzido pelo SPH /UFRGS com Projeto de Restauração anexado ao IPHAN-RS em 2003

total das peças de madeira, contrariamente ao indicado no memorial do projeto (ver fig. 80).

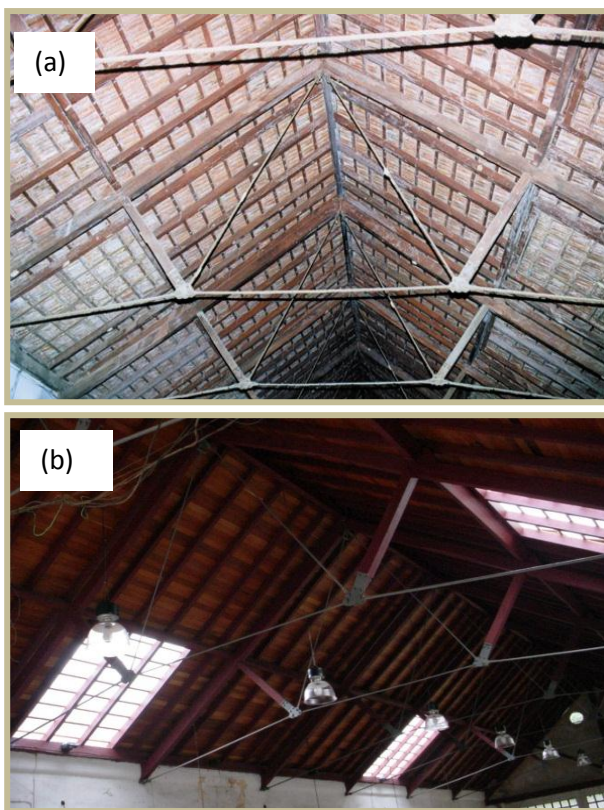


Figura 80 (a) e (b)–Fotografia da tesoura utilizada nas alas 02 e 04 antes e depois do restauro iniciado em 2004. Fonte: acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS

### *c) Tipologia C*

Na tipologia C todas as peças de madeira foram substituídas por aço, com a manutenção do desenho e comprimento das peças originais (vide fig. 81). O forro de madeira foi substituído por novas réguas, do mesmo material, sem identificação da espécie utilizada. A fixação do forro, que era feita em barrotes de madeira na estrutura original, passou a ser fixada em perfis metálicos suspensos pelos tirantes de aço. O

telhamento original com telha tipo francesa foi substituído por telha de zinco ainda antes de 2001 e, na restauração iniciada em 2004, o telhamento foi construído com telha de aço termoacústica. No documento “Projeto Agronomia” no item “Diferenciação dos materiais contemporâneos” possui o relato “(...) Cabe salientar que o terceiro pavimento possui uma peculiaridade em seu sistema estrutural que é inteiramente recuperado, substituindo as peças de madeira por perfis metálicos.”<sup>26</sup>

Observa-se, como nas demais tesouras da edificação, a falta do registro e a documentação da inspeção.



Figuras 81 (a) e (b)–Fotografia da tesoura utilizada na ala central 03 antes e depois do restauro iniciado em 2004. Fonte: acervo Secretaria do Patrimônio Histórico / Divisão de pesquisa Histórica e Documental da UFRGS

<sup>26</sup> Documento produzido pelo SPH /UFRGS com Projeto de Restauração anexado ao IPHAN-RS em 2003

### **6.2.5. Avaliação das intervenções nas estruturas de cobertura em madeira segundo critérios patrimoniais**

Após a apresentação das características do prédio da Agronomia, das tipologias da cobertura e das intervenções realizadas nas estruturas de cobertura, neste item procede-se a avaliação das técnicas de intervenção, sob enfoque dos princípios patrimoniais e das soluções técnicas, vistos no capítulo 5.

Para lembrar, o quadro 7 (p.101), sintetizou os princípios e as recomendações das Cartas Patrimoniais, em que listava:

- 1) Autenticidade;
- 2) Importância da manutenção e da documentação;
- 3) Multidisciplinaridade;
- 4) Importância do registro e estudo prévio;
- 5) Importância de manter técnicas tradicionais;
- 6) Durabilidade;
- 7) Compatibilidade;
- 8) Distinção harmoniosa;
- 9) Intervenção mínima;
- 10) Reversibilidade;
- 11) Importância da execução por profissional e do serviço por orçamento e não por empreitada.

Já o quadro 8 (p. 106) enumerou as recomendações e os princípios contidos nos documentos do ICOMOS para estruturas em madeira. Dentre as recomendações citadas destacam-se, principalmente:

- 1) Importância do registro e documentação;
- 2) Importância do diagnóstico e da inspeção;
- 3) Substituição com madeira igual ou de melhor qualidade - durabilidade;
- 4) Técnicas contemporâneas devem ser utilizadas com o máximo cuidado e comprovação de durabilidade;
- 5) Importância da manutenção e monitorização de estruturas;
- 6) Identificação botânica e avaliação estrutural;
- 7) Caráter didático;

Os princípios citados pelo ICOMOS reiteram alguns princípios já indicados pelas Cartas Patrimoniais, são eles:

- 1) Autenticidade;
- 2) Preferência ao emprego de técnicas tradicionais;
- 3) Distinção harmoniosa com marcação de peças novas;
- 4) Reversibilidade;

5) Intervenção mínima;


6) Compatibilização;

Os pontos principais destes princípios e recomendações do ICOMOS e das Cartas Patrimoniais estão dispostos no quadro abaixo (quadro 10).


<b>Princípios e Recomendações fundamentais conforme o ICOMOS e as Cartas Patrimoniais</b>
1) Autenticidade/ Legibilidade
2) Multidisciplinaridade de equipe
3) Importância da execução por profissional
4) Preferência ou semelhança por técnica tradicional
5) Compatibilidade
6) Distinção harmoniosa
7) Intervenção mínima
8) Reversibilidade
9) Caráter didático
10) Importância do registro e estudo prévio
11) Importância da manutenção e da documentação
12) Durabilidade

Quadro 10- Princípios e Recomendações fundamentais conforme o ICOMOS e as Cartas Patrimoniais. Fonte: autora, 2011.

A partir destes doze pontos principais será efetivada a análise das intervenções nas estruturas de cobertura em madeira realizadas no prédio da Faculdade de Agronomia (quadros 11, 12 e 13) e serão feitas as considerações acerca da conformidade com os documentos patrimoniais (subitem 6.5.1).

<b>Tipologia A – tesoura clássica</b> <b>Técnica- substituição total por aço</b>	
<b>Critérios patrimoniais atendidos</b>	
I. Autenticidade/ Legibilidade	
II. Multidisciplinaridade de equipe	
III. Importância da execução por profissional	
<b>Critérios patrimoniais não atendidos</b>	
IV. Preferência ou semelhança por técnica tradicional	
V. Distinção harmoniosa	
VI. Intervenção mínima	
VII. Reversibilidade	
VIII. Caráter didático	
IX. Importância do registro e estudo prévio	
<b>Critérios patrimoniais que não puderam ser verificados pela inexistência de dados</b>	
X. Durabilidade	
XI. Compatibilidade	
<b>Critérios patrimoniais atendidos em parte</b>	
XII. Importância da manutenção e da documentação	
<p><b>Observações</b></p> <p>Em função de que a tipologia original (tesoura clássica) foi substituída por outra tipologia (tesoura de Howe), e, além disso, não foi deixada uma amostra da tesoura original, considerou-se que a intervenção não teve caráter didático. Apesar de se ter feito o levantamento cadastral e histórico de forma abrangente da edificação, inclusive por equipe multidisciplinar que compõe a SPH/UFRGS, não foi possível obter dados sobre diagnóstico da inspeção nas coberturas e nem a justificativa completa da execução do restauro desta estrutura. A questão da durabilidade é discutível. Tanto uma estrutura metálica quanto uma de madeira possuem boa durabilidade se possuírem manutenção.</p>	


Quadro11-Tipologia A: análise de conformidade com documentos patrimoniais.  
Fonte: autora, 2011.

<b>Tipologia B – tesoura Polonceau</b> <b>Técnica- substituição total por madeira</b>	
<b>Critérios patrimoniais atendidos</b>	
I.	Multidisciplinaridade de equipe
II.	Importância da execução por profissional
III.	Caráter didático
<b>Critérios patrimoniais não atendidos</b>	
IV.	Intervenção mínima
V.	Reversibilidade
VI.	Importância do registro e estudo prévio
<b>Critérios patrimoniais atendidos em parte</b>	
VII.	Importância da manutenção e da documentação
<b>Critérios patrimoniais que não puderam ser verificados pela inexistência de dados</b>	
VIII.	Autenticidade/ Legibilidade -marcação de peças novas e reprodução fiel de encaixes)
IX.	Distinção harmoniosa (com marcação de peças novas)
X.	Durabilidade (com substituição feita por madeira de igual ou qualidade superior)
XI.	Compatibilidade
<b>Observações</b>	
<p>Apesar de se ter feito o levantamento cadastral e histórico de forma abrangente da edificação, inclusive por equipe multidisciplinar que compõe a SPH/UFRGS, não foi possível obter dados sobre diagnóstico da inspeção nas coberturas, nem a justificativa completa da execução do restauro desta estrutura. Um projeto “<i>as built</i>” deveria ter sido disponibilizado para que não restassem dúvidas quanto ao aproveitamento ou não de peças de madeira, previsto no memorial entregue ao IPHAN. A questão da durabilidade (com substituição feita por madeira de igual ou qualidade superior) não foi possível ser verificada, pois não se sabe qual espécie era a original, em função de que não foi executada a identificação botânica. Por carência de registro, não foi possível saber se foi garantida a autenticidade e legibilidade da estrutura, com a distinção harmoniosa, pois não há fotografias nem relato de marcação com data nas peças novas inseridas.Quanto aos encaixes e tipologia, foi mantida, como se visualiza nas fotografias. A questão do caráter didático da intervenção é atendida, pois mantém a tipologia original e a materialidade.</p>	

Quadro 12-Tipologia B: análise de conformidade com documentos patrimoniais.

Fonte: autora, 2011.



<b>Tipologia C – tesoura de mansarda com lanternim</b> <b>Técnica- substituição total por aço</b>	
<b>Critérios patrimoniais atendidos</b>	
I.	Autenticidade/ Legibilidade
II.	Multidisciplinaridade de equipe
III.	Importância da execução por profissional
<b>Critérios patrimoniais não atendidos</b>	
IV.	Preferência ou semelhança por técnica tradicional
V.	Distinção harmoniosa
VI.	Intervenção mínima
VII.	Reversibilidade
VIII.	Importância do registro e estudo prévio
<b>Critérios patrimoniais atendidos em parte</b>	
IX.	Importância da manutenção e da documentação
X.	Caráter didático
<b>Critérios patrimoniais que não puderam ser verificados pela inexistência de dados</b>	
XI.	Durabilidade
XII.	Compatibilidade
<b>Observações</b>  <p>A questão da durabilidade é discutível. Tanto uma estrutura metálica quanto uma de madeira possuem boa durabilidade se possuírem manutenção. Apesar de se ter feito o levantamento cadastral e histórico de forma abrangente da edificação, inclusive por equipe multidisciplinar que compõe a SPH/UFRGS, não foi possível obter dados sobre diagnóstico da inspeção nas coberturas, nem a justificativa completa da execução do restauro desta estrutura. A questão do caráter didático da intervenção é atendida parcialmente, pois mantém a tipologia original, mas não foi deixada uma amostra da tesoura original.</p>	

Quadro 13-Tipologia C: análise de conformidade com documentos patrimoniais.  
 Fonte: autora, 2011.

### 6.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS INTERVENÇÕES NAS ESTRUTURAS DE COBERTURA NA FACULDADE DE AGRONOMIA

Serão indicados para as estruturas de cobertura em madeira do Prédio Central da Agronomia quais os procedimentos seriam os aconselhados para o cumprimento dos principais pontos destacados dos critérios patrimoniais (vide tab.9).

A garantia da **autenticidade** independe da escolha do material da substituição. Quando a substituição da estrutura em madeira for realizada com material contemporâneo, como o aço (caso da tipologia A e C), por se tratar de um material pouco comum na época de construção (1910), a legibilidade de ser um novo material fica evidente.

No caso da tipologia B, em que houve a substituição dos elementos estruturais por novas peças em madeira, seria importante a marcação das peças novas de madeira com datas, para que se saiba que não são peças originais.

A **equipe multidisciplinar** e a **execução das obras por profissionais** foram asseguradas pela equipe da SPH, composta por profissionais de diversas áreas: sociólogos, historiadores, arquitetos, engenheiros, entre outros.

A **preferência ou semelhança por técnica tradicional** foi realizada na tipologia B, enquanto que na tipologia A e C foi utilizada uma nova materialidade. Por se tratar de estruturas que possuem encaixes e um método construtivo diferenciado, seria indicada a manutenção da madeira como material construtivo para possibilitar a transmissão deste conhecimento construtivo às gerações futuras.

A **compatibilidade** entre os materiais novos com os materiais e as estruturas antigas devem ser observados. No caso da substituição por aço, pode haver incompatibilidade, uma vez que, em alguns casos, é possível que ocorra uma reação química entre os elementos, o que pode vir a prejudicar a edificação histórica. Na substituição por madeira, é indicado realizar uma identificação anatômica da madeira original, para que a substituição busque a similaridade com a espécie para reduzir as chances de problemas de incompatibilidade.

No caso do princípio da **distinção harmoniosa**, entende-se que no caso da substituição de uma estrutura de cobertura original em madeira por uma nova estrutura em madeira, através da marcação das peças novas com datas, é uma maneira de execução que sinaliza

harmoniosamente ser um material novo. Não há evidências da execução deste procedimento nas coberturas da Faculdade de Agronomia.

Caso fosse possível o reparo das peças, esta ação deveria ser considerada prioritária com relação à substituição, de modo como indica o princípio da ***Intervenção mínima***.

Em nenhuma das estruturas de cobertura o princípio da ***reversibilidade*** foi atendido, já que foram totalmente substituídas, de modo que a matéria original foi perdida. Para atender este critério, a técnica de intervenção deveria ter sido menos invasiva, se houvesse possibilidade.

Nos dois casos de substituição, tanto utilizando madeira quanto aço, se fosse possível, sem prejuízo da segurança dos usuários, seria indicada a manutenção de uma tesoura original para ***caráter didático***, de testemunho.

O objetivo do restauro é conservar a estrutura histórica e as suas funções resistentes, bem como revelar os seus valores culturais pelo melhoramento da legibilidade da sua integridade histórica, do seu estado e do seu projeto inicial, dentro dos limites das evidências materiais históricas existentes, conforme indicado nos artigos 9 a 13 da Carta de Veneza. Os membros e os outros componentes removidos da estrutura histórica devem ser catalogados, e, como parte da documentação, devem ser conservadas amostras características em armazenamento permanente. ICOMOS (1999, art. 8)

Também com fins didáticos, no caso da substituição de tesouras em madeira por uma nova materialidade, com o aço, mesmo que se tenha a intenção de projeto de distinguir materiais novos dos originais, como preconiza a Carta de Veneza, o desenho da tipologia preferencialmente deve ser mantido, como testemunho da sua história. No caso do Instituto de Agronomia, observou-se que a tipologia original, embora com nova materialidade, foi devidamente mantida na ala central. Nas alas laterais, porém, além da nova materialidade com o aço, o desenho original foi modificado, o que inviabiliza o resgate do seu significado histórico.

Sobre a ***importância do registro e estudo prévio***, nas coberturas com estruturas em madeira do Prédio central da Agronomia, um diagnóstico sobre o estado de conservação identificando a presença de insetos, umidade, fungos, fendas, entre outros, seria um registro

importante, considerando prioritariamente a conservação, sempre que possível, da estrutura original. Este estudo engloba também a identificação anatômica da madeira, de modo a garantir a fidelidade à espécie utilizada quando for necessária a substituição de peças ou, se não for possível, a reposição por uma espécie que possua similaridade com as características físicas e mecânicas da espécie de madeira original, o que não foi realizado no estudo de caso.

No caso da substituição por madeira, a garantia da *durabilidade* está atrelada com a realização prévia da prospecção da madeira com identificação anatômica já mencionada, da mesma forma que a compatibilidade entre os materiais. A durabilidade está relacionada com a manutenção que a estrutura receberá ao longo do tempo e independe do material.

A questão da *importância da manutenção e da documentação* foi atendida em parte no estudo de caso, pois apesar de ter sido realizado um exemplar levantamento histórico e cadastral pela equipe multidisciplinar da Secretaria do Patrimônio Histórico, que é disponível a população, a documentação com relação à condição da estrutura antes da intervenção e dos materiais, o diagnóstico resultante da inspeção e as técnicas utilizadas nos tratamentos não foi catalogada, causando um grande prejuízo para elucidar a justificativa das intervenções e o histórico da estrutura. Outro documento importante que poderia ter sido executado e arquivado é o “*as built*” para deixar claro o que foi feito na etapa de execução que foi alterado com relação ao memorial descritivo pertencente ao projeto executivo.

De forma mais ampla, após as considerações feitas sobre a análise do estudo de caso, entende-se que a escolha da proposta de intervenção do Projeto de restauro das coberturas do edifício da Agronomia nos casos em que utilizou o aço como material de substituição teve como objetivo marcar as intervenções com uma linguagem arquitetônica contemporânea, evidenciando a arquitetura de cada momento histórico e a diferença entre os elementos novos e antigos.

Esta é uma escolha cada vez mais empregada em restaurações de coberturas históricas, entretanto, como, de acordo com o documento do ICOMOS (2001)<sup>27</sup>, nenhuma ação deve ser executada sem se demonstrar que ela é indispensável, a execução da intervenção de substituição das coberturas com estruturas em madeira do prédio central

---

<sup>27</sup> Documento intitulado “Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico”.

da Agronomia deveria apresentar mais adequadamente a justificativa para as ações, com relatórios do diagnóstico das peças deterioradas.

Observa-se a falta de núcleos e grupos de pesquisa em Porto Alegre e carência de técnicos especializados que possam auxiliar o trabalho de inspeção, diagnóstico e no registro documental de coberturas históricas em madeira. Talvez por isso, os profissionais optem por substituição completa da estrutura de madeira, uma vez que não dispõem de todas as informações necessárias para a avaliação da segurança da estrutura existente. É importante a criação destes órgãos e o apoio técnico aos profissionais de restauro, para que assim, exista maior respaldo às decisões de projeto e na salvaguarda do patrimônio em sua totalidade.



## 7. CONCLUSÕES

A proposta deste trabalho foi auxiliar na importante tomada de decisão dos projetistas quanto à escolha das diferentes técnicas existentes de restauração de estruturas de coberturas históricas em madeira. A base deste trabalho foram os documentos patrimoniais mais influentes no que concerne a restauração do patrimônio edificado e o seu objetivo foi destacar as consequências no uso das diferentes técnicas existentes.

A escolha final, entretanto, é do profissional responsável pelo projeto de restauro, que, com a sua visão particular, de acordo com a singularidade da edificação, deve optar pelo emprego de técnicas modernas ou de técnicas tradicionais. O que não pode ser esquecido é que a preservação da identidade da edificação histórica é prioritária sob risco da perda do valor patrimonial. Nesse ponto, há uma grande responsabilidade dos órgãos de preservação do patrimônio, os quais deveriam possuir uma política de intervenção mais clara, com diretrizes discutidas internamente pelos seus técnicos e dirigentes para orientação dos profissionais.

Nesse sentido, alguns pontos devem ser respeitados para garantia da salvaguarda do patrimônio:

- 1) A intervenção mínima deve ser sempre respeitada, lembrando que a substituição total deve ser evitada ao máximo;
- 2) Documentar todas as fases do restauro: antes da intervenção, com a coleta de dados históricos, levantamento cadastral, fotográfico, inspeção, diagnóstico e respectiva justificativa; durante a intervenção, com o diário de obra; e depois da obra, com o manual de uso e conservação e o “*as built*”;
- 3) Realizar a prospecção na madeira com identificação anatômica para fins de estudo da resistência estrutural, para que no caso de uma substituição seja colocada uma madeira de espécie igual ou com melhores qualidades. Esta identificação é importante, igualmente, para fins de resgatar a valorização patrimonial na semelhança entre a espécie original e a do novo elemento.
- 4) Deve-se estimular o conhecimento das técnicas tradicionais e a sua preservação, pois são um componente importante da conservação do patrimônio. Somente com esta preservação

estará garantida a transmissão de conhecimentos através do tempo, como o uso de encaixes e ensambladuras artesanais.

- 5) Para testemunhar a técnica antiga original, como caráter didático, sugere-se preservar, ao menos, uma tesoura *in loco*, mesmo que esta já não possua função estrutural, se isto não incorrer em risco à segurança dos usuários;
- 6) Caso seja utilizada uma nova materialidade em aço, ou outro material, com a substituição de elementos estruturais em madeira, preservar a tipologia original, como forma de salvaguardar uma parte da história da edificação;
- 7) A intervenção deve ser realizada por profissionais especializados, com uma equipe multidisciplinar capacitada conforme especificidades da cobertura e evitar o serviço de execução por empreitada;
- 8) Indica-se a realização da avaliação da segurança estrutural da cobertura, com análise da estabilidade e da possível interação entre os diferentes materiais;
- 9) Prever acesso à estrutura para a execução das inspeções e realizar a manutenção preventiva, com inspeções regulares;
- 10) Prever a ventilação, inclusive no desvão da cobertura, de forma a reduzir a umidade nas peças.

Um questionamento pode ser feito após a realização deste trabalho. Em uma obra de restauração, as esquadrias em madeira quando se encontram em estado de deterioração são substituídas por novas esquadrias em madeira ou apenas consolidadas. Então por que, em uma obra de restauração, as estruturas de cobertura em madeira são, muitas vezes, substituídas por materiais contemporâneos?

Esta pergunta é de difícil resposta, uma questão que pode ser levantada é de que a complexidade de uma cobertura com a estrutura em madeira e a sua responsabilidade perante a integridade da edificação leva a uma insegurança por parte de técnicos e responsáveis, que ao se deparar com a questão do risco de colapso optam pela substituição por materiais modernos, pensando ser esta a opção mais segura e confiável.



Outra questão a ser levantada é que enquanto a esquadria é aparente, as estruturas de telhado são, em sua maioria, ocultas por forros. Fato que não justifica a alteração do material e da técnica construtiva, o saber-fazer de uma geração.

É preciso compreender que, muitas vezes, com a vistoria e o estudo estrutural adequado, realizado por um especialista em estruturas antigas de madeira, pode evitar intervenções significativas, que sempre são menos indicadas quando se trata de um patrimônio edificado.

Como a decisão de projeto de restauro em coberturas com estruturas em madeira reflete na salvaguarda da integridade da edificação histórica, é de suma importância conhecer as potencialidades e as limitações de cada técnica de intervenção. Nesse ponto, a pesquisa buscou introduzir as técnicas mais comuns e confrontá-las com os documentos de preservação. Verificou-se que as técnicas que utilizam reforço são as mais indicadas, sobretudo as que utilizam a madeira. Quanto à substituição total ou parcial, mais uma vez a técnica que utiliza a madeira é a mais adequada, segundo os critérios patrimoniais.

Após a identificação das consequências patrimoniais de cada técnica, espera-se que o trabalho contribua para que os projetos de restauro de coberturas com estruturas em madeira sejam realizados de modo mais consciente, de modo a satisfazer, sempre que possível, os princípios e as recomendações patrimoniais, para garantia da proteção ao bem patrimonial.

## 7.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir do tema abordado pelo trabalho, sugere-se como pesquisas futuras:

- a. realizar investigações com outros estudos de caso, para identificar as técnicas de restauro mais utilizadas em coberturas com estruturas em madeira;
- b. estudar as novas técnicas de restauro e o seu emprego nas coberturas em madeira de edificações históricas, sobretudo o uso da Madeira Laminada Colada para este fim, que se mostrou uma boa alternativa, junto com a madeira serrada, nos casos de substituição total;
- c. identificar espécies de madeira que se adequem à tecnologia da Madeira Laminada Colada, para fins de uso em restauro de estruturas antigas;
- d. estudar reforços com a utilização de fibras vegetais e naturais, como o bambu;

- e. avaliar a durabilidade de novos materiais empregados na intervenção de coberturas com estruturas em madeira;
- f. avaliar o emprego de cada método de restauro em coberturas com estruturas em madeira sob o ponto de vista da economia e da sustentabilidade;

## REFERÊNCIAS

ANDRIGUETTO, F. **Levantamento Predial do Prédio da Agronomia**, Porto Alegre, 1927/28.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. Norma brasileira de manutenção de edificações- procedimento- **NBR 5674**. Rio de Janeiro: 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. Cargas para o cálculo de estruturas de edificações- **NBR 6120**. Rio de Janeiro: 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios - **NBR 8800**. Rio de Janeiro: 2008.

AZEREDO, Hélio Alves. **O edifício até sua cobertura**. 2. ed.rev. São Paulo : E. Blücher, 1997. 182 p. : il

BOITO, Camilo. **Os Restauradores**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2002.  
BIBLIOTECA PROFESIONAL EPS. **Tecnologia de la Madera**. 3ª edição. Barcelona: Ediciones Don Bosco, 1977. 530p.

BRANDI, Cesare. **Teoria da Restauração**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2004.

BRANCO,J.CRUZ,P.PIAZZA,M. **Asnas de madeira. A importância da rigidez das ligações.** Jornadas Portuguesas de engenharia de estruturas. LNEC, Lisboa, 2006.

BRAGA, Márcia (org.). **Conservação e restauro: madeira- pintura sobre madeira- douramento em estuque- cerâmica- azulejo-mosaico.** Rio de Janeiro: Ed. Rio, 2003.152p: il

**Cartas patrimoniais**, acessadas em 02/10/10 em: <http://portal.iphan.gov.br/portal/montarPaginaSecao.do?id=12372&sigla=Legislacao&retorno=paginaLegislacao>

COSTA, Débora Regina Magalhães da. **Aspectos críticos em obras de restauração arquitetônica no Estado: a experiência do arquiteto Edgar Bittencourt da Luz.** Porto Alegre, 2005(dissertação de mestrado).

COSTA, Lúcio. Documentação necessária, 1937. **Modernistas na repartição.** p.199- 206. Editora UFRJ, Paço Imperial, Tempo Brasileiro, 1993.

COSTA, Luís F.S. da. Tipificação de soluções de reabilitação de pavimentos estruturais em madeira em edifícios antigos. 142f. Dissertação (Mestrado)-Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Portugal, Porto, 2009.

CHING, F.D.K. **Dicionário visual de arquitetura.** São Paulo: Martins Fontes, 2000. 319p:il

CUNHA, Claudia Dos Reis e. **Restauração: diálogos entre teoria e prática no Brasil nas experiências do IPHAN.** 2010. 171 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, São Paulo, 2010.

DOBERSTEIN, Arnaldo Walter. Praça da Matriz em Porto Alegre: ganhos e perdas nas intervenções patrimoniais. In: FERREIRA, Mario dos Santos; BREGATTO, Paulo Ricardo; KOTHER, Maria Beatriz Medeiros (Org.). **Arquitetura e Urbanismo: Posturas, tendências e reflexões. Porto Alegre**, 2008.v. 2

DRIEMEYER, Rute A. **Contribuições para a conservação do patrimônio histórico edificado em madeira da cidade de Antônio Prado/RS**.112f. Dissertação (Mestrado) Departamento de Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

ESPARZA, Mikel Landa. **Reparación de estructuras de madera mediante injertos**- Recuperación de elementos traccionados. Santiago, 2007.

EUROCÓDIGO **EC5-EN 335-1:1994**. Durabilidade da madeira e de produtos derivados. Definição das classes de riscos de ataques biológicos. Parte 1: Generalidades.

EVERS, Bernd et al. (Org.). **Teoria da Architectura**: do renascimento até os nossos dias. Koln: Taschen, 2006. 575 p.

FERREIRA, Thiago Turino. **Técnicas de conservação e restauro das estruturas em madeira de telhados históricos no Brasil**. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Programa de Pós Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2010.

GALVÃO, Marco Antônio de Faria. **Caderno de Encargos**. (Cadernos Técnicos 2). Brasília: MINC; IPHAN/Monumenta, 2005.

GOMIDE, José Hailon.; SILVA, Patrícia Reis da; BRAGA, Sylvia Maria Nelo (Elaboração). **Manual de elaboração de projetos de**

**preservação do patrimônio cultural** (Cadernos Técnicos 1). Brasília, DF: IPHAN/Monumenta, 2005.

GONZAGA, A.L. **Madeira: uso e conservação**. Brasília: DF: IPHAN/Monumenta, 2006.

HUGON, A. **Técnicas de construção I**, Enciclopédia da Construção. 2004, ed. Hemus

ICOMOS. **Princípios para a preservação das estruturas históricas em madeira** (artigo adaptado pelo ICOMOS na 12ª assembléia geral - Tradução Antonio de Borja Araújo, eng. Civil). México, 1999.

ICOMOS. **Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico** (resultante da reunião de Paris do comitê ICOMOS – Tradução Silvia Puccioni, e Antonio Albuquerque). Paris, 2001.

ILHARCO, T. et al. **Inspeção, diagnóstico e reforço de coberturas antigas de madeira. O caso da escola secundária Rodrigues de Freitas**. VI Congresso Internacional sobre patologia y recuperación de estructuras – CINPAR, Córdoba, 2010.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO DO ESTADO (IPHAE). **Patrimônio edificado: orientações para sua preservação**. 2. ed. [Porto Alegre] : Corag, 2009. 115 p. : il

KÜHL, Beatriz Mugayar. “Notas sobre a evolução do conceito de restauração”, In: Arquitetura do Ferro e Arquitetura Ferroviária em São Paulo. Reflexões sobre a sua preservação. São Paulo: Ateliê Editorial, 1998.

LA PASTINA FILHO, José. **Manual de conservação de telhados**. Brasília: IPHAN / Monumenta, 1999.

LEPAGE, E. S. (coord.). **Manual de preservação de madeiras**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). São Paulo, 1986.

LOPES, Miguel A.C. **Tipificação de soluções de reabilitação de estruturas de madeira em coberturas de edifícios antigos**. 203f. Dissertação (Mestrado)-Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Portugal, Porto, 2007.

MANNUCCI, M. **Técnicas de Inspección en edificios antigos con estruturas de madeira em Italia. Curso construcción en madeira**. Centro de Innovación e servicios tecnológicos da madeira de Galicia, 2008, disponível em: [www.cismadeira.com/construcion/downloads/](http://www.cismadeira.com/construcion/downloads/)

MARAGNO, Andrea Souza. **Sistematização das causas de patologias em madeiramento**. 392 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.

MILITO, J.A.de. **Técnicas de construção civil e construção de edifícios**. Faculdade de ciências tecnológicas PUC campinas e Faculdade de Engenharia de Sorocaba, 2002 (apostilas).

MONTEIRO, Jonathas da Costa Rego. **Tesouras de telhados**. Rio de Janeiro: Interciência, 1976. 109p.

MONTENEGRO, Gildo A. **Ventilação e cobertas: estudo teórico, histórico e descontraído: a arquitetura tropical na prática**. São Paulo: E. Blücher, 1991. 129 p.: il

MORAES, G. A. M. de. **A contribuição de Manoel Itaquí para a Arquitetura Gaúcha.** 144f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Programa de Pós Graduação em Arquitetura PROPARG, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

NUMAZAWA, Camila Thiemy Dias. **Arquitetura japonesa no Pará: estudo de caso em edificações com técnica construtiva que favoreceu com uma maior durabilidade da arquitetura em madeira no município de Tomé-Açu.** 99 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

NUNES, Larissa Acatauassú Corrêa. **Estruturas de cobertura na arquitetura religiosa de Landi em Belém-PA: avaliação de tipologia, comportamento estrutural e identificação de espécies vegetais.** 211f. Dissertação (Mestrado) Departamento de Programa de Pós Graduação em Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, BA, 2005.

NUNES, Maria Anilta. **Sistemas construtivos e sua preservação: retábulos executados entre os séculos XVIII e XIX, da arquitetura religiosa de Florianópolis, SC.** 165 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

OLIVEIRA, M. Mendonça de. **A documentação como ferramenta de preservação da memória.** Brasília, DF: IPHAN/ Programa Monumenta, 2008, Cadernos Técnicos 7.

OLIVEIRA, Mário Mendonça de. **Tecnologia da Conservação e Restauração: Materiais e Estruturas** – Um Roteiro de Estudos. 18ª Edição. Salvador: EDUFBA: ABRACOR, 2002. 213p.

PEREIRA, Renata Lopes. **Estrutura de coberta da arquitetura religiosa em Pernambuco.** Trabalho de conclusão de curso



(Graduação)- Centro de Artes e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

PINTO, Edna M. **A madeira: um material construtivo resistente ao fogo.** Revista eletrônica de ciências, n.27. São Carlos, 2004.

PIZZO, B. LAVISCI, P. **Técnicas de Inspección e intervención em estruturas de madeira em edificios antigos. Curso construcción em madeira.** Centro de Innovación e servicios tecnolóxicos da mader de Galicia, 2008, disponível em: [www.cismadeira.com/construcion/downloads/](http://www.cismadeira.com/construcion/downloads/)

POSENATO, J. **A Arquitetura do Norte da Itália e das Colônias Italianas de Pequena Propriedade no Brasil.** IN Martins, Neide Marcondes & Bellotto, Manoel Lelo. *Turbulência cultural em cenários de transição: o século XIX ibero-americano.* EdUSP, 2004.

PROGRAMA MONUMENTA. **Manual de Conservação Preventiva para Edificações.** Brasília: MINC; IPHAN, 2006.

PROJETO AGRONOMIA. **Restauração do prédio central da faculdade de Agronomia- memória de projeto.** Secretaria do Patrimônio Histórico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

RODRIGUES, Romana M.S.C. de Oliveira. **Construções antigas de madeira: experiência de obra e reforço estrutural.** 287f. Dissertação (Mestrado)-Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Minho, Portugal, Minho, 2004.

SANCHEZ, F.P. **Protección preventiva de la madera.** Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho (AITM). Madri, 2001. 437p: il

SANTOS, Paulo F. **A arquitetura religiosa em Ouro Preto**. Rio de Janeiro : Kosmos, 1951.

SEBRAE. **Manual de cerâmica vermelha** - Estudos de mercado SEBRAE-ESPM, setembro de 2008, disponível em: [www.biblioteca.sebrae.com.br/](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/)

SERPA, Fabíola Bristot. **A segurança contra incêndio como abordagem de Conservação do patrimônio histórico edificado: a aplicação do sistema de projeto baseado em desempenho em edifícios históricos em Florianópolis, SC**. Dissertação (Mestrado) Departamento de Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SOLÁ, Ignasi de; RUBIÓ, Morales. Do contraste à analogia: novos desdobramentos do conceito de intervenção arquitetônica. In: NESBITT, Kate (org). **Uma nova agenda para a Arquitetura: antologia teórica 1965-1995**. São Paulo: Cosac Naify, 2008.

SZÜCS, C.A. et al. – **Estruturas de madeira** - notas de aula. UFSC/ ECV, Florianópolis, 2008, disponível em: <http://www.giem.ufsc.br/>.

TINOCO, Jorge Eduardo Lucena. **Técnicas tradicionais – Intervenções sustentáveis: Patrimônio Construído**. Resumo Congresso XIII ABRACOR, Porto Alegre, 2009, disponível em: <http://www.abracor.com.br/novosite/congresso/resumos%20em%20pdf/T%E9nicas%20tradicionais%20-%20interven%E7%F5es%20sustent%E1veis%20-%20Patrim%F4n.pdf>

TINOCO, Jorge Eduardo Lucena. **Telhados tradicionais patologias, reparos e manutenção**. 2007. Revista Brasileira de Arqueometria, Restauração e Conservação. Vol 1 nº 5 pg. 232 -237 AERPA Editora.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL: Patrimônio Histórico e Cultural da Secretaria do Patrimônio Histórico da UFRGS (Org.)** Porto Alegre: UFRGS, 2004. 143 p.

VALLE, Ângela do. **Disciplina de Fenômenos Patológicos em Construções em Madeira.** Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. (Apostilas)

VALLE, Â, BRITES, R.D, LOURENÇO, P. **Uso da perfuração controlada na avaliação de degradação da madeira em edificações antigas – estudo de caso.** Anais do 10º encontro brasileiro em Madeiras e Estruturas em Madeira- EBRAMEM, São Paulo, 2006.

VALLE, Â.; Moraes, P.D.; Lalane, M.; Pereira, N.B. **Projeto de restauração da estrutura de madeira da cobertura da nave da Igreja Matriz de São José – SC.** Memorial descritivo, Florianópolis, SC, 2010.

VASCONCELLOS, Sylvio de. **Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos.** 5. ed.rev. Belo Horizonte : Univ. Federal de Minas Gerais, 1979. 186 p.: il

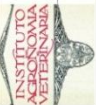
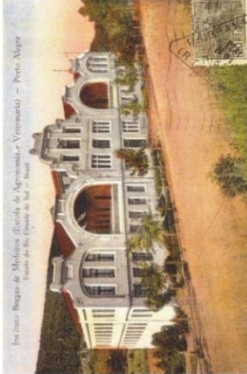
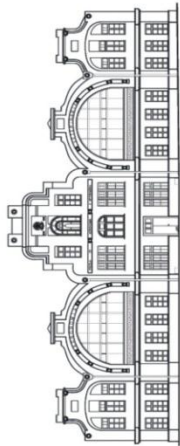
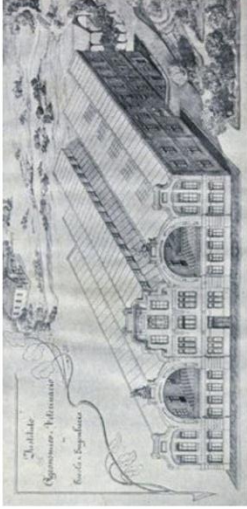
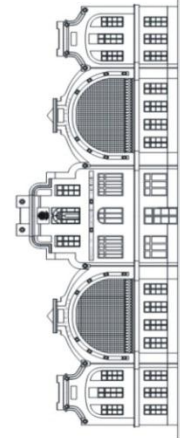
VÁZQUEZ, M.C.T. **Protección da madeira e deseño construtivo. Curso construción en madeira.** Centro de Innovación e servicios tecnolóxicos da madeira de Galicia, 2007, disponível em: <http://www.cismadeira.com/construcion/downloads/>

VIOLLET-LE-DUC, Eugéne-Emmanuel, 1814-1879. **Restauração.** São Paulo: Ateliê Editorial, 2000. 70 p.

WEIMER, Günter. **Arquitetura Popular da Imigração Alemã.** 2 ed. Porto Alegre, Ed. da UFRGS, 2005.



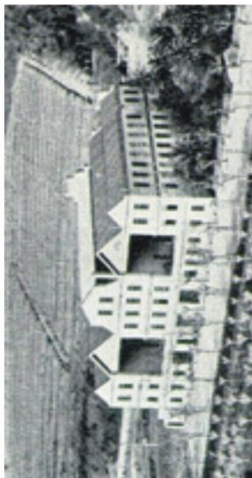
## ANEXO A

SÍNTESE DO HISTÓRICO DE INTERVENÇÕES		Faculdade de Agronomia		
FACHADA FRONTAL				
	<p>anos 50- Renovação de revestimento de fachada e pintura, como também a simplificação de alguns elementos decorativos como cimbalhas, molduras e platibandas;</p> <p>1957- substituiu-se nesta época a porta de acesso principal de madeira por uma porta metálica;</p> <p>1968- os letreiros originais da fachada principal são modificados;</p> <p>1992- vãos em arcos plenos dos átrios na fachada frontal foram fechados com uma estrutura metálica quadriculada e vidros.</p>	 <p>1923- Cartão Postal da Fachada da Agronomia</p>	 <p>2009- Situação da fachada após a intervenção da SPH</p>	
		 <p>1909- Projeto de Manoel Itaquí</p>	 <p>2001- Situação da fachada antes da intervenção da SPH</p>	

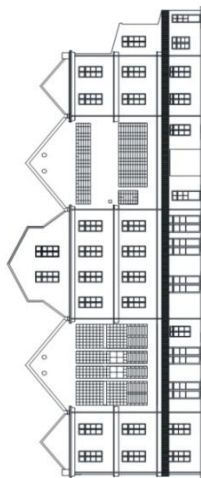
Fonte: autora, (2011) baseado em desenhos e fotografias da divisão de pesquisa histórica e documental SPH/UFRGS.

## FACHADA POSTERIOR

- 1957- alguns vãos foram modificados, outros demolidos;
- 1965-Os átrios haviam sido fechados com esquadria metálica e vidros na fachada posterior;
- s/d- construiu-se uma adição de um corredor horizontal;
- 2009- demolição do corredor horizontal e adição de um bloco de circulação vertical com material contemporâneo.



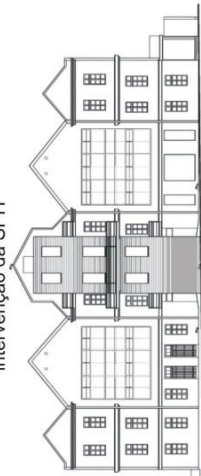
1913- Situação da fachada posterior



2001- Situação da fachada posterior antes da intervenção da SPH



2009- Fotografia da fachada após a intervenção da SPH



2009- Situação da fachada após a intervenção da SPH

Fonte: autora, (2011) baseado em desenhos e fotografias da divisão de pesquisa histórica e documental SPH/UFRGS.

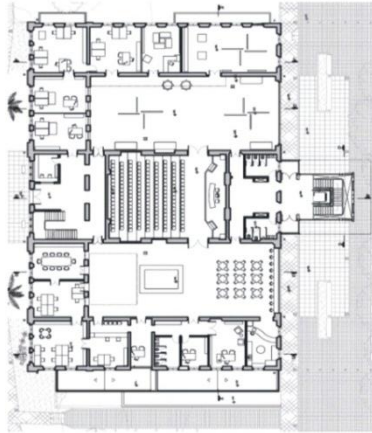


PLANTA TÉRREO

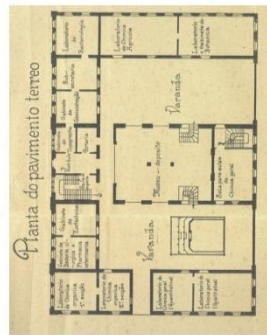
- antes de 1957- é demolido o antigo anfiteatro;
- 1957- construíram-se novas alvenarias;
- 1968- hall da instituição é reformado;
- 2009- retirada de paredes não originais, escada posterior e instalação de auditório no átrio central e do anexo de circulação junto a fachada posterior.



2001- Situação do térreo antes da intervenção da SPH



2009- Situação do térreo após a intervenção da SPH



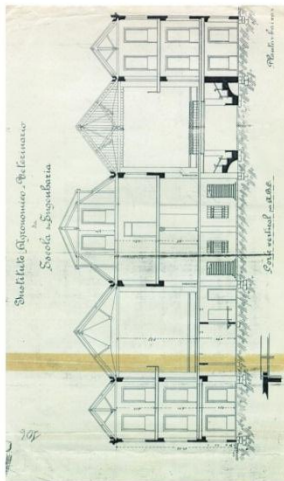
1909- Projeto de Manoel Itaquí

Fonte: autora, (2011) baseado em desenhos e fotografias da divisão de pesquisa histórica e documental SPH/UFRGS.

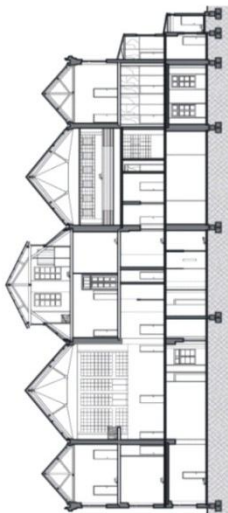


### PLANTA PAV. SUPERIOR

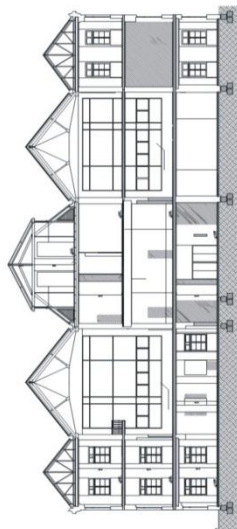
1957 - revisão do telhado e substituição de calhas, construção de um entropiso de cimento armado e a substituição da estrutura de madeira.  
2009 - Substituição total do madeiramento de todos os telhados. Nas alas 1 e 5 por estrutura metálica sem manter a tipologia, na ala 3 por uma estrutura metálica mantendo a tipologia original e nas alas 2 e 4 por uma nova estrutura em madeira, mantendo a tipologia original.



1909- Projeto de Manoel Itaquí



2001- Corte longitudinal antes da intervenção da SPH



2009- Corte longitudinal após a intervenção da SPH

Fonte: autora, (2011) baseado em desenhos e fotografias da divisão de pesquisa histórica e documental SPH/UFRGS.

