ALBENISE LAVERDE

**Processo Produtivo de Esquadrias em Madeira de
Eucalipto na Marcenaria Coletiva do
Assentamento Rural Pirituba II – Itapeva-SP**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Akemi Ino

São Carlos
2007

FOLHA DE APROVAÇÃO

DEDICATÓRIA

À ti Senhor, que estás dentro de mim, que és força superior, grandiosa e formadora.
E à minha família, com a mais profunda admiração e carinho.

AGRADECIMENTOS

Ingrata seria se atribuisse as conquistas e experiências vividas ao mero acaso ou até mesmo à minha pessoa, pois é a ti Senhor que primeiro agradeço, pelas oportunidades colocadas em minha vida, procurando compreender e corresponder com meu trabalho à sociedade.

Aos meus pais e irmãos que embora a distância, souberam se tornar tão presentes nos momentos mais difíceis. Grandes exemplos de fé, luta e dedicação.

À minha orientadora Akemi Ino, pela exagerada confiança, ao colocar em minhas mãos tamanha responsabilidade e acreditar que seria capaz de realizar atividades até então inusitadas, dando-me a oportunidade tão enriquecedora de contribuir para a experiência Inovarural.

Aos queridos integrantes do Habis: Maris, Nagui, Ivan, Carol, Leo, Fernando, Thaisa e todos os outros que comigo compartilharam momentos árduos, mas gratificantes. Com vocês descobri a grandiosidade das pequenas atitudes e a exercitar a paciência, o companheirismo e o crescimento mútuo.

Às marceneiras, Sr. Jorge e as famílias do assentamento pelo respeito, confiança e amor com que fui tratada durante e pós experiência, sem a participação de vocês este trabalho não seria possível.

Às grandes amigas Gabi's, Michelle, Michelly, Rachel, Patrícia e tantos outros que fazem parte da minha história sancarlense.

À Fapesp, pela bolsa concedida, a qual viabilizou minha permanência em São Carlos e o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

LAVERDE, A. **Processo produtivo de esquadrias em madeira de eucalipto na marcenaria coletiva do Assentamento rural Pirituba II – Itapeva-SP**. 2007. 266 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

O trabalho objetiva analisar a cadeia produtiva de esquadrias de madeira desde a sua aquisição até a montagem final, tendo em vista identificar as potencialidades e os limites de sua fabricação dentro de um contexto diferenciado: utilizando mão-de-obra em fase de capacitação, infraestrutura mínima e matéria-prima na maior parte proveniente de plantios florestais não manejados para serraria. Os dados foram coletados a partir do acompanhamento e observação direta das atividades realizadas em uma marcenaria autogestionária no assentamento rural Pirituba II, durante a experiência Inovarural, com a utilização do método da pesquisa-ação.

A produção de esquadrias em madeira de eucalipto embasada nessas condicionantes mostrou-se viável sob os aspectos econômico, técnico e social. O desempenho da matéria-prima utilizada revelou a carência da oferta de madeira de melhor qualidade na região e a necessidade da ampliação de áreas manejadas para esta finalidade. Embora as dificuldades encontradas, foi possível fabricar um componente de alta qualidade e acessível à população de baixa renda, atingindo as expectativas e satisfação das famílias envolvidas. Outro resultado de extrema relevância foi a formação de um grupo fixo e capacitado para a continuidade das atividades de incubação do empreendimento transformando-se na real possibilidade de geração de trabalho e renda local.

Palavras-chave: habitação social. esquadrias em madeira. madeira de eucalipto. marcenaria autogestionária.

ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the production chain of windows from its acquisition until the final assembly keeping in mind to identify the potentialities and the limits of its manufacture in a differentiated context: using work power in qualification phase, minimum infrastructure and raw material wich most of them came from not managed for saw forests.

The data had been collected from the accompaniment and direct comment of the activities carried through in a collective self-managed joinery in a rural settlement called Pirituba II, during the Inovarural experience. The research method used was the research-action. The squadron's production by *Eucalyptus* wood under these conditions revealed viable under the aspects economic, social and technic. The raw material performance shows the lack of offers of better quality wooden in the region and the necessity of the magnifying the managed areas for this purpose. Although the difficulties that was found, were possible to manufacture a component of high quality accessible to the low income population, being reached the expectations and satisfaction of the involved families. Another result of extreme relevance was the formation of a group fixed and enabled to the continuity of the activities of incubation of the enterprise changedding itself into the real possibility of generation of work and local income.

Key-works: social houses. timber windows. eucalyptus timber. self-managed joinery.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Câmaras de descompressão – juntas descobertas e cobertas.....	27
Figura 2 - Perfis com arestas curvas dos anos 50 e mais retas dos anos 60.....	29
Figura 3 - Perfil seccionado, evidenciando os orifícios de deságüe para recolhimento da água contida nos canais.....	29
Figura 4 - Presença de orifícios de deságüe e câmara drenada.....	30
Figura 5 - Funcionamento da câmara drenada ou de descompressão - À esquerda forma incorreta de funcionamento, à direita forma correta.....	31
Figura 6 - Seqüência de fotos do Sistema Tri Fönster.....	32
Figura 7 - Seqüência de fotos de uma obra com janelas fabricadas com o Sistema Tri Fönster.....	33
Figura 8 - Combinação de lâminas. a) Perfis clássicos de madeira laminada para perfis de janelas. b) Aspecto típico de uma janela de madeira laminada.....	35
Figura 9 - Madeira Laminada em perfis mistos.....	37
Figura 10 - Dois tipos de perfis mistos madeira/alumínio.....	38
Figura 11 - Mapa do Estado de São Paulo indicando as áreas com plantios florestais.....	47
Figura 12 - Áreas com plantio do gênero eucalyptus nas Regiões Administrativas do Estado de São Paulo de acordo com os dados da Tabela 01.....	48
Figura 13 - Evolução do reflorestamento (eucalyptus) no Estado de São Paulo.....	49
Figura 14 - Principais detentores ou proprietários das áreas com reflorestamento de eucalyptus no Estado de São Paulo e na Região Administrativa de Sorocaba	50
Figura 15 - Pólo de Itapeva/ Capão Bonito/ Buri.....	50
Figura 16 - Isopletas da velocidade básica do vento que delimitam as regiões do Brasil para fins de verificação da resistência a cargas de vento e estanqueidade à água.....	63
Figura 17 - Faixas de Densidade.....	79
Figura 18 - Faixas da Relação T/R.....	79
Figura 19 - Faixas de Contração Volumétrica.....	80
Figura 20 - Seqüência de fotos de esquadrias em madeira de eucalipto - portas e janelas da Casa do Horto – UFSCar, com oito anos de utilização, revestidas com stain.....	89
Figura 21 - Casa do Horto – UFSCar, janelas localizadas na fachada sul, com menor exposição aos raios solares e menores indícios de degradação do revestimento.....	89
Figura 22 - Seqüência de fotos de esquadrias em madeira de araucária - janelas do Laboratório de Reciclagem de Materiais/3R – UFSCar, com sete anos de utilização, revestidas com stain.....	90
Figura 23 - Janelas do Laboratório de Reciclagem de Materiais/3R – UFSCar.....	90
Figura 24 - A degradação das peças horizontais inferiores também pode ser considerada uma das patologias mais clássicas em componentes de janela, por ser a peça mais exposta ao acúmulo de água.....	90
Figura 25 - Componentes de janela não tratados com produtos anti-sépticos: a) Janela com 6 anos de serviço. b) Janela com 10 anos de serviço.....	93

Figura 26 - 1) Unidades de janela testadas perto de Madison, Wis. 2) Unidades de janela depois de 5 anos de exposição ao ar livre.....	97
Figura 27 - a) Mapa de IDH do Estado de São Paulo. b) Mapa com indicação de áreas de plantios florestais no Estado de São Paulo.....	105
Figura 28 - Esquema das diretrizes propostas ao Projeto Inovarural junto à Finep.....	107
Figura 29 - Implantação das Agrovilas I e IV.....	112
Figura 30 – Modelo das plantas executadas em Pirituba II, com banheiro fora e dentro, respectivamente.....	113
Figura 31 - Chegada e descarregamento das máquinas adquiridas com o prêmio Mostra PUC-Rio.....	117
Figura 32 - Máquinas adquiridas com os recursos advindos do prêmio Puc-Rio e Programa Habitar-Finep.....	117
Figura 33 - Infra-estrutura fabricada durante o período de capacitação que antecedeu a produção das esquadrias: cavaletes, bancadas e tanque para tratamento de peças.....	117
Figura 34 - Planta do barracão com a localização de todos os equipamentos existente na Marcenaria.....	122
Figura 35 - Vista frontal do barracão onde foi implantada a marcenaria.....	123
Figura 36 - Fotos das primeiras reuniões entre a equipe técnica e integrantes do grupo da marcenaria.....	126
Figura 37 - Esquema dos grupos e seus representantes na marcenaria.....	127
Figura 38 - Instrutor e primeiros integrantes do grupo da marcenaria: as marceneiras.....	128
Figura 39 - Seqüência de fotos com as primeiras atividades: lote de madeira de eucalipto tabicado, processo de capacitação para o manuseio das máquinas e exposição das primeiras peças fabricadas.....	128
Figura 40 - Grupo da Marcenaria e primeiros batentes: de janela e porta, fabricados durante o processo de capacitação.....	129
Figura 41 - Fotos da fabricação dos componentes de VLP – Viga Laminada Pregada, em madeira de pinus de 3ª qualidade em processo de mutirão.....	130
Figura 42 - As seis marceneiras que formaram a equipe permanente envolvida na fabricação das esquadrias.....	132
Figura 43 - Novo esquema dos grupos e seus representantes na marcenaria.....	133
Figura 44 - Fotos do maquinário disponível na marcenaria.....	137
Figura 45 - Quadro com as principais tipologias utilizadas, suas características, vantagens e desvantagens.....	140
Figura 46 - Planta-baixa de um dos modelos propostos para as casas do assentamento com a locação das aberturas, sendo estas eventualmente modificadas por algumas famílias de acordo com seus interesses.....	142
Figura 47 - Ilustrações das tipologias propostas às famílias: de abrir e projetante.....	143
Figura 48 - Fotos da reunião onde ocorreu a primeira apresentação e discussão do projeto das esquadrias.....	146
Figura 49 - Proposta de folhas de porta desenvolvida pela equipe técnica.....	147
Figura 50 - Fotos da segunda reunião para a apresentação do projeto das esquadrias.....	149
Figura 51 - Janela de abrir 120x120 cm (batente e folha).....	150

Figura 52 - Janela Projetante 76x60 cm (batente e folha).....	151
Figura 53 - Portas (folha de 80 cm).....	152
Figura 54 - Esquema geral da cadeia produtiva do componente com a delimitação das etapas abordadas pelo projeto.....	154
Figura 55 - Delimitação das etapas trabalhadas com o primeiro lote de madeira de eucalipto adquirida para a produção de esquadrias.....	155
Figura 56 - Fotos das peças tabicadas e do processo de capacitação para o monitoramento da etapa de secagem com a manipulação de um medidor digital.....	157
Figura 57 - Seqüência de fotos com os principais defeitos presentes no 1º lote de madeira de eucalipto adquirido.....	157
Figura 58 - Delimitação das etapas trabalhadas com o segundo lote de madeira de eucalipto adquirida para a produção de esquadrias.....	157
Figura 59 - Mutirão para o corte de algumas árvores na floresta.....	158
Figura 60 - Seqüência de fotos com o monitoramento da secagem do 2º lote e a presença dos principais defeitos provenientes desta etapa.....	159
Figura 61 - Delimitação das etapas trabalhadas com o terceiro lote de madeira de eucalipto adquirida para a produção de esquadrias.....	159
Figura 62 - Fotos do 3º lote de madeira de eucalipto tabicados no pátio da serraria.....	161
Figura 63 - Seqüência de fotos com os principais defeitos presentes no 3º lote de madeira adquirido.....	162
Figura 64 - Delimitação das etapas trabalhadas com o quarto e quinto lotes de madeira de eucalipto adquirida para a produção de esquadrias.....	162
Figura 65 - Fluxograma adotado para a produção de batentes.....	167
Figura 66 - Fluxograma adotado para a produção de folhas de janela.....	171
Figura 67 - Esquema seqüencial adotado para a produção de batentes na marcenaria.....	180
Figura 68 - Estilos de grapas empregadas nos componentes de batente e fixação do sarrafos na marcenaria.....	182
Figura 69 - Desenho com a planta-baixa de duas janelas, uma com o alinhamento convencional e a outra com o proposto para as casas do assentamento.....	182
Figura 70 - Fixação dos batentes na obra.....	183
Figura 71 - Aparecimento de manchas nos batentes provocadas pela argamassa de assentamento....	184
Figura 72 - Seqüência de fotos com a instalação da folha de porta.....	186
Figura 73 - Seqüência de fotos com a instalação das ferragens das folhas de janela.....	186
Figura 74 - Seqüência de fotos da casa pronta em fase de utilização.....	186
Figura 75 - Regiões de topo onde foram aplicados os produtos de selamento.....	192
Figura 76 - Comparativo entre o 1º e o 3º lote utilizados na fabricação de esquadrias em Pirituba em relação à densidade.....	210
Figura 77 - Síntese dos quadros 29 a 32 na forma de gráficos.....	232

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Categoria de superfícies coladas segundo o grau de exposição.....	36
Quadro 2 - Síntese das principais patologias verificadas em esquadrias de madeira, suas características e possíveis soluções.....	88
Quadro 3 - Descrição das atividades preliminares à implantação da marcenaria (janeiro a fevereiro/04).....	125
Quadro 4 - Aspectos mais significativos a serem levados em consideração para o desenvolvimento das esquadrias.....	142
Quadro 5 - Síntese dos principais critérios estabelecidos para as janelas fabricadas no assentamento.....	145
Quadro 6 - Organização das atividades de descarregamento e tabicamento de peças pertencentes ao 1º lote.....	156
Quadro 7 - Romaneio das peças de eucalipto recebidas.....	156
Quadro 8 - Romaneio enviado à serraria, compondo o 2º lote de madeira adquirido.....	158
Quadro 9 - Romaneio enviado à serraria compondo o 3º lote de madeira adquirida.....	160
Quadro 10 - Romaneio das peças que compõem o 4º lote de madeira adquirida.....	163
Quadro 11 - Romaneio das peças que compõem o 5º lote de madeira adquirida.....	163
Quadro 12 - Bitolas das peças úmidas após o desdobro; secas depois da etapa de secagem e após o aparelhamento atingindo a seção de projeto.....	164
Quadro 13 - Descrição da etapa de aparelhamento das peças de batente e folha.....	166
Quadro 14 - Síntese das etapas de processamento dos batentes de porta e janela.....	169
Quadro 15 - Síntese das etapas de montagem dos batentes de porta e janela.....	170
Quadro 16 - Seqüência de fabricação do montante lateral da folha de janela.....	172
Quadro 17 - Seqüência de fabricação da travessa superior e inferior da folha de janela.....	173
Quadro 18 - Seqüência de fabricação do montante e travessa central da folha de janela.....	173
Quadro 19 - Seqüência de fabricação das baguetes de fixação dos vidros das folha.....	174
Quadro 20 - Seqüência de montagem do componente folha.....	175
Quadro 21 - Seqüência de processamento do componente folha.....	176
Quadro 22 - Quadro síntese sobre a produção de componentes.....	177
Quadro 23 - Produtividade alcançada na marcenaria nos dois momentos dedicados à produção das esquadrias.....	178
Quadro 24 - Síntese das estratégias elaboradas e aplicadas na marcenaria ao longo da produção dos componentes de esquadrias para as casas do assentamento.....	202
Quadro 25 - Síntese do número de famílias que optaram pela esquadria em madeira da marcenaria e o número de desistências ao longo da produção.....	207
Quadro 26 - Valores de ensaio para caracterização física do 3º lote de madeira adquirida para o projeto.....	210
Quadro 27 - Síntese dos principais defeitos surgidos nas esquadrias do assentamento advindos da espécie de madeira utilizada, do processo de fabricação e dos procedimentos adotados durante a instalação do componente.....	216

Quadro 28 – Rendimento dos lotes adquiridos para o componente esquadria.....	219
Quadro 29 - Composição de custo dos componentes fabricados, correspondendo ao 1ºcenário.....	223
Quadro 30 - Composição de custo dos componentes fabricados, correspondendo ao 2ºcenário.....	225
Quadro 31 - Composição de custo dos componentes fabricados, correspondendo ao 3ºcenário.....	228
Quadro 32 - Composição de custo dos componentes fabricados, correspondendo ao 4ºcenário.....	230
Quadro 33 - Síntese dos quadros 29 a 32 na forma de gráficos.....	233
Quadro 34 - Comparativo entre as janelas metálicas da região adquiridas pelas famílias e as de madeira fabricadas na marcenaria.....	234

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Áreas reflorestadas com Eucalyptus e Pinus no Estado de São Paulo em 1999 - 2000.....	47
Tabela 2 - Detentores das áreas de reflorestamento no Estado de São Paulo e na Região Administrativa de Sorocaba.....	49
Tabela 3 - Fator topográfico de correção.....	64
Tabela 4 - Fator de correção.....	64
Tabela 5 - Fator probabilístico S_3	64
Tabela 6 - Classificação das janelas de acordo com a carga de vento.....	65
Tabela 7 - Algumas tipologias de janela e os principais tipos de ensaios realizados.....	67
Tabela 8 - Permeabilidade ao ar de referência a 100Pa e pressões máximas de ensaio relacionadas com a superfície total.....	70
Tabela 9 - Permeabilidade ao ar de referência a 100Pa e pressões máximas de ensaio relacionadas com o comprimento de juntas abertas.....	70
Tabela 10 - Classe de Utilização de acordo com a permeabilidade ao ar.....	71
Tabela 11 - Pressões de ensaio para verificação da estanqueidade à água de janelas.....	74
Tabela 12 - Listagem de indicadores de degradação.....	75
Tabela 13 - Formas de análise dos defeitos.....	76
Tabela 14 - Principais requisitos de desempenho de janelas influenciados pelo material constituinte.....	78
Tabela 15 - Faixas de valores das características físicas e mecânicas considerando incidências acima de 10%, a partir da seleção de espécies de madeira utilizáveis na produção de esquadrias.....	80
Tabela 16 - Agentes agressores da madeira e danos causados.....	85
Tabela 17 - Classes de risco – Grupos de organismos xilófagos que podem atacar a madeira, conforme o local e as condições em que ela é empregada.....	92
Tabela 18 - Tipos de proteção de acordo com a classe de risco.....	93
Tabela 19 - Critérios de análise das parcerias (junho a agosto/04).....	120
Tabela 20 - Principais classes e critérios de classificação de madeira serrada de folhosas segundo o NHLA.....	217

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE QUADROS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xii
SUMÁRIO.....	xiii
1. DELIMITAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....	01
1.1. APRESENTAÇÃO.....	02
1.2. JUSTIFICATIVA.....	03
1.3. OBJETIVOS.....	05
1.4. METODOLOGIA.....	05
1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	13
2. O CONTEXTO DE INSERÇÃO DO TRABALHO.....	15
2.1. TECNOLOGIA SOCIAL E AUTOGESTÃO.....	16
2.2. ESQUADRIAS EM MADEIRA.....	26
2.2.1. O desenvolvimento da tecnologia de esquadrias em madeira no contexto internacional.....	27
2.2.2. A realidade do contexto nacional.....	39
2.3. INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES PROVENIENTES DE PLANTIOS FLORESTAIS NA PRODUÇÃO DE ESQUADRIAS – O CASO DA MADEIRA DE EUCALIPTO	44
2.4. AS RELAÇÕES EXISTENTES ENTRE O DESEMPENHO DAS JANELAS E AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA.....	55
2.5. O SURGIMENTO DE PATOLOGIAS E AS PRINCIPAIS FORMAS DE PROTEÇÃO E ACABAMENTO DO COMPONENTE.....	83
2.5.1. Principais patologias verificadas em janelas de madeira.....	86
2.5.2. Proteção e acabamento.....	91
3. A FABRICAÇÃO DE JANELAS EM MADEIRA DE EUCALIPTO: A EXPERIÊNCIA DA MARCENARIA COLETIVA NO ASSENTAMENTO PIRITUBA II/ITAPEVA-SP	103
3.1. O ASSENTAMENTO PIRITUBA II E O GRUPO DAS CASAS.....	104
3.1.1. Como se estruturaram: assentamento e grupos.....	110
3.1.2. Conciliar a Pesquisa na Ação de construir casas.....	111
3.2. A IMPLANTAÇÃO DA MARCENARIA NO ASSENTAMENTO PIRITUBA II.....	114
3.2.1. A busca de recursos e a articulação das parcerias.....	114
3.2.2. A unidade produtiva em relação à infra-estrutura disponível.....	121
3.3. ESTRATÉGIAS PARA A FORMAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS GRUPOS DE TRABALHO	123
3.3.1. O 1º Momento – Como tudo começou...os primeiros integrantes do grupo.....	123

3.3.2. O 2º Momento – A produção do sistema de cobertura – VLP.....	129
3.3.3. O 3º Momento – A formação de um novo grupo para a retomada e término da produção dos componentes de esquadrias.....	130
3.4. A CONCEPÇÃO DO PROJETO DAS ESQUADRIAS.....	133
3.4.1. Condicionantes de maior relevância na definição das tipologias a serem fabricadas.....	135
3.4.2. As tipologias viáveis de fabricação.....	139
3.4.3. Como ocorreu a discussão do projeto das janelas entre assessores e famílias.....	145
3.4.4. A definição e detalhamento do projeto.....	150
3.5. AS ETAPAS DA CADEIA PRODUTIVA DO COMPONENTE E O PROCESSO DE CAPACITAÇÃO SIMULTÂNEA.....	153
3.5.1. A aquisição dos lotes de madeira de eucalipto e as atividades que precederam a produção.....	154
3.5.2. Processamento primário: O aparelhamento das peças.....	163
3.5.3. Processamento secundário: Batentes.....	167
3.5.4. Processamento secundário: Folhas.....	170
3.5.5. Síntese da produção de batentes e folhas.....	176
3.5.6. A instalação dos componentes no canteiro de obras.....	181
3.6. AS PARCERIAS DE PESQUISA: O TRATAMENTO PRESERVATIVO E O SELAMENTO DE TOPO.....	188
3.6.1 Busca de um tratamento preservativo com baixo impacto ambiental – o Ácido pirolenhoso.....	188
3.6.2 A parceria Habis e Embrapa/Floresta.....	190
4. ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA NA MARCENARIA DO ASSENTAMENTO PIRITUBA II.....	195
4.1. A DINÂMICA DE COMERCIALIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO NA REGIÃO SUDOESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO	196
4.2. AS RELAÇÕES INTER E INTRA GRUPO.....	201
4.2.1. Como ocorreu a adesão exclusivamente feminina na marcenaria.....	204
4.2.2. As desistências posteriores.....	205
4.3. CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA UTILIZADA E AS PRINCIPAIS PATOLOGIAS DECORRENTES DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO NA MARCENARIA E DA INSTALAÇÃO NO CANTEIRO DE OBRAS.....	207
4.3.1. Características da madeira utilizada.....	207
4.3.2. Principais patologias detectadas.....	211
4.4. ÍNDICE DE RENDIMENTO E A APROPRIAÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO.....	217
4.4.1. Índice de rendimento.....	217
4.4.2. Apropriação dos custos de produção.....	220
5. CONDIÇÕES ESSENCIAIS DE TRANSFERÊNCIA PARA OUTRAS EXPERIÊNCIAS.....	235
6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE CONTINUIDADE.....	249
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	259
ANEXOS.....	265

CAPÍTULO 1:

DELIMITAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO:

- 1.1. Apresentação
- 1.2. Justificativa
- 1.3. Objetivos
- 1.4. Metodologia
- 1.5. Estrutura da dissertação

1.1. APRESENTAÇÃO

Atualmente, as constantes e rápidas transformações ambientais, tecnológicas, sociais, econômicas, políticas e institucionais em curso no âmbito nacional, exigem que os setores público e privado busquem cada vez mais, uma maior sintonia com os rumos da sociedade com a elaboração de estratégias para os novos desafios ao seu desenvolvimento.

Dentro deste debate o Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – Habis, iniciou sua atuação na região sudoeste paulista com o Projeto de Políticas Públicas intitulado “Habitação social em madeira de reflorestamento como alternativa econômica para usos múltiplos da floresta”, financiado pela FAPESP, durante a construção de 49 unidades habitacionais no município de Itapeva, no Assentamento rural Pirituba II. Esta região caracteriza-se por apresentar baixos índices de desenvolvimento sócio-econômico e em contrapartida o maior potencial florestal do Estado.

A continuidade do projeto foi promovida pela FINEP – Programa Habitare, a partir de 2003, com o seguinte projeto: “Habitação Rural com inovações no processo, gestão e produto: participação, geração de renda e sistemas construtivos com recursos locais e renováveis – INOVARURAL”, que buscou colocar como diretrizes a implementação de inovações na construção em escala de unidades habitacionais em assentamentos rurais em relação a três aspectos: ao processo, contando com a participação esclarecida das famílias nos processos decisórios, com a formação e a capacitação das pessoas nas várias etapas de produção da habitação; à gestão, articulando os diferentes agentes envolvidos na cadeia de produção da habitação e a possibilidade da geração de trabalho e renda nessa produção; e ao produto, desenvolvendo componentes e sistemas construtivos que utilizem recursos locais, preferencialmente de fontes renováveis com a implementação de alternativas que proporcionem uma redução de custos e a utilização de materiais ambientalmente amigáveis.

As características da região de intervenção motivou a instalação de uma marcenaria para produzir componentes para as 49 casas (esquadrias e cobertura), formada por integrantes das próprias famílias e utilizando matéria-prima local, criando paralelamente, oportunidades de trabalho e renda para as pessoas envolvidas.

Inserido dentro do macro projeto Inovarural, o presente trabalho descreve e analisa detalhadamente o acompanhamento da produção das esquadrias em madeira de eucalipto para as moradias, perpassando por todas as etapas que envolvem a fabricação do componente: desde a aquisição da matéria-prima até sua instalação no canteiro de obras, explicitando os procedimentos adotados para a viabilização do empreendimento.

1.2. JUSTIFICATIVA

Dentro do contexto nacional o material madeira já ocupou um papel de destaque na fabricação de esquadrias, mas foi perdendo progressivamente espaço pela introdução de novos materiais no mercado, segundo Ino et al. (2003), a janela tradicional feita de madeira integrante das moradias populares da década de 70 para trás desapareceu dos empreendimentos habitacionais. Este segmento industrial restringiu-se ao fornecimento de produtos basicamente para edificações de alto padrão devido aos seguintes motivos: a estagnação tecnológica do setor madeireiro no Brasil; o desenvolvimento acelerado da produção seriada na indústria metal-mecânica e o esgotamento das florestas nativas. Nota-se também, poucas inovações em relação à estética, ao desempenho e ao processo de fabricação de esquadrias em madeira, abrindo espaço à competitividade em relação a outros materiais posteriormente introduzidos no mercado, os quais trouxeram consigo um pacote tecnológico em inovações.

Atualmente, os novos indicadores apontam para a utilização crescente das madeiras provenientes de plantios florestais para finalidades até então não usuais, como as esquadrias, exigindo uma demanda maior em pesquisas que melhor relacionem o desempenho do componente com as

características do material constituinte. Embora a grande demanda, os trabalhos nacionais realizados até então apresentam poucos exemplos de experiências concretas tanto no uso como na fabricação de esquadrias com madeira proveniente de plantios florestais, principalmente voltadas para habitação social; sendo ainda mais rara a produção em larga escala, com a participação dos moradores durante o processo produtivo. A atuação direta na cadeia produtiva do componente pode ser considerada como uma das variáveis diferenciadoras na redução do custo final do produto. Com relação à melhoria da qualidade das esquadrias principalmente quando fabricadas com madeira de plantios florestais, é imprescindível a avaliação do componente sob o ponto de vista técnico e a verificação dos principais problemas patológicos que ocorrem durante o período de utilização e exposição.

A principal hipótese apresentada neste trabalho, embasada na experiência desenvolvida pelo Projeto Inovarural¹, considera viável a fabricação de esquadrias para habitação social em contextos com variáveis limitantes como: a utilização de florestas de eucalipto atualmente disponíveis, a capacitação da mão-de-obra durante o processo produtivo e o emprego de infraestrutura limitada.

A relevância desta pesquisa dá-se sob ordens de contribuição tanto teórica quanto prática. Concorre inicialmente, como forma de aumentar os estudos sobre o tema esquadrias de madeira, dada a escassez de bibliografia sobre o assunto, principalmente quando produzidas com madeira proveniente de plantios florestais, pois o conjunto de experiências já vivenciadas no Brasil, embora significativas, ainda se revelam tímidas e incipientes. No campo prático, a análise do processo de fabricação destes componentes dentro de um contexto diferenciado possibilita averiguar os principais gargalos e os indicativos técnicos limitadores desta prática.

Os dados levantados e aqui relatados também podem gerar subsídios para a reaplicação desta experiência em outros contextos similares com a oferta de maiores informações, diminuindo eventuais falhas e proporcionando implantações bem sucedidas.

¹ A experiência desenvolvida pelo Projeto Inovarural apresenta-se detalhada a partir da p. 103.

1.3. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como *objetivo geral* analisar a cadeia produtiva de esquadrias desde a aquisição da madeira até a montagem final do componente, tendo em vista identificar as potencialidades e os limites de sua fabricação dentro de um contexto diferenciado: utilizando mão-de-obra em fase de capacitação, infra-estrutura mínima e matéria-prima na maior parte proveniente de plantios florestais não manejados para madeira serrada.

E como *objetivos específicos*:

- 1- Compilar informações a respeito do componente esquadria por meio do levantamento bibliográfico, na perspectiva de contribuir para as pesquisas sobre o assunto;
- 2- Analisar as estratégias para organização e participação das famílias para a produção dos componentes;
- 3- Propor um componente que atenda aos aspectos técnico, econômico e de satisfação do usuário, de acordo com o contexto da pesquisa.
- 4- Sistematizar as etapas da cadeia produtiva do componente esquadria, identificando eventuais falhas durante o processo de produção;
- 5- Caracterizar a matéria-prima utilizada em relação ao seu desempenho e rendimento alcançados durante o processo de fabricação;
- 6- Avaliar a tipologia adotada segundo alguns aspectos técnicos como a executabilidade da proposta e seu desempenho após a instalação;
- 7- Realizar a apropriação dos custos de produção de acordo com o contexto onde se desenvolveu o projeto;
- 8- Identificar os itens passíveis de reaplicabilidade da experiência desenvolvida na marcenaria instalada no assentamento Pirituba II para outras intervenções.

1.4. METODOLOGIA

O *estudo de caso* foi a estratégia de pesquisa adotada, pois “contribui para a compreensão que temos dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos”, focalizam acontecimentos contemporâneos e não exigem controle sobre eventos comportamentais. O estudo de caso busca esclarecer ainda um conjunto de decisões, processos, programas, ou melhor, o motivo pelo qual foram implantados, como foram implementados e com quais resultados (YIN, 2001).

Neste trabalho o caso estudado foi o projeto Inovarural desenvolvido em Pirituba II, dentro desta experiência a marcenaria instalada transformou-se no *objeto empírico* da pesquisa, com o acompanhamento das atividades desenvolvidas por um grupo de trabalho específico durante o processo de fabricação dos componentes de esquadrias para as habitações. A escolha do objeto de estudo se baseou na facilidade de obtenção dos dados, os quais deveriam dar subsídios para analisar a hipótese levantada. O projeto desenvolvido em Pirituba II, no município de Itapeva, permitiu caracterizar toda a cadeia produtiva do componente esquadria, fabricado com matéria-prima e mão-de-obra local, atingindo uma escala consideravelmente elevada (componentes para 42 habitações). São poucas as oportunidades de se analisar um caso real, em fase de intervenção, sendo possível por meio da compilação de dados de fonte primária, identificar com maior precisão determinadas variáveis que influenciam na viabilidade de produção dos componentes e a posterior reaplicabilidade das soluções adotadas.

Para a coleta de dados utilizou-se o método da *pesquisa-ação*², por meio de reuniões periódicas com os grupos envolvidos e pela observação direta e participante nas ações desenvolvidas durante a produção dos componentes, sendo os dados gerados e coletados concomitantemente à experiência e analisados de acordo com a literatura específica.

Os sujeitos da pesquisa-ação incluem além das *famílias do Assentamento Pirituba II*, *os pesquisadores*, *o grupo da marcenaria* e *o instrutor*.

² Segundo Thiollent (1986), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Algumas *famílias do Assentamento Pirituba II*, moradoras das Agrovilas I e IV³, se uniram na intenção de viabilizar a construção de novas casas (42 habitações) e algumas reformas (07 habitações), o papel destas famílias na fabricação dos componentes de esquadrias esteve voltado às tomadas de decisões. Junto a elas, por meio de reuniões periódicas, foram discutidos: o projeto dos componentes e o modo de atuação dos integrantes na marcenaria, delimitando-se estratégias de participação, onde as famílias interagidas sobre o andamento da produção podiam colaborar de forma democrática com sugestões e votações, para a resolução das dificuldades de maior amplitude.

O papel dos *pesquisadores* na produção dos componentes de esquadrias esteve ligado à assessoria técnica e a observação direta das ações para a coleta de dados (papel da autora neste trabalho). Foi realizada pela equipe técnica a articulação dos principais sujeitos da cadeia produtiva do componente, por meio do firmamento de parcerias com fornecedores, instituições de pesquisa e órgãos públicos. A credibilidade da equipe técnica junto a estes sujeitos facilitou a viabilização do empreendimento, evidenciando a dificuldade que experiências não assessoradas possam encontrar durante seu percurso. Além destas articulações, a equipe técnica foi responsável pelo auxílio na capacitação das pessoas envolvidas, com a realização de oficinas específicas para a melhoria do ritmo produtivo, no manuseio do maquinário e para aumentar a qualidade dos produtos.

O *grupo da marcenaria*, constituído por seis mulheres integrantes do grupo das casas, teve a adesão condicionada somente pelo interesse no trabalho específico de marcenaria, sendo submetidas a uma formação continuada ao longo da produção dos componentes. Deve ser ressaltado que a formação de um grupo integralmente feminino se realizou de forma natural e espontânea, sem a intervenção da equipe técnica, onde em um primeiro momento o interesse concentrava-se nos jovens do assentamento para o exercício deste tipo de atividade, sendo com o decorrer da intervenção o interesse despertado em um outro perfil de trabalhadores. Este grupo foi

³ A delimitação da área de intervenção do Projeto Inovarural, encontra-se na p. 110.

responsável pela produção do componente esquadria para as casas da intervenção, sendo capacitados em todas as etapas da cadeia produtiva.

O *instrutor*, contratado pela equipe técnica, teve como principal papel o de acompanhar e capacitar diretamente os integrantes nas atividades de marcenaria, com uma presença mais marcante junto aos envolvidos devido a sua permanência no próprio assentamento, em alguns momentos transformou-se na ponte de ligação entre famílias e assessores, principalmente nos momentos de ausência da equipe técnica no local de trabalho.

O desenvolvimento da pesquisa compreendeu as seguintes etapas:

1- Revisão bibliográfica

A pesquisa e a revisão bibliográfica foram realizadas na literatura nacional e internacional, sendo coletados dados necessários para subsidiar a atuação da pesquisadora durante a intervenção e para a análise posterior dos resultados obtidos. Os assuntos contemplados na pesquisa bibliográfica referem-se: ao *contexto* onde se desenvolveu o projeto Inovarural, com a abordagem aos temas Tecnologia Social e Autogestão, sobre o tema *esquadrias de madeira*, por se tratar do componente fabricado e analisado nesta pesquisa e também o assunto referente ao gênero *eucalipto*, identificando os limites e as potencialidades de sua utilização para esquadrias. Outros assuntos como as relações existentes entre o desempenho do componente e as características físicas e mecânicas da madeira e as principais patologias verificadas no componente também foram estudados.

Os materiais pesquisados foram livros, anais, manuais, publicações técnicas, inventários, revistas e periódicos editados por entidades do setor, relatórios de pesquisa, dissertações de mestrado e teses de doutorado. Além das publicações científicas também foram consultados sites especializados e realizadas entrevistas com diferentes profissionais como pesquisadores do IPT, que contribuíram com informações sobre o desenvolvimento das pesquisas em relação ao

controle de qualidade e desempenho dos componentes fabricados no país. E com profissionais diretamente ligados ao setor madeireiro, os quais contribuíram com informações sobre o cenário atual no fornecimento de madeira serrada proveniente de plantios florestais.

Também foram realizadas visitas a alguns edifícios que possuem em suas fachadas esquadrias em madeira, com período de utilização acima de cinco anos, na intenção de levantar as principais patologias surgidas durante a vida útil destes componentes e que comprometem seu desempenho. Ao longo da pesquisa foram encontradas dificuldades quanto à disponibilidade de material na literatura nacional sobre os assuntos abordados, principalmente no que se refere às questões técnicas que envolvem o componente esquadria, com publicações segmentadas e ainda bastante incipientes. Na literatura internacional foram encontrados trabalhos ricos e pertinentes, revelando a discrepância em relação ao desenvolvimento das pesquisas nacionais, mas em muitos casos não refletem a realidade brasileira e devem ser utilizados como material de apoio para a continuidade das pesquisas nacionais sobre o tema.

A pesquisa-ação, método adotado nesta experiência, evidenciou alguns pontos negativos os quais merecem ser discutidos com maior cuidado, como a dificuldade em realizar a pesquisa e a ação de forma simultânea e com a mesma intensidade, pois cada uma delas possuem ritmos diferentes e, infelizmente, muitas informações importantes levantadas durante a revisão bibliográfica não puderam ser aplicadas, sendo adotados em alguns casos soluções inadequadas pela falta de conhecimento necessário em determinados momentos.

2- Viabilização da produção do componente esquadria

Para viabilizar a produção dos componentes de esquadrias várias medidas e *ações* foram colocadas em prática durante a *pesquisa* como:

- a) *A organização das famílias para o processo de capacitação e produção* - Após a definição dos componentes a serem fabricados na marcenaria para as 42 casas do assentamento Pirituba II

(esquadrias e cobertura), foram estabelecidas várias estratégias junto às famílias para a produção dos componentes de esquadrias por meio de reuniões com os grupos pré-definidos. Estas estratégias foram elaboradas de acordo com a disponibilidade e interesse dos integrantes até a formação de um grupo fixo de trabalho, onde o processo de capacitação pudesse ocorrer de forma continuada. Nesta etapa o papel da equipe técnica foi de organizar as propostas vindas pelas próprias famílias e analisar a viabilidade de aplicá-las na marcenaria compatibilizando com o canteiro de obras, fazendo as mudanças necessárias até torná-las praticáveis e acessíveis a todos. Além das reuniões quinzenais junto aos grupos, onde eram colocados como prestação de contas o andamento da produção, as dificuldades encontradas e as soluções tomadas pelos integrantes da marcenaria, também foram elaboradas planilhas para o controle de presença no trabalho com a descrição das atividades diárias, planilha de controle do estoque de material e de saída de componentes da marcenaria.

b) *Concepção e definição do projeto do componente* – foi realizada com base em uma metodologia detalhada no item 3.3.2. Esta metodologia levou em consideração a participação das famílias nos momentos decisórios para definição do projeto e sua elaboração esteve condicionada a fatores de ordem técnica, como a baixa disponibilidade de maquinário e a mão-de-obra em fase de capacitação e fatores de ordem econômica, sendo necessária a escolha de uma tipologia que empregasse um baixo consumo de ferragens e fosse de fácil manutenção. A partir destas condicionantes foram estabelecidos alguns requisitos de desempenho a serem atendidos pelo componente fazendo uma correlação com o nível de satisfação do usuário para o qual se destina o componente com os recursos técnicos e econômicos disponíveis para a execução.

c) *Busca dos recursos necessários para a produção: infra-estrutura, matéria-prima e instrutor*

Os recursos financeiros necessários para se montar a marcenaria foram obtidos por meio de um prêmio que os pesquisadores receberam para projetos de extensão universitária⁴, os recursos complementares para aquisição de equipamentos e para viabilizar a permanência da equipe técnica foram obtidos com a participação em editais junto às agências de fomento à pesquisa. Quanto ao espaço útil para se dar início às atividades, foi realizada pelo Itesp a concessão de uso de um galpão destinado ao armazenamento de sementes, esta tarefa foi assumida pelo próprio grupo da marcenaria. Foram realizadas na região duas parcerias para fornecimento de madeira de eucalipto para o projeto das casas. Na primeira delas, a contrapartida proposta pelo fornecedor foi o acesso às informações geradas durante a intervenção no que diz respeito ao comportamento da matéria-prima durante o processamento, as dificuldades encontradas e as soluções adotadas a fim de viabilizar a utilização do material. A segunda parceria, por se tratar de um grande proprietário do setor de celulose, não houve interesse nos dados gerados durante a experiência em Pirituba II. Para a capacitação na execução das atividades buscou-se o auxílio de um instrutor marceneiro, monitorando as atividades da cadeia produtiva do componente desenvolvidas na marcenaria.

d) Coleta de dados durante a produção

Os dados gerados na marcenaria foram obtidos por meio da observação direta durante o processo produtivo dos componentes e entrevistas com os integrantes das atividades e documentados por meio de registros escritos e fotográficos. O acompanhamento e participação se deu em toda a cadeia produtiva, desde o desdobro da madeira na serraria até a saída dos componentes da marcenaria. Procurou-se observar o comportamento da matéria-prima em todas as etapas, averiguando os principais gargalos do processo produtivo: durante a etapa de secagem, usinagem das peças e montagem do componente, com o levantamento dos problemas passíveis de solução e aqueles que apresentam maiores dificuldades de controle. Também foram

⁴ III Mostra PUC-Rio, 1º lugar na categoria “Técnico-científica”, de acordo com Shimbo (2004).

registrados o tempo empregado; e o número de pessoas envolvidas em cada atividade, o rendimento da matéria-prima adquirida e os custos de produção.

Foram levantadas as características físicas mais importantes do material quando destinado à fabricação de esquadrias como a densidade e a variação dimensional. Estes dados foram obtidos posteriormente à produção, com ensaios realizados em laboratório - LaMEM⁵, na intenção de averiguar se os valores encontrados correspondem aos números indicados para a produção de perfis estabelecidos pela norma EN 942⁶.

3- Análise dos dados coletados

Primeiramente, foi realizada a organização dos dados coletados, agrupando diferentes fontes de registros (registros escritos, relatos de reuniões, planilhas com descrição de atividades diárias e de presença e o acervo fotográfico) segundo fatores de ordem técnica, como: informações a respeito da matéria-prima, dificuldades de obtenção e principais defeitos apresentados pelos processos de secagem e usinagem adotados, analisando segundo alguns critérios a qualidade alcançada pelo produto. Dados de ordem econômica, explicitando o rendimento alcançado e os custos obtidos durante o processo de produção. E de ordem social, sistematizando as estratégias adotadas na etapa de organização dos grupos de trabalho, os conflitos surgidos e as soluções adotadas em cada etapa da produção dos componentes de esquadrias.

A este material foram adicionadas as discussões desenvolvidas nas entrevistas junto a fornecedores da matéria-prima, pesquisadores sobre o tema e alguns integrantes das famílias, sendo estes últimos também usuários do componente.

A verificação da confiabilidade dos resultados foi obtida pela permanência prolongada em campo e pela coleta de dados de fonte primária, onde a pesquisadora tornou-se a principal relatora desta experiência. Estes dados deram subsídios para a reavaliação da hipótese de pesquisa levantada no

⁵ Lamem – Laboratório de Madeira e Estruturas de Madeira.

⁶ É recomendável que este ensaio seja realizado antes da utilização de determinado lote para a produção de esquadrias, de maneira a utilizar o lote com características mais apropriadas à esta finalidade, o que não ocorreu em Pirituba II.

início do trabalho, levando em consideração a participação das famílias e pesquisadores e os caminhos percorridos à luz das tomadas de decisões a que se chegaram ambas as partes, para isso, foi realizada uma entrevista com cada integrante da marcenaria e alguns usuários dos componentes não envolvidos com as atividades específicas da produção, expondo uma avaliação e interpretação de cada um sobre o que foi a experiência em Pirituba II, seus ganhos e perdas. Estas informações possibilitaram a formulação de novas hipóteses para outras experiências a partir da intervenção em Pirituba II, com o encadeamento da interpretação vinda de técnicos e moradores.

1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta pesquisa está estruturada em 6 capítulos. O **capítulo 1** procura expor a delimitação do objeto de estudo, sua justificativa, seus objetivos e a metodologia empregada para a realização do mesmo.

No **capítulo 2** são apresentados como parte do referencial teórico assuntos imprescindíveis para a elaboração do trabalho, iniciando por meio de uma abordagem sobre Tecnologia social e o processo de autogestão como mecanismos viabilizadores da habitação social, discutindo a habitação e suas partes com a introdução de tecnologias alternativas e a formação de pessoas durante o processo. Em seguida, é realizada uma abordagem ao tema esquadrias de madeira, no que se refere ao desenvolvimento de tecnologias empregadas no setor e a evolução do desenho dos perfis. Ainda neste capítulo é feita uma explanação sobre os limites e potencialidades na utilização de madeira proveniente de plantios florestais para a fabricação de esquadrias, especificamente a madeira de eucalipto, de acordo com os conceitos de desempenho aplicados às janelas de uso habitacional diretamente relacionados com o material constituinte. O assunto relativo à evolução nos processos de revestimento e proteção também foram contemplados, sendo descritas as principais patologias e os diversos fatores que conduzem ao aparecimento

destes problemas, com indicativos de como minimizá-los ou superá-los. Cada um destes assuntos abordados leva à reflexão de como o desenvolvimento de um único componente na experiência em Pirituba II pode contribuir para a viabilização da habitação social.

O **capítulo 3** relata a experiência desenvolvida em Pirituba II, com a fabricação de janelas em madeira de eucalipto proveniente de plantios florestais atualmente disponíveis na região, na maior parte delas manejada para celulose. O histórico da instalação da marcenaria é recuperado juntamente com a formação do grupo de trabalho envolvido com a produção dos componentes. Também são descritos os critérios adotados para a elaboração do projeto com as condicionantes que influenciaram na adoção de determinadas tipologias de janela. Dentro da cadeia produtiva do componente são relatadas suas etapas com a descrição minuciosa das estratégias adotadas na intenção de viabilizar a produção para as 49 casas do projeto, por meio de adaptações e ajustes ao contexto da marcenaria e ao macro projeto Inovarural.

O **capítulo 4** apresenta os resultados da experiência desenvolvida e, respectivamente a análise dos dados obtidos, tratando de assuntos referentes à disponibilidade de madeira de eucalipto voltada para madeira serrada na região, o índice de rendimento alcançado pelos lotes fornecidos ao projeto, a apropriação dos custos de produção dentro do contexto da pesquisa, as características e o comportamento da madeira durante o processamento e montagem das peças identificando as primeiras patologias decorrentes do processo de fabricação e de instalação dos componentes.

No **capítulo 5** é realizada a apropriação dos dados coletados e sistematizados no quarto capítulo, a fim de analisar as condições mais favoráveis para a reaplicação desta experiência para outras intervenções similares.

As conclusões estão apresentadas no **capítulo 6**, juntamente com as sugestões de continuidade de pesquisas sobre o assunto estudado.

CAPÍTULO 2:

O CONTEXTO DE INSERÇÃO DO TRABALHO:

- 2.1. Tecnologia Social e Autogestão
- 2.2. Esquadrias em madeira
- 2.3. Introdução de espécies provenientes de plantios florestais na produção de esquadrias – O caso da madeira de eucalipto
- 2.4. As relações existentes entre o desempenho das janelas e as características físicas e mecânicas da madeira
- 2.5. O surgimento de patologias e as principais formas de proteção e acabamento do componente

INTRODUÇÃO:

Uma das contribuições deste trabalho aponta para a viabilidade da utilização de madeira proveniente de plantios florestais, como o eucalipto, na fabricação de componentes de esquadrias voltadas para habitação social, com indicativos de suas limitações e potencialidades quando fabricadas por mão-de-obra não capacitada, buscando a mediação entre um produto de baixo custo e de qualidade. Como parte do referencial teórico que envolve a experiência em Pirituba II foram escolhidos os seguintes debates como aqueles diretamente ligados ao tema da pesquisa:

- Tecnologia Social e Autogestão

- Esquadrias em Madeira

- Introdução de Espécies Provenientes de Plantios Florestais na Produção de Esquadrias:
O Caso da Madeira de Eucalipto

- O Conceito de Desempenho Aplicado às Janelas de uso Habitacional

Cada um destes debates contemplados leva à reflexão de como o desenvolvimento de um único componente na experiência em Pirituba II pode contribuir na viabilização da habitação social, concomitantemente à criação de oportunidades para a geração de trabalho e renda. Durante a pesquisa bibliográfica foi possível identificar a escassez de material referente ao tema estudado, mostrando somente experiências pontuais sobre cada assunto, principalmente dentro do contexto nacional que, embora significativas, revelam-se ainda tímidas e incipientes.

2.1. TECNOLOGIA SOCIAL e AUTOGESTÃO

Nas últimas décadas, as discussões a respeito dos mecanismos de produção habitacional voltaram-se para a busca de novas tecnologias e novas formas de gestão, influenciadas em parte pelo advento da autoconstrução e pelas questões ambientais, dentro deste debate destaca-se o trabalho de muitos profissionais que tentam encontrar soluções “reais” para as necessidades

“reais” da habitabilidade, com atuações diferenciadas dentro de cada contexto específico. Para isso é necessário que, além do desenvolvimento de tecnologias que solucionem demandas sociais, sejam criados mecanismos para sua reaplicabilidade em grande escala.

Como tentativa de aplicar estas idéias dentro do contexto social o termo *Tecnologia Social* tem sido muito utilizado atualmente como um conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas ou aplicadas juntamente com a população e apropriadas por ela, como proposta de soluções para a inclusão social e melhoramento das condições de vida, onde a apropriação da técnica pelas pessoas envolvidas torna-se um fator determinante para sua reaplicação posterior.

As propostas desenvolvidas pela Tecnologia Social de voltar a inovação e a pesquisa científica para a melhoria das condições de vida da população, remetem aos conceitos introduzidos na década de 70 pela *Tecnologia Apropriada*, que difundiu-se com expressiva amplitude ao defender a aproximação entre tecnologia e sociedade. Segundo Dagnino (2004), a TA⁷ identificou-se como “um conjunto de técnicas de produção que utiliza de maneira ótima os recursos disponíveis de determinada sociedade maximizando assim, seu bem-estar”, onde o desenvolvimento social não passa mais a ser visto como uma reação do desenvolvimento tecnológico e econômico e sim como um objetivo imediato”.

Ainda segundo o mesmo autor, durante o desenvolvimento da TA, alguns defensores desta prática não compreendiam por que o desenvolvimento de tecnologias alternativas era uma condição necessária, mas não suficiente para sua sustentação, sendo indispensável a criação de processos alternativos aos comumente utilizados e que fossem se incorporando como um movimento auto-sustentado semelhante ao que caracteriza a tecnologia convencional, que conseguiu ser aceita e se difundir pela credibilidade junto aos atores. De acordo com Dagnino, Brandão e Novaes (2004), os pensadores da TA ao enfatizarem o tipo de tecnologia ideal (de

⁷ TA –Tecnologia Apropriada. Segundo Dagnino (1976) apud Dagnino (2004), para este termo foram estabelecidas algumas características como: a participação comunitária no processo decisório de escolha tecnológica, o baixo consumo de produtos ou serviços finais e do investimento necessário para produzi-los, a pequena ou média escala, a simplicidade, os efeitos positivos que sua utilização traria para a geração de trabalho e renda, saúde, emprego, produção de alimentos, nutrição, habitação, relações sociais e para o meio ambiente (com a utilização de recursos renováveis).

pequena a média escala, pouco intensiva em capital, não poluidora, etc.) sem prestar muita atenção nos caminhos que poderiam conduzir a ela, acabaram ficando imobilizados, pois não haviam sinalizado como se deveria atuar para atingir a tecnologia desejável que estavam propondo, resumindo a uma visão simplista o problema para o qual estavam buscando uma solução. Embora caracterizassem e pensassem estar produzindo a tecnologia que vislumbrava o seu movimento, estas idéias não foram colocadas em prática, e isso se deu por não proporem o processo que conduziria a sua efetiva aplicação.

De maneira oposta à TA, a Tecnologia Social possui como marco a atenção ao processo, ao caminho que uma configuração sócio-técnica vai traçando ao longo do percurso construído pelos próprios atores interessados.

Alguns elementos podem caracterizar a Tecnologia Social:

- Visa à solução de demandas sociais concretas, vividas e identificadas pela população;
- Adota formas democráticas de tomada de decisão com estratégias dirigidas à participação e mobilização da população;
- Coloca como papel da população: participação, apropriação e aprendizagem;
- Propõe em relação à sistemática: o planejamento, a aplicação ou sistematização de conhecimentos, com a produção de conhecimento a partir da prática;
- Visa à sustentabilidade econômica, social e ambiental;
- Possibilita a ampliação em escala ao gerar aprendizagens que servem de referência para outras experiências, criando condições favoráveis para a ampliação e multiplicação destas técnicas;

De acordo com Ortiz (2004) ao incorporar alguns destes conceitos no campo da arquitetura, pode-se propor uma lógica construtiva que permita uma redução considerável de materiais e recursos empregados que, além de solucionar questões técnicas importantes cria-se a possibilidade de ampliar a utilização da mão-de-obra amplamente participativa para diferentes perfis de pessoas como homens, mulheres, idosos e crianças, que em alguns sistemas construtivos tradicionais são relegados a meros observadores. Em um sistema construtivo alternativo há a

possibilidade da apropriação por parte dos usuários da tecnologia empregada para a construção, onde os usuários convertidos em construtores são capazes de reproduzir a tecnologia assimilada. Sobre este assunto Mascaró (1989) demonstra preocupações acerca das poucas realizações existentes que usem tecnologia adequada, tanto no plano teórico quanto no prático; experiências que escapem ao modelo econômico-produtivo vigente e que devolvam estratégias de execução (paralelas à ação política de modificação do conjunto da sociedade) que contribuam para a melhoria das condições de vida da população de menores recursos, apesar de não resolverem os problemas de fundo.

Segundo Pelli (1989) a falta de acesso a uma tecnologia construtiva adequada, tem induzido boa parte das pessoas a buscar soluções construtivas de acordo com suas possibilidades técnicas e econômicas, refletindo uma estratégia tecnológica com outra interpretação das circunstâncias, ou seja, da realidade. Isso se revela muitas vezes quando procuram dentro de suas limitações, manipular qualquer tipo de material e novos elementos destinados ou não à construção. Ainda segundo o mesmo autor, ao analisar estas iniciativas da sociedade sob outra ótica, a tecnologia que produzem não se torna totalmente desprezível diante das soluções construtivas condicionadas aos recursos que dispõem, pois uma proposta tecnológica não se limita apenas ao processo produtivo, mas abarca uma estrutura de maior amplitude, capaz de fazer a sociedade apóia-la sem violentar-se. Diferente da visão convencional de desenvolvimento tecnológico limitado à meta de “melhor produto com menos insumo”, as novas propostas tecnológicas que a Tecnologia Social defende, amplia o campo de responsabilidade e consciência do projetista para uma relação harmônica com o contexto social, histórico e natural, transformando-se em um caminho facilitador de uma evolução a partir do interno (própria sociedade) do que por força externa (imposição de agentes, projetistas, etc.) sem a participação dos principais protagonistas.

Para Pelli, esta nova estratégia de trabalho, participativa, não está isenta de obstáculos e na prática está carregada de contaminação pela superposição de idéias e valores imitados de outros níveis sociais mais prestigiados ou influenciados pelos meios de comunicação. Não há garantias de

acerto, e nem receitas, mas é por meio desta experiência que se tem dados básicos da realidade, a noção do que é difícil ou impossível, do que causa dano e do que beneficia, impossíveis de se obter dentro de um gabinete, porém só confiáveis após um longo trabalho.

Esta situação leva as novas estratégias tecnológicas – enfocada na problemática da habitação social – a munir-se de dados sociais de seus principais protagonistas e refletir suas possibilidades, limitações e em alguns casos incorporar seus modos e seus códigos por razões de operatividade nas ações e sobretudo, da adequação dos produtos.

Neste sentido Bava (2004), coloca também que o histórico de participação político-social das comunidades envolvidas e seu grau de organização e envolvimento com as iniciativas podem constituir-se em fatores preponderantes para o êxito e como forma de sustentar as iniciativas de desenvolvimento local.

Uma estratégia de atuação que reflete este debate pode ser encontrada na autogestão que, segundo Cardoso (1993) é um dos modelos mais evoluídos por exigir uma sociedade bastante organizada, geralmente em associações comunitárias e estimuladas pelos próprios representantes a requerer seus direitos junto às instâncias governamentais. Como suas principais características podem ser citadas:

- A gestão é conduzida pela comunidade, que administra os recursos destinados à execução das obras repassados pelo poder público por meio de convênio;
- O controle financeiro da obra, que inclui atividades de compra, contratações, pagamentos e prestação de contas, é de responsabilidade das associações;
- Uma assessoria técnica é contratada pela associação e não pertence ao agente público. Sua relação é formalizada por convênios, onde ela se compromete a fornecer assessoria técnica, social, jurídica e contábil;
- As instâncias de decisão referente à condução do empreendimento são duas: Assembléia Geral, constituída por todas as famílias, e a Coordenação, constituída pelos coordenadores da equipe de serviço;

- Apesar de serem contratadas pelas associações, as assessorias assumem grande importância nos processos de tomada de decisão.

Galvão e Cifuentes (2001) colocam que a autogestão possui como lógica de gestão de suas organizações conceitos inversos à lógica da empresa convencional, provocando dificuldades de adaptação por parte das pessoas envolvidas no empreendimento, exigindo grande confiabilidade e sobretudo, um novo processo de aprendizado que se dá cotidianamente. Ainda segundo os mesmos autores, a autogestão em sua forma ideal, pressupõe uma participação ativa dos atores em todas as etapas do planejamento e da gestão do empreendimento. Portanto, não se trata apenas de uma participação econômica, mas também participação política nas decisões que afetam as condições de trabalho e renda dos trabalhadores. Pressupõe que o trabalhador seja capaz de atuar de maneira contundente no contexto econômico e político do empreendimento no qual ele está inserido. Mais do que isso, as possibilidades de desenvolvimento local que tais empreendimentos solidários proporcionam exigem que o trabalhador saiba atuar politicamente na comunidade local de maneira responsável. Por esse motivo, é necessário que os trabalhadores adquiram e consolidem uma formação educacional crítica que permita a absorção de valores como solidariedade e cooperação, em contraposição ao sistema de valores capitalista. Tudo isso, sem descuidar de uma formação técnica capaz de permitir a adequada geração de riqueza em tais empreendimentos e a gestão eficiente destes. É a articulação entre esses dois aspectos, *educação crítica e formação técnica*, que permitirá uma nova lógica de participação e distribuição de riqueza nesses empreendimentos econômicos.

De acordo com Turner (1989) é fundamental distinguir o conceito e a prática da *autogestão* e da *autoconstrução*. A autogestão trata-se de um princípio geral que deve servir de base para todas as práticas, ao passo que a autoconstrução é apenas um dos tipos de prática, que pode ser ou não autogerenciada. Preparar as pessoas com exercícios educativos, constitui-se em uma maneira de consolidar a associação, a fim de manter o interesse e o entusiasmo necessários para enfrentar as possíveis demoras. Para o autor, o problema não se resume apenas à *forma de organização* do

processo de trabalho, mas no substrato tecnológico e o próprio substrato científico que de alguma maneira produzem a tecnologia que vai ser utilizada na empresa que precisa ser transformado. Não basta que o empreendimento seja de cooperados e nem que se adote a autogestão, é necessário que disponha de tecnologia social.

E para isso, seria necessário segundo Dagnino (2004), que instituições de ensino como as universidades, voltassem sua produção de conhecimento para um fim mais funcional, onde “não está nem voltada para a classe dominante e nem para a classe dominada”. Martucci (1990), reforça esta idéia ao colocar que a tecnologia só põe em operação o conhecimento científico quando esse é econômico, quer dizer, quando se torna possível manter e reproduzir a relação social básica de exploração e dominação.

A falta de oferta de Tecnologia Social é um dos grandes desafios enfrentados por muitos profissionais que fazem parte das assessorias técnicas responsáveis pelo projeto habitacional, quando busca-se adequar a qualidade executiva e o desempenho do produto com as reais necessidades do usuário e na compatibilização com seus produtos. Sobre este assunto, Sabattini (1989) fala sobre a importância da concepção projetual extrapolar seus limites e objetivar o desenvolvimento de uma tecnologia local de acordo com a capacidade de desenvolvimento da região. Esta teoria pode ser aplicada em várias escalas de atuação, desde intervenções mais abrangentes até intervenções pontuais (com poucas pessoas envolvidas e poucos componentes a serem fabricados).

Todas as atividades a serem realizadas durante o desenvolvimento do projeto (ou do produto) promovem a aproximação entre a assessoria técnica e a população, gerando mais confiança entre ambas as partes nos momentos de decisões. A confiança que a comunidade deposita na assessoria técnica é fundamental, principalmente no momento da escolha ou da fabricação de um sistema ou material desconhecido por ela, tornando-se fator preponderante no fortalecimento e disseminação de determinado produto, onde a assessoria deve oferecer respaldo técnico suficiente para que a população se aproprie do sistema construtivo e seja alcançada a qualidade

esperada, pois segundo Arruda (2000), a maior parte da população que participa de mutirões habitacionais caracteriza-se como mão-de-obra desqualificada para as atividades, onde geralmente o processo de capacitação ocorre paralelamente às atividades de construção das casas, devendo haver o equacionamento entre a diminuição dos custos financeiros e a qualidade final tanto dos componentes como da habitação. Isso significa buscar soluções construtivas capazes de responder aos níveis de *habitabilidade* e *desempenho* exigidos dentro das limitações dos recursos financeiros disponíveis. Caso sejam empregados sistemas construtivos novos, aconselha-se que o número de unidades não seja muito alto, uma vez que não se possui experiência acumulada sobre as características de desempenho das habitações.

No que se refere à avaliação de produtos e componentes inovadores, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC⁸ (2002), coloca a necessidade de desenvolver um Sistema de Aprovação Técnica para tecnologias inovadoras no Brasil, principalmente para o segmento habitacional. A falta do mesmo tem sido uma das principais causas da reduzida aceitação de inovações neste setor por parte de órgãos promotores, agentes financiadores e usuários em geral. O insucesso de algumas inovações implementadas no passado sem uma adequada avaliação de desempenho tem contribuído para esta postura.

Neste sentido tem se destacado algumas iniciativas nacionais por parte de pesquisadores a fim de reverter este quadro. Segundo Mitidieri (1998), pesquisas que envolvem este tema foram iniciadas pelo IPT no início dos anos 80, com o estabelecimento de diretrizes para avaliação do desempenho de soluções inovadoras para habitações térreas unifamiliares, abordando a questão conceitual do ponto de vista técnico da avaliação de desempenho. Ainda de acordo com o mesmo autor o nível de qualidade ou desempenho de soluções ou produtos inovadores relacionam-se intimamente com a questão custo, que deve ser analisado frente aos riscos de fracasso do produto quando colocado no mercado. A avaliação prévia do produto não somente

MDIC. Plano Estratégico para Ciência, Tecnologia e Inovação na Área de Tecnologia do Ambiente Construído, com ênfase na construção habitacional. **Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.** Secretaria de Desenvolvimento da Produção. Brasília, abril 2002. p. 27. www.antac.org.br/pdf/plano_estrategico.pdf.

do ponto de vista do investimento inicial de aquisição, possibilita sua classificação em função de seu desempenho e preço, considerando níveis diferenciados de exigências dos próprios usuários ou clientes, com incrementos gradativos de qualidade, partindo-se de um nível mínimo. Neste caso o melhor produto não é aquele que apresenta o menor preço mas sim aquele que apresenta a menor relação entre custo e desempenho. Partindo-se desta metodologia, outros fatores poderão ser agregados, além dos técnicos e de custo, como adequação à mão-de-obra local, aproveitamento de recursos regionais, nível de agressividade ao meio ambiente, valores culturais, produtividade, entre outros.

Outra iniciativa a ser citada é o Manual de Avaliação de Inovação Tecnológica, elaborado pela Caixa Econômica Federal – CEF (1999), onde é realizada uma tentativa para a apresentação de critérios para avaliação de propostas no âmbito do Programa de Apoio à Utilização de Materiais ou Sistema de Construção Alternativo, para fins de emissão da *Aceitação Técnica FDS*. Onde a partir de uma análise de diversas metodologias nacionais e internacionais adotadas, decidiu-se pela aplicação de uma *abordagem simplificada*, buscando-se a adequação da avaliação de desempenho à realidade nacional, com a justificativa da não existência de uma cultura tecnológica consolidada para o desenvolvimento de novos produtos para a construção civil⁹. Para isso, adotaram como forma de avaliação a análise do projeto como principal ferramenta, desta maneira, modelagens complexas e ensaios de protótipos somente seriam necessários caso a análise do projeto não conduzisse a resultados confiáveis ou inviáveis. Esta simplificação viabiliza que seja feita a avaliação pelos detentores da tecnologia mesmo quando afastados dos grandes centros e laboratórios. De qualquer forma, a realização de modelagens e ensaios mais complexos é recomendada, pois seus resultados permitem o aperfeiçoamento da inovação tecnológica.

A assessoria técnica ao propor um produto ou processo alternativo em relação às técnicas comumente empregadas e já enraizadas, deve estar munida de dados confiáveis a respeito da

⁹ Segundo o Manual da Caixa Econômica Federal (1999) o **produto** pode ser entendido como um material, componente, sistema ou processo construtivo. O processo construtivo compreende o desenvolvimento do projeto, o planejamento, gerenciamento e controle das atividades e operações de execução, os equipamentos, ferramentas, métodos e procedimentos de execução.

eficiência e da vida útil do que está propondo, embasados em pesquisas consistentes onde o canteiro não se torne um laboratório experimental. Esta postura por parte da assessoria reflete diretamente na aceitação e disseminação de determinada tecnologia por parte da comunidade.

O programa constituído por um conjunto de tecnologias sociais deve estar sujeito à avaliação que, além de critérios e indicadores especificamente relacionados ao contexto, assegure as seguintes características: estabeleça parâmetros mensuráveis (que permitam comparações) quantitativos e qualitativos; viabilidade econômica, social e ambiental e sua abrangência de reaplicabilidade. As propostas devem ser continuamente atualizadas com o registro dos aperfeiçoamentos, por isso, a questão da avaliação torna-se extremamente importante para sua reaplicação.¹⁰

Embora tenha sido apresentado até aqui o cenário ideal para o desenvolvimento de Tecnologias Sociais, a experiência realizada em Pirituba II, pelo Projeto Inovarural, como palco de uma prática real e concreta, acabou desnudando uma outra vertente de discussão no que se refere às iniciativas de aplicação destas idéias, principalmente no que se refere ao processo de avaliação e desempenho de produtos alternativos aos comumente utilizados em programas habitacionais semelhantes à intervenção, onde os resultados esperados e alcançados se distanciam devido a diversas variáveis que não estão sob a governabilidade da equipe técnica e que por muitas vezes acabam depondo contra a imagem do próprio pesquisador. A impossibilidade da avaliação de produtos anterior à sua aplicação está condicionada muitas vezes ao *tempo* e *recursos* necessários para a formulação do respaldo técnico suficiente sobre sua eficácia e desempenho durante o período de utilização, levando estas práticas a questionamentos como: *deve-se atender de forma imediata às inúmeras demandas atualmente existentes ou “esperar” os cenários político, técnico e social ideais para executá-las?*¹¹

¹⁰ Trecho do texto apresentado no Fórum de Discussão sobre Tecnologia Social. In **Tecnologia Social – uma Estratégia para o desenvolvimento**. 2004. p. 214.

¹¹ Respaldo este, muitas vezes somente possível de obter a partir da prática. Recuperando Pelli (1989), com um trecho já citado neste texto, p. 21, no trabalho participativo não há garantias de acerto, e nem receitas, mas é por

2.2. ESQUADRIAS EM MADEIRA

A história da janela na Arquitetura avança paralelamente ao desenvolvimento tecnológico dos materiais de construção e ao refinamento cada vez maior dos conceitos de conforto de seus usuários. Segundo Peraza (2000) a janela sofreu transformações mais radicais a partir de meados do século XX, com a aparição de novos materiais que melhoraram seu comportamento e sua manuseabilidade como perfis, selantes, vidros melhorados e ferragens mais seguras, propiciando o desenvolvimento de novas tipologias.

Hoje, as muitas e diversas exigências da janela vão desde satisfazer considerações práticas de estanqueidade ao ar e à água até aos mais subjetivos aspectos de desenho, como a admissão da luz diurna e possibilitar a visibilidade do exterior. E é dentro deste contexto de exigências e ulteriores restrições que impõem os materiais e a estrutura, que o arquiteto de hoje tenta manipular os desenhos das janelas, como forma de contribuir na formação do caráter arquitetônico do edifício. Na longa história de desenvolvimento da arquitetura, a amplitude a que tem chegado o tratamento do desenho das janelas, direcionado na maior parte a proporcionar uma satisfação estética, implica em um estudo muito mais completo e fascinante. De acordo com Beckett e Godfrey (1978) o correr dos anos tem oferecido uma extensa série de complexas variações no desenho destes componentes, influenciados sem dúvida, nas diferenças de clima, de materiais e nos métodos de construção de cada época, como também contribuíram com sua influência os costumes sociais, as tendências artísticas e as práticas tradicionais.

2.2.1. O desenvolvimento da tecnologia de esquadrias em madeira no contexto internacional

meio destas experiências que se tem dados básicos da realidade, a noção do que é difícil ou impossível, do que causa dano e do que beneficia, impossíveis de se obter dentro de um gabinete.

No que se refere às edificações de madeira, dentre os demais componentes, as janelas sempre ocuparam uma posição mais vulnerável frente às condições atmosféricas devido ao nível de exposição ao qual estão sujeitas.

Dentro do contexto internacional é possível notar um conjunto de pesquisas na intenção de minimizar esses efeitos, sendo verificados uma evolução na configuração destes componentes ao longo do tempo com a adoção de vários mecanismos como a execução de determinados relevos nos perfis além do utilizado para o encaixe das folhas ao batente, conforme a Figura 1. Estes rebaixos contribuem para a estanqueidade das janelas, tanto por sua forma como por seu modo de contato, dependendo da precisão de sua execução.

Figura 1. Câmaras de descompressão – juntas descobertas e cobertas.

Fonte: Hislop (1995)

A partir de 1960, muitos países começaram a introduzir acessórios especiais de acordo com as exigências de condições mínimas de estanqueidade, mas devido aos elevados níveis de padronização de conforto e as altas temperaturas de calefação das construções modernas muitos problemas já existentes intensificaram-se, como: a condensação e, conseqüentemente, os

movimentos de dilatação da madeira. Estes problemas se agravavam pela falta de ventilação e a utilização do ar condicionado que, nas janelas tradicionais, eram minimizados por meio da execução de folgas e fendas que favoreciam as perdas de calor e a penetração do ar.

As construções modernas salientaram antigos problemas e deixaram descobertos outros novos de tal maneira que foi muito difícil desenhar janelas estanques sem introduzir juntas flexíveis. Isto não quer dizer que os meios tradicionais de estanqueidade não mantiveram sua eficácia devendo ser abandonados (folgas que absorvem os movimentos da madeira, canais e orifícios para deságüe, câmaras de descompressão nos perfis que freiam a passagem do ar, etc).

A maior precisão das ferramentas de usinagem disponíveis favoreceu a produção de perfis cada vez mais complexos, destinados a romper as infiltrações por meio de múltiplos planos de contato e descontinuidades nas seções. A precisão da mecanização dos perfis admitida atualmente está em torno de 0,2mm, valor necessário tanto para a estanqueidade como para entalhes e colagem (PERAZA, 2000).

Ainda segundo o mesmo autor, todas as folhas manobráveis apresentam maiores problemas que as fixas, para serem estanques necessitam de um exato ajuste, entrando em contradição em relação à facilidade de manuseio, especialmente durante períodos úmidos. Para isso, se recomenda uma folga de aproximadamente 3mm entre folhas e quadro, a ponto de absorver os movimentos diferenciais dos planos. A forma das folgas deve adequar-se ao movimento das folhas, deixando-se uma pequena inclinação nas faces que permitam um movimento que não seria possível se estas fossem perfeitamente perpendiculares.

Todas as superfícies horizontais expostas à ação das chuvas ou à condensação devem apresentar um certo declive, de pelo menos 9°, mas se recomenda aproximadamente 15°, na intenção de expulsar a água acumulada nestes planos.

As arestas vivas são geralmente utilizadas em determinados pontos na intenção de romper a capilaridade. A importância da capilaridade está em função das folgas e da quantidade de água que deve penetrar pelas mesmas. Para impedir sua subida deve ser rompida a continuidade da

película líquida por meio de arestas vivas colocadas o mais próximo possível do paramento exterior. Até se chegar a esta conclusão, conforme a Figura 2, era habitual que as formas fossem arredondadas para que a água escorresse com maior facilidade.

Figura 2. Perfis com arestas curvas dos anos 50 e mais retas dos anos 60.

Fonte: Peraza (2000)

Para evacuar a água das chuvas e condensação, recomenda-se que existam canais e orifícios de deságüe, que recolham e evacuem a água antes que os canais transbordem, sendo recomendável no mínimo de 6 a 9mm de diâmetro, ver Figura 3.

Figura 3. Perfil seccionado, evidenciando os orifícios de deságüe para recolhimento da água contida nos canais.

Fonte: Peraza (2000)

A carpintaria tradicional também desenvolveu a câmara drenada ou câmara de descompressão como barreira de estanqueidade à água. A estanqueidade à água se vê comprometida por infiltrações produzidas pelo vento e pela capilaridade, a água que penetra encontra-se com uma

câmara que faz o rompimento da continuidade capilar e que a pressão do vento praticamente desapareça. A água então é recolhida e expulsa ao exterior por meio de orifícios de deságüe. Portanto, a câmara transforma-se em um obstáculo que aumenta o percurso da água e diminui sua velocidade de penetração, de acordo com a Figura 4.

Figura 4. Presença de orifícios de deságüe e câmara drenada.

Fonte: Peraza (2000)

Para ser verdadeiramente eficaz, a câmara deve estar próxima ao exterior do perfil. Com relação à barreira de estanqueidade ao ar (junta), deve ser colocada o mais próximo possível do paramento interno, pois se a pressão interna da câmara for igual à pressão interna da edificação no caso de chuva com ventos, a água que chegar à câmara será conduzida ao interior e não poderá ser evacuada. Devido a isso, é importante que a junta não seja colocada perto do paramento externo do batente, Figura 5a; nesta situação a câmara de estanqueidade terá a mesma pressão do exterior e pode evacuar a água por gravidade, Figura 5b.

Figura 5. Funcionamento da câmara drenada ou de descompressão - À esquerda forma incorreta de funcionamento, à direita forma correta.

Fonte: Peraza (2000)

Para que esta câmara seja formada, basta que os perfis de folha e quadro tenham duas superfícies de contato criando assim esse espaço interno. A câmara deve ser suficientemente grande para assegurar sua função de descompressão e rarefação do ar. Segundo Peraza (2000) este princípio da carpintaria tradicional internacional está vigente até hoje em modernos componentes, mesmo depois de anos de elevada utilização dos seladores químicos como mecanismo de barreira à água. Até o presente momento não foi possível a utilização de perfis feitos com chapas nem produtos compostos, como tem ocorrido na fabricação de móveis. Os únicos perfis alternativos à madeira maciça têm sido a madeira laminada, sendo ainda incipientes as pesquisas com a utilização do microlaminado (LVL).

Perfis de madeira maciça

Segundo Peraza (2000), as espécies que tem se mostrado mais propícias para uso externo são normalmente as mesmas empregadas com fins estruturais porque combinam características importantes como: leveza, resistência e durabilidade. A madeira deve apresentar anéis de crescimento estreitos com espessura em torno de 5mm, com fibras retas ou sensivelmente retas. Quando não apresenta boa durabilidade natural, é necessária a utilização de tratamentos preservativos para assegurar sua proteção. É recomendável que tenha uma boa resistência ao arranque de pregos, neste sentido não são recomendáveis espécies de baixa densidade, geralmente com densidade abaixo de 600kg/m^3 , a baixa densidade acentua o perigo de lasqueamento e a

fragilidade no manuseio. Para evitar absorções excessivas de umidade e falhas no acabamento, além da proteção advinda dos detalhes arquitetônicos, a umidade inicial da madeira deve adequar-se à umidade do entorno. Dentre as condições exigíveis à madeira, uma delas seria a de garantir as características funcionais das janelas, como estanqueidade, facilidade no manuseio e sua durabilidade por no mínimo 20 anos.

Outro aspecto de elevada importância é a estabilidade dimensional (relação entre a retração tangencial e a radial – T/R) da espécie utilizada, onde o sentido radial apresenta um valor menor de retração em relação ao tangencial.

Ao levar em consideração esta característica, foi desenvolvido um sistema suco de perfis de janelas chamado *Tri Fönster*, neste sistema os perfis são obtidos por meio do corte radial da madeira, de acordo com a seqüência de fotos da Figura 6. As peças são fabricadas com cerne de pinus sueco setentrional de crescimento lento e resistente aos fungos em condições críticas de exposição. As células do cerne saturadas com substâncias resinosas impedem a presença de umidade por capilaridade, estas substâncias resinosas contém doses de pinosilvina, que protege continuamente o cerne contra o envelhecimento e os fungos.

Figura 6. Seqüência de fotos do Sistema Tri Fönster: a) Floresta de pinus sueco setentrional de crescimento lento. b) Olle Öberg, autor do desenho dos perfis das janelas. c) Configuração da retirada dos perfis na tora. d) Corte realizado em uma janela, onde fica nítida a exposição das diferentes regiões da madeira: cerne no lado externo e alburno protegido internamente.

Fonte: (fotos a,b,d) www.tri.se e, (foto c) acervo pessoal.

O corte destas peças chamado *Tri Radiell*, é um corte radial considerado ambientalmente amigável. O alburno resultante da configuração das seções fica protegido no interior da edificação e também é empregado para as folhas, com um aproveitamento em torno de 60-70% da madeira utilizada (ver Figura 6, item d). A parte da janela exposta ao exterior é composta de madeira de cerne com 100% de madeira serrada com os veios na vertical, apresentando desta maneira suas superfícies livres de fendas.

Os desenhos das peças são mais esbeltos, possibilitando a entrada de mais luz e são fixadas sob pressão, sem a utilização de pregos ou parafusos. A janela possui seções biseladas que não bloqueiam a visão, propiciam a entrada de maior luminosidade, ver Figura 7.

Figura 7. Sequência de fotos de uma obra com janelas fabricadas com o Sistema Tri Fönster. a) Face externa com o encaixe entre montante e travessa central, seção biselada e orifício de deságüe. b) Face interna com encaixe entre montante e travessa central, seções com arestas em ângulo reto. c) Face externa da janela. d) Face interna da janela.

Fonte: Acervo pessoal.

A norma europeia EN 942, estabelece algumas características para a madeira maciça destinada à fabricação de perfis, podendo ser citadas:

- A densidade normal deve ser superior a 450kg/m^3 para a madeira de coníferas e 530kg/m^3 para a madeira de folhosas;
- A dureza média na seção tangencial deverá ser superior a 1,30, determinada segundo a citada norma;

- Podem ser admitidos nós sãos e aderentes nas faces expostas no sentido da largura e desde que sejam menores de 50mm e ocupem menos de 50% da face onde se manifestam. Nas superfícies não expostas se admitem nós sãos e aderentes sem limitação de tamanho. Também se admitem nós mortos ou escuros, inferiores a 2/3 da largura da face. Não se admitem nós soltos, a não ser que seja feita a correção com peças de madeira e estes, podem ser admitidos na face externa desde que sua superfície seja revestida com produtos plásticos ou metálicos, pintada, lacada, etc;
- Somente são admitidas fendas de secagem nas faces externas menores de 30mm de comprimento, 5mm de profundidade e 0,5mm de espessura. Nas faces não expostas se admitem fendas de até 1/3 do comprimento da peça, 10mm de profundidade e 1mm de espessura;
- Não se admitem indícios de podridão nem presença de fungos ou insetos. Os fungos de coloração não devem ser permitidos em janelas envernizadas, mas sim para janelas com pintura, lacada, etc., e desde que não esteja com mais de 20% de sua superfície afetada.

Perfis Laminados

A madeira laminada tem sido introduzida na fabricação de janelas, devido não só a carência de madeiras de qualidade e o melhor aproveitamento da matéria-prima (espécies de diferentes qualidades na face interna e externa), mas sim à sua melhor estabilidade dimensional pela compensação de tensões internas (e também pela etapa de secagem ser mais curta devido a menor espessura das peças) (ORTIZ; MORENO, 1991).

Os perfis resultantes são de menor seção que os de madeira maciça e estão praticamente livres de defeitos. O uso de janelas com perfis laminados tendem a expandir-se cada vez mais nos próximos anos. Seu único inconveniente atual é que seu processo industrial aumenta consideravelmente seu valor, repercutindo no seu preço final, fora de concorrência frente a muitas espécies tropicais. No entanto, pela sua relação qualidade/preço, este perfil é rentável já

que as janelas realizadas com eles, em geral, são mais duráveis e oferecem mais garantia de estabilidade que as maciças (PERAZA, 2000).

Ainda segundo o mesmo autor, de acordo com ensaios de exposição realizados em diversos laboratórios europeus, devem ser ressaltados três fatores importantes no desenvolvimento do projeto: a estrutura dos perfis, os adesivos e a proteção/acabamento.

a) Estrutura dos Perfis – a estrutura dos perfis deve ser simétrica (em espécie, estrutura e espessura) já que as madeiras com propriedades e orientação das fibras similares podem suportar igualmente as tensões produzidas, as quais tem uma grande influência na durabilidade da união da região colada. Devem ter ao menos três lâminas com espessura mínima de 15mm, e sua umidade antes da colagem deve ser de $13\pm 2\%$ com uma diferença de umidade entre lâminas não superior a 2%. Os perfis que dão melhores resultados são os de três lâminas: a central disposta na radial e as laterais na tangencial, de acordo com a Figura 8. Mecanismos de drenagem são sempre recomendáveis nas janelas de perfis maciços, em perfis laminados tornam-se imprescindíveis, a fim de evitar focos de umidade permanente nas linhas de cola.

Figura 8. Combinação de lâminas. **a)** Perfis clássicos de madeira laminada para perfis de janelas. **b)** Aspecto típico de uma janela de madeira laminada.

Fonte: Peraza (2000)

b) Adesivos – as colas empregadas devem ser próprias para a área externa e compatíveis com o acabamento. Recomenda-se usar adesivos de alta resistência, já que a mínima delaminação da linha de cola (basta um pouco de décimos de milímetros) permite a entrada de água e, conseqüentemente, riscos de deterioração. O comportamento da linha de cola depende

principalmente da resistência do adesivo, mas também da sua capacidade em suportar o inchamento e a retração da madeira.

Os detalhes construtivos são importantes para moderar a intensidade de exposição das linhas de cola, estas recomendações podem ser visualizadas na Figura 9:

- As uniões horizontais sem nenhum tipo de proteção não suportam a exposição ao exterior por muito tempo, enquanto que as uniões verticais, se corretamente realizadas, são muito mais duradouras;
- Nenhum plano colado deve estar exposto ao exterior.

Ortiz e Moreno (1991) relatam que uma forma de avaliar a performance das superfícies coladas, mediante ensaios acelerados de laboratório, é descrita pela norma DIN 68602, a qual é admitida por todos os países europeus. A citada norma apresenta quatro categorias de superfícies coladas sem fins estruturais, em função das condições de exposição do elemento considerado, conforme mostra o Quadro 01:

B1	Recintos fechados com baixa umidade do ambiente. Uso interno como: móveis, portas, revestimentos, etc.
B2	Recintos fechados com alta umidade durante períodos curtos de tempo e ocasionalmente ficam em contato com a água. Uso interno como: cozinhas, banheiro, etc.
B3	Exposição externa em regiões de clima temperado. Uso interno caso tenha variações extremas nas condições ambientais durante períodos curtos de tempo e exposição à ação das chuvas, como: portas e janelas protegidas, etc.
B4	Exposição à ações climáticas adversas. Uso interno caso haja variações extremas nas condições ambientais ou externo com forte influência das condições ambientais, como: portas, janelas, etc.

Quadro 1. Categoria de superfícies coladas segundo o grau de exposição.

Fonte: DIN 68602 apud Ortiz e Moreno (1991)

c) Proteção e Acabamento – De acordo com Peraza (2000), os resultados dos ensaios e algumas experiências demonstraram que as peças com verniz escuro se deformam mais que as pintadas com cores claras, e o comportamento das janelas com distintas espécies é pior em relação ao emprego de uma única espécie. Os tratamentos superficiais corretamente aplicados sobre os perfis laminados transmitem uma boa proteção às linhas de cola frente à umidade. As películas de

pintura quando se rompem permitem que a umidade alcance a madeira e as linhas de cola, impedindo a secagem da superfície, o que acelera a delaminação e aumenta o risco de podridão.

Figura 9. Madeira Laminada em perfis mistos.

Fonte: Peraza (2000)

Perfis de madeira e alumínio

Este sistema de janelas foi desenvolvido na Suíça entre os anos de 1920 e 1930. Após a Segunda Guerra Mundial alcançaram um grande desenvolvimento na Alemanha. Na Itália sua introdução foi mais tardia, mas é onde alcançou maior expansão. A janela de madeira e alumínio era formada inicialmente por um chassis de madeira recoberto em sua parte inferior por um perfil de alumínio que a protegia dos ataques atmosféricos, mais tarde o alumínio passou a recobrir quase que totalmente o exterior do chassis, atuando exclusivamente como revestimento. Atualmente as seções de alumínio e madeira são equivalentes ou até mesmo o alumínio acaba predominando, especialmente as que tem incorporado chapas de fibras no lugar de madeira. A janela de madeira-alumínio é o produto mais sofisticado atualmente já que não requer manutenção, emprega a tecnologia mais avançada e proporciona as mais altas prestações, deixando no interior a beleza da madeira e no exterior a proteção do alumínio. Seu custo também é mais elevado.

Figura 10. Dois tipos de perfis mistos madeira/alumínio.

Fonte: Carini (1997)

Como principais características dos perfis mistos, Peraza (2000) e AITIM¹² (1997) citam:

- Os embutimentos em ângulo dos chassis de alumínio devem ser estanques;
- Por empregar materiais de distinta condutibilidade, são introduzidos elementos de ruptura de pontes térmicas;
- As uniões são elásticas para absorver as diferentes dilatações de ambos materiais, não se pode esquecer que o coeficiente linear do alumínio é 5 vezes superior ao da madeira;
- Deve ser assegurada uma resistência mecânica adequada ao arranque dos perfis de alumínio.
- Deve haver ventilação entre a madeira e o alumínio, fundamental para evitar condensações no interior que prejudicariam a madeira, recomendando-se uma distância mínima de 5mm;

Sobre este último item, existem muitas considerações e pesquisas a respeito. Em uma delas, realizada recentemente por Grüll, Anderl e Schueiger (2005), foram analisadas algumas janelas de madeira-alumínio com sistemas de camadas diferentes entre si, instaladas na fachada de um edifício em Viena. Os componentes foram observados por um período de três anos, sendo realizada a medição do conteúdo de umidade entre as camadas de madeira e alumínio. Os resultados revelaram que a tensão presente na armação de madeira provocada pela condensação

¹² AITIM – Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho. Boletim Técnico. Setembro-outubro, 1997. p. 20-21.

do vapor d'água era muito baixa, não sendo necessários o emprego de madeira de alta densidade e a utilização de filme de grande espessura como revestimento para prover uma proteção suficiente ao componente e aumentar sua durabilidade.

Há uma crescente demanda por janelas compostas por este tipo de material e também a madeira em combinação com outros tipos de materiais. O tratamento geralmente feito neste tipo de janela é semelhante a de janelas compostas por um único material isoladamente, sendo que o grau de exposição da parte de madeira é diferente, pois está mais protegida pela parte de alumínio contra o desgaste natural provocado pelo *weathering*.

O desenvolvimento dos perfis de madeira no contexto internacional revela a discrepância frente à realidade nacional, onde a evolução do desenho destes componentes esteve diretamente condicionada ao avanço da tecnologia da carpintaria aliada ao refinamento das exigências dos usuários, cada vez mais rigorosos em adquirirem um componente que proporcionasse maior conforto térmico/acústico, estanqueidade, durabilidade, etc. Mas deve ser salientado também que as condições climáticas as quais o usuário internacional está exposto, requerem um componente com uma tecnologia de caixilharia mais desenvolvida, de acordo com seu contexto.

2.2.2. A realidade do contexto nacional

Bruna (1991), ao fazer um breve relato sobre a evolução das janelas brasileiras, afirma que ao longo do tempo o tratamento das partes móveis esteve condicionado a variação de estilos e com as disponibilidades locais de cada época. Os primeiros tempos foram marcados pela utilização das folhas “cegas” ou “escuros”, destacando-se principalmente durante todo o período colonial e que ainda hoje estão presentes em regiões mais pobres do país. A linha evolutiva é marcada pelo aparecimento dos caixilhos com vidros muito pequenos, sendo provavelmente os elementos de venezianas introduzidos posteriormente.

Ainda de acordo com o mesmo autor, apesar dos grandes avanços técnicos que as esquadrias tiveram no Brasil, são poucas as pesquisas direcionadas a buscar um componente adequado às nossas condições climáticas, técnicas e sociais, prevalecendo muitas vezes valores imediatos associados aos aspectos estéticos e simbólicos que, segundo ele acarretou no conseqüente empobrecimento da arquitetura brasileira.

Como reflexo deste cenário, a bibliografia nacional apresenta-se reduzida e segmentada não sendo possível encontrar contribuições no que se refere à evolução da tecnologia dos perfis na mesma proporção que encontrada na bibliografia sobre as esquadrias internacionais. Embora significativas, as últimas publicações apresentam apenas a formulação de normas e as estratégias tomadas por algumas instituições no esforço de melhorar o desempenho e a qualidade das esquadrias brasileiras, por meio da uniformização dos métodos de ensaio e a classificação dos produtos de acordo com o atendimento a alguns requisitos.

Para compreender melhor o caminho percorrido nas pesquisas referentes às esquadrias no Brasil, até o fim da década de 70 não havia uma norma técnica sobre janelas; apenas algumas referências normativas sobre “cremonas”, “borboletas” e outros acessórios utilizados em janelas de madeira. A partir do início da década de 80 foi desenvolvida a primeira norma de desempenho de janelas de alumínio, a NB 606 – “Desempenho de Janelas de Alumínio em Edificações de Uso Residencial e Comercial”, esta norma segundo o Manual Técnico de Caixilhos (1991), transformou-se em um marco conceitual, pois até então as normas eram prescritivas, o que restringia o desenvolvimento de novos produtos, esta norma foi desenvolvida pelo IPT e definia pela primeira vez o que era a qualidade de uma janela.

A partir de meados da década de 80 o setor de janelas de aço e PVC também solicitava uma norma de desempenho, sendo então desenvolvida a atual norma NBR 10821, voltada para janelas de alumínio, PVC, aço e *madeira*. Cada um dos requisitos e critérios de desempenho estabelecidos, assim como os métodos de ensaio foram definidos a partir de análises confrontadas com valores e procedimentos de normas internacionais. A norma NBR 10821:2000 (revisada e editada em

junho de 2001), é considerada hoje a norma-mãe, pois fixa as condições exigíveis de desempenho de caixilhos para edificações de uso residencial e comercial. Em apoio a ela existem outras fundamentais para subsidiar sua aplicação, pois descrevem os procedimentos dos ensaios:

- NBR 6.485 - verificação de permeabilidade ao ar;
- NBR 6.486 - verificação de estanqueidade à água;
- NBR 6.487 - verificação de comportamento quando submetido a cargas uniformemente distribuídas;
- NBR 7.199 - vidros para edificações;
- NBR 6.123 - cargas de ventos.

Além destas normas citadas, a produção de caixilhos apóia-se também na:

- NBR 10.830:1989 - Caixilho para; Edificação - Acústica dos Edifícios. Define os termos mais comuns empregados em acústica de edificações de uso residencial e comercial e;
- NBR 14.718:2001 - Guarda-Corpos para Edificação. Estabelece as condições exigíveis de guarda-corpos para edificações para uso residencial e comercial. Editada em julho de 2001 e, em fase final de revisão.

Miranda e Mitidieri (2006), pesquisadores do IPT, colocam que foram atingidos grandes avanços pelas pesquisas nacionais nos últimos anos para o conjunto de normas de portas e janelas, baseadas na metodologia adotada pelo CEN (Comitê Europeu de Normalização) com a utilização do procedimento da classificação em níveis, onde o produto em vez de estar ou não conforme, é classificado em função do grau de solicitação a que está submetido.

Com relação aos quatro segmentos em que se divide o setor de esquadrias – alumínio, PVC, aço e madeira – nota-se nos últimos anos, um crescimento em maior ou menor grau de qualidade. Uma das causas imediatas que causou a retomada do setor foi a volta dos investimentos imobiliários e a chegada de muitas empresas estrangeiras, que não aceitavam a qualidade das esquadrias brasileiras, em geral mais baixas que a de seus países, exigindo novos padrões de projeto e mais “engenharia de caixilhos”, desta forma os fabricantes tiveram que se adaptar. A pressão

estrangeira recaiu sobretudo, nas esquadrias de alumínio, por ser o material mais usado em prédios e grandes edificações, e um dos principais avanços foi realizado na padronização, juntamente com a realização de ensaios em laboratório, o que permitiu grandes avanços no controle da qualidade executiva.

Os produtores de esquadrias de PVC adotaram como política, adaptar o produto cada vez mais às condições brasileiras, a fim de superar erros cometidos durante a implantação do material no país, embora esses investimentos tecnológicos reflitam diretamente no custo do componente.

No caso do ferro, embora seja resistente, custa caro e não admite reaproveitamento das sobras de produção além de apresentar certa complexidade e limitações durante sua moldagem.

O seguimento das esquadrias de madeira são mais usadas em residências de alto padrão, as versões mais baratas não apresentam a qualidade necessária, em outros países os caixilhos de madeira podem ser facilmente substituídos, providência que no Brasil é dificultada pela falta de padronização. Os fabricantes de esquadrias em madeira são muito dispersos, não tem nem mesmo entidade setorial que os unifique em termos de padronização, normalização e qualidade.

Nos últimos anos as pesquisas realizadas pelo IPT procuram auxiliar associações nacionais de fabricantes a incentivarem as indústrias a aderirem aos programas de qualidade, para garantir ao consumidor produtos padronizados, testados e com selo de garantia de desempenho. Não são somente empresas que estão submetendo seus produtos aos ensaios laboratoriais para obter certificação de qualidade, há também a adesão de órgãos públicos responsáveis pela incorporação e financiamento das habitações, como a Caixa Econômica Federal e a CDHU/SP, na busca de garantir maior qualidade das construções populares. O resultado deste círculo virtuoso é o aperfeiçoamento contínuo de materiais de construção e a padronização segundo patamares crescentes de qualidade e eficiência.

Segundo o pesquisador Fúlvio Berçot Miranda, responsável pelos ensaios de esquadrias do Laboratório de Componentes e Sistemas Construtivos, da Divisão de Engenharia Civil do IPT, o índice da produção nacional de janelas que atendem às normas de qualidade passou de 40% em

2001, quando o LCS (Laboratório de Sistemas Construtivos) iniciou seu trabalho como laboratório de referência, para 70% em 2003¹³. Os ensaios comumente realizados atendem à norma NBR 10821:2000, determinando a verificação da permeabilidade ao ar, da estanqueidade à água, da resistência às cargas uniformemente distribuídas, da resistência aos esforços de manuseio.

A maior parte dos esforços de incentivo às empresas fabricantes de esquadrias em colocar seus produtos em conformidade com as normas, restringe-se no presente momento às esquadrias metálicas, principalmente as de alumínio, mas já se vê grande evolução também nas esquadrias em aço, adotando-se aço galvanizado nos trilhos inferiores mais expostos à corrosão. Outras empresas, como a de acessórios acompanham a evolução das esquadrias metálicas, oferecendo produtos de alto desempenho para este tipo de esquadrias.

A realidade do setor de esquadrias de madeira difere entre portas e janelas. No caso das portas de madeira observou-se grandes avanços nos últimos anos a fim de conferir ao produto maior qualidade e padronização, reflexo da motivação gerada pelo aumento das exportações dos últimos anos. Segundo Loturco (2005), os fabricantes de portas de madeira se uniram e iniciaram o processo de qualificação de seus produtos, motivados devido ao precário conhecimento geral que se tem do mercado nacional neste setor. Ainda segundo este autor o PNQM-Portas – Programa Nacional de Qualidade da Madeira-Portas trata-se de um novo segmento do Programa Nacional da Qualidade da Madeira, com um programa de certificação que consiste em três fases. A primeira fase consiste na revisão da norma, levando-se em consideração, principalmente, as características dimensionais e de desempenho, harmonizando as normas nacionais com as internacionais, tais como ISO e EN, entre outras. A segunda fase é o diagnóstico da situação atual: na definição dos produtos a serem considerados na certificação; visitas técnicas aos produtores envolvidos, a fim de diagnosticar os parâmetros utilizados para o controle do

¹³ Vale ressaltar que estes valores se referem às janelas metálicas. No caso das janelas de madeira não foram realizados esforços e nenhuma iniciativa foi tomada pelo setor a fim de padronizar e melhorar a qualidade de seus produtos frente ao mercado.

processo de produção, com contato com entidades de pesquisa e academia a fim de estabelecer parâmetros para o controle do processo de produção e características físicas e mecânicas do produto final. Na terceira fase será feita a implantação da PNQM, a preparação dos documentos de qualidade (procedimentos e instruções de trabalho). Durante a última fase são realizadas, quando solicitadas, Auditorias de Certificação das empresas e a inserção do PNQM-Portas no PBQP-H Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat, na intenção de apoiar o esforço brasileiro de modernidade pela promoção da qualidade e produtividade do setor da construção habitacional.

Nota-se até aqui um caminho diferente do percorrido no contexto internacional, onde a evolução das caixilharias são ditadas pelo desenvolvimento da própria indústria e pelas exigências do próprio usuário, buscando a indústria satisfaze-lo dentro de todas esferas como: desempenho e custo. O que chama a atenção no Brasil é a pressão que programas, não deixando de salientar sua importância junto a este cenário, realizam sobre as indústrias para que produzam dentro de condições mínimas e ofereçam produtos conformes e um usuário totalmente alheio a estas questões que diretamente o atingem.

2.3. INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES PROVENIENTES DE PLANTIOS FLORESTAIS NA PRODUÇÃO DE ESQUADRIAS – O CASO DA MADEIRA DE EUCALIPTO

Atualmente, parece indiscutível a notoriedade e importância que os produtos de base florestal destinados à construção civil vem adquirindo em níveis regional e global. As exigências por qualidade e desempenho incidem não somente no produto acabado, mas em toda cadeia produtiva (DELLA NOCE, 1996).

Miranda (1998) destaca que a partir do final da década de 80 a crise nos setores de celulose, papel e siderurgia, causada pela acentuada queda nos preços internacionais desses produtos, contribuiu

para que as empresas com grandes extensões de áreas plantadas procurassem outras alternativas para o uso da madeira de eucalipto, impulsionando assim sua utilização como madeira serrada, que tinha o seu emprego na maior parte voltado para a produção de matéria-prima como celulose, carvão vegetal, moirões e postes, ampliando desta forma as possibilidades de sua utilização com a diversificação da produção (SOARES; CARVALHO, 2004).

Recentemente, com o desenvolvimento das indústrias e o crescimento da demanda por melhores materiais com características específicas de crescimento, algumas empresas passaram a investir em seus próprios programas de pesquisa - em muitos casos, com o apoio de universidades e institutos de pesquisa ou em colaboração com instituições governamentais. Estas iniciativas ajudam a promover a interação entre duas comunidades: a científica e a industrial.

Um exemplo disso pode ser encontrada na matéria realizada pela Fapesp¹⁴ (2001), onde é possível verificar, embora o comentário supracitado, que as pesquisas mais integradas e avançadas sobre a madeira de plantios florestais no Brasil estão voltadas para o setor de polpa, papel e celulose. Dentro deste cenário destaca-se o Projeto ForESTs (Eucalyptus Genome Sequencing Project Consortium) de seqüenciamento do genoma de árvores de Eucalyptus, conduzido pelo Projeto Genoma Agrônomo e Ambiental, da FAPESP (FAPESP, s.d.), representado pela parceria entre quatro grandes empresas do setor de celulose, papel, aglomerados e laminados (Votorantim, Ripasa, Suzano e Duratex), FAPESP, USP, UNESP e UNICAMP, com a produção de 100.000 seqüências (ESTs) para a identificação de 15.000 genes, esses genes serão associados a determinadas características biológicas, para a identificação de sua resistência a diferentes doenças e ao frio, produção de celulose e lignina, comprimento da fibra, densidade da madeira, tolerância a estresse hídrico entre outros, além de proporcionar a aceleração de crescimento e melhorar a qualidade da madeira.

¹⁴ Fapesp – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. **A genética lucrativa do papel.** Revista Fapesp. Acessado em 21/01/2007. <http://www.revistapesquisa.fapesp.br>. São Paulo: FAPESP, [s.d], novembro de 2001 (edição 70).

A própria revista comenta a autonomia das grandes empresas do setor para a realização de programas de pesquisas para o melhoramento das espécies plantadas. Isso representa também o nível de organização bastante diferenciado do setor de produtos serrados.

Segundo Yuba (2005) há uma evidente disparidade no desenvolvimento entre o setor de celulose e papel e o restante dos setores que utilizam a madeira, onde o porte das empresas do setor de papel apresenta-se grande e uniforme enquanto que a cadeia produtiva da madeira serrada é dispersa e de porte heterogêneo. Ainda de acordo com a autora, as diferenças entre as pequenas e grandes empresas estão no grau de desenvolvimento tecnológico (equipamentos e características de desdobro e secagem da madeira utilizada) e no grau de controle das etapas do processo produtivo. As grandes empresas, principalmente as que destinam seus produtos para exportação tendem a ser as mais verticalizadas, sendo as detentoras de áreas de plantios florestais, serrarias completas com estufas de secagem e equipamentos para usinagem. Possivelmente essa condição define a organização dos setores para a realização de pesquisas tecnológicas.

As informações sobre os plantios florestais no Estado e a questão recorrente da redução da oferta da madeira tanto do gênero pinus como do eucaliptus no mercado foram verificadas com a produção do Inventário Florestal das áreas reflorestadas do Estado de São Paulo, após dez anos da produção do último inventário (KRONKA, 2002). O Inventário é apresentado sob três enfoques: as regiões político-administrativas, as unidades de gerenciamento de recursos hídricos e os pólos de reflorestamento, foi desenvolvido por meio de informações espaciais obtidas pela análise digital de imagens orbitais entre 1999 e 2000 e com o apoio de outras fontes e materiais.

A Figura 11 mostra as áreas com plantios florestais do Estado de São Paulo que, de acordo com o Inventário foi verificada uma área de 770.010 hectares plantados (3,1% da área do Estado), dos quais 611.516 ha correspondem às áreas com Eucalyptus (79,4%) e 158.494 ha (20,6%) com Pinus.

Figura 11. Mapa do Estado de São Paulo indicando as áreas com plantios florestais.

Fonte: O verde em São Paulo. Revista Fapesp, nº 91, 2003.

A região onde se desenvolveu o Projeto Inovarural pertence à área administrativa de Sorocaba, Região Sudoeste do Estado, a partir da Tabela 1 e a Figura 12 é possível verificar que esta região detém quase a metade de todos os plantios do Estado (42,3%). Estes dados explicitam a diferença de área plantada entre a região sudoeste e as demais do Estado.

Tabela 1 – Áreas reflorestadas com Eucalyptus e Pinus no Estado de São Paulo em 1999 - 2000.

Região Administrativa	Gênero (Área em ha)			Distribuição
	Eucalyptus	Pinus	Total	
Araçatuba	892	115	1007	0,1%
Bauru	47087	20150	67237	8,7%
Campinas	100906	9099	110005	14,3%
Litoral	4122	4378	8500	1,1%
Marília	5186	3700	8886	1,2%
Presidente Prudente	2131	7436	9567	1,2%
Ribeirão Preto	91501	5554	97055	12,6%
São José do Rio Preto	2315	46	2361	0,3%
São Paulo	57307	6590	63897	8,3%
Sorocaba	233406	92664	326070	42,3%
Vale do Paraíba	66663	8762	75425	9,8%
Total	611516	158494	770010	

Fonte: Kronka (2002)

Figura 12 – Áreas com plantio do gênero eucalyptus nas Regiões Administrativas do Estado de São Paulo de acordo com os dados da Tabela 01.

Fonte: Kronka (2002), adaptado pela autora.

Essa área engloba a Região de Governo (RG) de Itapeva, que compreende os municípios de Apiaí, Barra do Chapéu, Bom Sucesso de Itararé, Buri, Capão Bonito, Guapiara, Iporanga, Itaberá, Itaóca, Itapeva, Itapirapuã Paulista, Itararé, Nova Campina, Ribeira, Ribeirão Branco, Ribeirão Grande, Riversul e Taquarivaí, totalizando 18 municípios.

A evolução do reflorestamento do gênero eucalyptus compreendendo os períodos de 1961-62, 1969, 1971-73, 1991-92, 1999-2000 no Estado de São Paulo encontra-se na Figura 13. De acordo com este gráfico é possível analisar que o maior aumento de áreas reflorestadas ocorreu entre 1962 e 1971-73. Tal resultado está relacionado com os Incentivos Fiscais para o reflorestamento neste período. A Figura 12 ainda permite verificar os níveis de reflorestamento com Eucalyptus permaneceram estáveis no período compreendido entre o último levantamento e o anterior.

Figura 13 – Evolução do reflorestamento (eucalyptus) no Estado de São Paulo.

Fonte: Kronka (2002).

A Tabela 2 e a Figura 14 foram desenvolvidos a partir de Kronka (2002), evidenciando os principais detentores ou proprietários das áreas com reflorestamento de eucalyptus no Estado de São Paulo e na Região Administrativa de Sorocaba. Ao examinar estes dados é possível identificar as Empresas do setor celulósico-papeleiro e de chapas como os principais detentores das áreas com plantios de eucalyptus tanto no Estado de São Paulo como também na Região Administrativa de Sorocaba, onde se desenvolveu a intervenção estudada neste trabalho.

Tabela 2 – Detentores das áreas de reflorestamento no Estado de São Paulo e na Região Administrativa de Sorocaba.

Categorias	Gênero (Área em ha)	
	Estado de São Paulo	Região Adm. de Sorocaba
Empresas (I)	300089	135678
Reflorestadoras (II)	88922	46877
Governamentais (III)	16220	3148
Não identificadas	206517	47704
Total	611517	233406

I – Empresas do setor-celulósico-papeleiro e matéria-prima para energia.

II – Reflorestadoras e pequenos reflorestadores, produtores de matéria-prima para diferentes finalidades (processamento mecânico, material energético, celulose, chapas, construções rurais e energia).

III – Entidades governamentais (Instituto Florestal e Ibama).

Fonte: Kronka (2002) adaptado pela autora.

Figura 14 – Principais detentores ou proprietários das áreas com reflorestamento de eucalyptus no Estado de São Paulo e na Região Administrativa de Sorocaba

Fonte: Kronka (2002), adaptado pela autora.

Segundo Yuba (2005) para garantir a sustentabilidade da cadeia produtiva da habitação em madeira de plantios florestais é visível, pelos dados apresentados, de que há necessidade de focalizar a produção florestal através de pequenos agricultores, uma vez que as grandes empresas produzem madeira como uma fonte de matéria prima para as suas próprias indústrias, na maior parte delas voltadas para o setor celulósico-papeleiro e de chapas.

O Inventário Florestal também apresenta os dados através da visão de “pólos de reflorestamento”, o qual abrange as maiores concentrações de reflorestamento, delimitadas por um perímetro circular. A Figura 15, mostra a análise dos dez municípios com os maiores índices de plantios do Pólo de Reflorestamento de Itapeva/ Capão Bonito/ Buri, apresentando 125.829 ha (16,3% do total do Estado).

Figura 15. Pólo de Itapeva/ Capão Bonito/ Buri.

Fonte: Kronka, 2002.

O destaque desse Pólo é que os plantios de *Pinus* representam 38,9% do total do Estado, mas há equilíbrio entre a quantidade de área plantada de *Pinus* e de *Eucalyptus* (10,5% do total do Estado) nos dez municípios mais representativos. Itararé e Itapeva, os principais municípios objetos de pesquisa do Projeto de Políticas Públicas¹⁵, detém 28.253 ha e 22.532 ha de áreas plantadas, respectivamente, com as espécies *E. saligna* e *E. grandis* como as mais cultivadas.

Em CETEMO (1998), o eucalipto *grandis* aparece como uma das espécies mais promissoras para a indústria moveleira em função de possuir a maior área plantada dentre as espécies comerciais, apresentar a maior disponibilidade imediata de florestas em idade de corte, destacar-se entre as espécies mais pesquisadas e apresentar uma madeira leve e de boa resistência.

Embora a utilização da madeira de eucalipto na forma de madeira serrada apresente um cenário positivo, tem encontrado algumas resistências do ponto de vista tecnológico e cultural. Do ponto de vista cultural, sua madeira é considerada de qualidade inferior e não é indicada para fins mais nobres. Quanto às restrições tecnológicas, existem problemas de tensões de crescimento que provocam rachaduras e empenamentos durante o desdobro e problemas de secagem, especialmente o colapso (PEREIRA, 1994). Este conceito resulta de experiências realizadas em condições inadequadas, como a escolha errada da espécie, a ausência de tratamentos silviculturais especiais, utilização precoce da madeira e condições precárias de corte, secagem e usinagem.

Ponce (1997) coloca que a produção de madeira serrada de eucalipto de qualidade é possível quando passa pelos seguintes pontos: a) pesquisa de laboratório e de campo; b) testes e ensaios silviculturais e de manejo, objetivando estabelecer métodos de propagação, espaçamento, cronograma de desrama, desbaste e duração da rotação; c) investigação dos melhores métodos de colheita, tratamento de toras, desdobro, secagem, usinagem, colagem e acabamento; d) desenvolvimento de produtos acabados.

Com base na caracterização da madeira de eucalipto é possível sua aplicação racional, principalmente para a construção civil. A seleção apropriada de uma certa madeira, para atender a

¹⁵ As atividades do Projeto de Políticas Públicas financiado pela Fapesp tiveram sua continuidade através do Projeto Inovarural, financiado pela Finep.

um certo uso, requer, antes de mais nada, um conhecimento dos requisitos desse uso¹⁶. Por outro lado, usar a madeira corretamente significa que se encontrou nela as características que um certo produto requer. Ponce (1995), estudando o uso da madeira de eucalipto para diferentes fins, cita que, para certos usos, tais como madeira para construção, embalagens e pallets, as florestas atuais, em princípio, podem ser usadas desde que fatores econômicos como localização, produtividade, demanda e outros, sejam favoráveis. A possibilidade de uso das florestas atualmente existentes para produção de madeira serrada depende da análise de cada situação. São fatores importantes a espécie, a procedência, a história do talhão, seu desenvolvimento e as características tecnológicas e de processamento da madeira.

As experiências em serraria, movelaria, marcenaria, lâminas e compensados, bem como na construção civil, são ainda muito incipientes. As poucas informações disponíveis são fruto de experiências muito restritas, com limitações sérias de suas extrapolações, uma vez que, na maioria dos casos, não se tem um controle rigoroso da matéria-prima e dos parâmetros relativos ao seu processamento. Além disso, a maior parte da madeira que tem sido processada em serrarias provém de povoamentos florestais que não foram inicialmente planejados para a obtenção de uma matéria-prima destinada a esta finalidade.

Quando proveniente de rotações muito curtas e sem as técnicas especiais de manejo silvicultural, a madeira se apresenta, inicialmente, como matéria-prima altamente desfavorável, devido às elevadas tensões de crescimento, grande presença de nós, extrema variabilidade das propriedades físicas e mecânicas, além de elevada proporção de madeira juvenil (SILVA, 2002).

Dependendo da posição do usuário de madeira, o conceito de qualidade pode ter avaliações diferentes de acordo com a utilização final. Para o produtor de madeira, boa qualidade significa uma madeira de dimensões desejáveis, boa forma do tronco, casca pouco espessa, etc. Para o operador de serraria, boa qualidade significa alta taxa de conversão madeira bruta/madeira serrada, baixa quantidade de rachaduras, nós, etc. Para o industrial de móveis, boa qualidade

¹⁶ No caso das janelas os requisitos atribuídos a esta finalidade encontram-se no item 2.5.

significa alta estabilidade dimensional, usinagem e acabamentos desejáveis, etc. Esse quadro revela a dificuldade em estabelecer a qualidade da madeira, no entanto, é imprescindível definir o produto final desejado e o processo de produção a ser utilizado (SILVA, 2000).

Alguns usos tais como fabricação de móveis, esquadrias e molduras são os mais exigentes em termos de qualidade da madeira, tanto em suas propriedades intrínsecas como em relação aos defeitos que possam conter. Por outro lado, usos como embalagens e construção de casas, permitem a utilização de madeiras com certas limitações de qualidade e de propriedades. Segundo Ponce (1997), a utilização de peças com qualidade intermediária¹⁷ poderia ao mesmo tempo oferecer uma possibilidade na diminuição do déficit habitacional, ao permitir o aproveitamento de florestas em estágio de transição da produção de toretes para produção de toras de qualidade para serraria ou laminação. A viabilização dessa transição é essencial para permitir o manejo da floresta de eucalipto, bem como de outras espécies, em rotações mais longas.

A introdução de madeira de plantios florestais, principalmente as espécies de pinus e eucalipto, na produção de componentes com fins mais nobres, como as esquadrias, oferece uma alternativa para os agentes promotores de habitação, adequando as características físicas e mecânicas da madeira às infra-estruturas existentes, visando a redução dos custos e a qualidade do processo e do produto. Aspectos como qualidade, fonte renovável, pesquisa, geração de trabalho e renda podem se inter-relacionar e agregar maior valor ao produto.

Em Rabbat (1988) é possível verificar uma das primeiras colaborações nacionais na investigação e desenvolvimento de pesquisas voltadas para a produção de componentes com espécies exóticas como o pinus e o eucalipto, enfocada na problemática das esquadrias, realizada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT em 1988, na tentativa de ampliar suas possibilidades também para a habitação social, trata-se de um trabalho significativo pela iniciativa de introdução deste debate à literatura nacional.

¹⁷ Peças que podem conter nós e outros defeitos ou características que não comprometem seu desempenho estrutural.

Após um período de dez anos este assunto foi retomado e, em 1998 foi realizada uma pesquisa financiada pela FINEP e desenvolvida pelo Grupo de Pesquisa em Habitação – Ghab (EESC-USP e UFSCar). O projeto intitulado “Otimização do Processo de Fabricação de Esquadrias de Madeira no Centro Produtor da Região Sul e Desenvolvimento de Janelas de Baixo Custo para Habitação Social”, estudou o processo de fabricação de esquadrias de madeira, iniciando pela caracterização do setor florestal e madeireiro se estendendo até a concepção e construção de dois protótipos. O projeto do produto traz inovações tecnológicas no âmbito do material utilizado (madeira de reflorestamento ainda não usada pelo segmento) nos processos de beneficiamento e fabricação (otimização dos processos de usinagem em relação ao uso de máquinas e ferramentas, estudo de secagem e tratamento preservativo da madeira) e no design (estudo de dimensões quanto à ergonomia e atendimento às normas, redesenho do componente e assimilação dos aspectos de custo e desempenho voltados para habitação social). Esta pesquisa foi realizada em parceria com empresas como a Pormade, fabricante de grande porte situada no centro produtor da região sul, e a Madeporto, que viabilizou avaliações com enfoque em pequenas empresas, situada no estado de São Paulo (INO et al. 2003). Foi verificado neste trabalho que a simples mudança das espécies, da madeira nativa para a madeira de reflorestamento, não implica em mudanças significativas no custo final do produto. A baixa exigência de qualidade das janelas colocadas no mercado, tanto na faixa popular como nas demais, também é apontado como um desafio a ser vencido. Outra dificuldade citada é a falta de florestas manejadas especificamente para a produção de componentes construtivos.

A adoção de novas tecnologias depende também da identificação das demandas de construção de habitação de interesse social e da articulação com os agentes promotores, em especial os do setor público. A adoção de componentes alternativos como as esquadrias de madeira de plantios florestais, depende da sensibilização e capacitação continuada de diferentes tipos de personagens entre eles: arquitetos, engenheiros e marceneiros, também o usuário final deve ser conscientizado

quanto à adoção de novos materiais, com o manuseio adequado e a manutenção necessária do componente.

A escassa bibliografia levantada referente às esquadrias de madeira de plantios florestais mostra que o conjunto de experiências já vivenciadas no Brasil, embora significativas, ainda se revela tímidas e incipientes, esse cenário também é verificado com relação às madeiras nativas. O quadro atual mostra-se como uma grande oportunidade de dar continuidade às pesquisas referentes ao componente como forma de ampliar as possibilidades de utilização da madeira proveniente de plantios florestais.

Nota-se também nos trabalhos realizados até então poucos exemplos de experiências reais tanto no uso como na fabricação de esquadrias de madeira de plantios florestais, principalmente voltadas para habitação social; a literatura nacional não aponta exemplos de produção em larga escala, que dariam uma quantidade maior de subsídios para uma análise mais precisa da viabilidade técnica e econômica de fabricação destes componentes. Neste sentido, a intervenção desenvolvida na marcenaria em Pirituba II, pode trazer contribuições significativas ao contemplar questões ainda não estudadas quando aplicadas simultaneamente. A experiência em sua íntegra está detalhada no Capítulo 3 seguida da análise dos resultados no Capítulo 4.

2.4. AS RELAÇÕES EXISTENTES ENTRE O DESEMPENHO DAS JANELAS E AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA

O conceito de desempenho é um instrumento com o qual é possível avaliar soluções inovadoras para o edifício e suas partes, tendo como função satisfazer as *exigências do usuário* de acordo com as *condições de exposição* às quais o componente está submetido. A utilização do conceito implica em definir quais as condições a serem satisfeitas pelo produto, tanto em nível qualitativo como

quantitativo, quando submetido às condições normais de uso, deixando nítido o método para sua avaliação quanto à satisfação das condições estabelecidas.

Deve ser salientado que a correta identificação das exigências do usuário é uma das bases fundamentais para a aplicação do conceito de desempenho que, segundo Souza (1983), dependendo da especificidade do caso estudado, devem ser levados em consideração os seguintes aspectos:

- a) As limitações e peculiaridades de cada região e população à qual se destina o edifício;
- b) Os recursos disponíveis para a execução do edifício, sejam eles financeiros ou tecnológicos;
- c) Que dentre as exigências humanas há aquelas de caráter absoluto e que devem ser satisfeitas integralmente a partir de mínimos aceitáveis e aquelas de caráter relativo, para as quais é possível estabelecer uma correlação entre os níveis de satisfação e os custos associados.

O produto, dependendo da natureza de sua constituição reagirá de determinada forma frente às condições de exposição, e isso acontecerá com cada uma das exigências do usuário, a esta ação resultante Souza (1983) denomina de *desempenho do produto*.

Os principais agentes que podem atuar sobre o edifício podem ser classificados quanto a sua natureza e origem como: agentes mecânicos; agentes eletromagnéticos; agentes térmicos; agentes químicos e agentes biológicos.

Ao versar o edifício como o produto cuja função é satisfazer as exigências do usuário mediante as condições de exposição, é possível subdividi-lo em partes, para as quais também são atribuídos um conjunto de funções, como o caso das *janelas*. A janela possui um caráter diferente das demais partes da envoltória, pois além da função de vedação, impedindo a entrada de água de chuva e contribuindo com a isolamento acústica e térmica do edifício, é também uma abertura, permitindo a iluminação dos ambientes interiores e o contato visual com o ambiente externo.

Quanto às exigências do usuário, de acordo com a relação indicada na ISO 6241: 1984, ISO 7162: 1992 e pela obra de Souza (1983), serão consideradas neste trabalho as seguintes como principais e aplicáveis às janelas de uso habitacional, com algumas adaptações realizadas pela autora:

- 1- Conforto antropodinâmico
- 2- Segurança ao fogo
- 3- Economia
- 4- Adequação Ambiental¹⁸
- 5- Conforto higrotérmico
- 6- Conforto acústico
- 7- Conforto visual
- 8- Segurança estrutural
- 9- Estanqueidade
- 10- Segurança quanto à utilização
- 11- Durabilidade

As solicitações provocadas pelos agentes externos condicionam os isolamentos térmico e acústico a uma determinada resposta frente às ações produzidas pela chuva e o ar, assim como conduz o próprio material a uma resposta segundo suas características físicas/mecânicas e sua durabilidade natural ou induzida (PERAZA, 2000). Outras condições as quais o componente pode também ficar exposto são aquelas ocasionadas por fenômenos de origem accidental, como incêndios e tentativa de intrusão, além de agentes agressivos que possam levar à deterioração de seus materiais constituintes.

O desempenho das janelas pode ser determinado quantitativamente por meio de métodos de avaliação, que permitem com técnicas uniformes verificar se o produto atende aos critérios para ele fixados. Os métodos de avaliação podem ser feitos por ensaios e medidas em laboratório, cálculos determinando a estimativa do comportamento do material ou componente e também pelo julgamento realizado por um especialista (SOUZA, 1982).

¹⁸ Pode-se considerar o item Adequação Ambiental, como uma nova exigência do usuário verificada nas últimas publicações sobre Requisitos de Desempenho, que segundo Gonçalves, John e Picchi (2003) encontra-se no: CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMANT, 1998, Austrália. **Development of the CIB proactive program on performance based building codes and standards**. BCE Doc 98/232. Austrália, Nov. 1998.

As exigências de desempenho da janela estão intimamente relacionadas com a capacidade de resistência do componente e de seus materiais constituintes para as situações mais adversas. Ao considerar o material madeira como objeto de análise, é possível estabelecer algumas relações entre as propriedades deste material e os requisitos de desempenho que o componente deve atender para garantir um bom nível de funcionamento ao usuário, observando-se quais os agentes que comprometem suas condições de utilização. Dentro desta lógica das exigências do usuário supracitadas, foram identificadas algumas como aquelas que possuem ligação direta às características físicas e mecânicas do material: *Resistência Estrutural*, *Resistência aos esforços devidos ao uso*, *Estanqueidade ao ar e à água* e *Durabilidade*, já que para as demais exigências citadas, além de existir a necessidade de serem avaliadas com as demais partes e espaços do edifício, o material não exerce influência direta sob seu desempenho.

De acordo com as considerações de Beckett e Godfrey (1978) e Souza (1983) é possível derivar para cada uma das exigências do usuário determinados requisitos de desempenho. Para efeito desta pesquisa serão detalhados com maior profundidade aqueles que apresentam relação direta com o material constituinte, sendo eles os requisitos 8, 9, 10 e 11.

1) Requisitos relativos ao conforto antropodinâmico

Refere-se ao conforto que deve ser proporcionado ao usuário nas operações de manobra, devendo sua concepção e execução serem de tal forma que as operações de abertura e seus dispositivos de fechamento e movimentação não exijam esforços excessivos por parte do usuário.

2) Requisito relativo à segurança ao fogo

Neste requisito a janela pode ser um recurso de emergência nos casos de salvamento em um incêndio. Para diferentes tipos de edifício, os regulamentos impostos pelo corpo de bombeiros estabelecem tanto trajetórias como aberturas específicas para estes casos, onde as janelas não estão inclusas como saídas de emergência, comportando-se como uma segurança adicional. A

contribuição dos materiais constituintes à propagação do fogo está ligada apenas à geração de fumaça e gases tóxicos.

3) Requisitos relativos à economia

Quanto a este requisito as exigências referem-se à limitação dos custos de manutenção e reposição das partes da janela. Pode ser também ressaltado, quanto aos custos de operação do edifício, os relativos à economia de energia elétrica, quando se lança mão dos recursos da iluminação natural.

4) Adequação Ambiental

Refere-se ao impacto ambiental provocado pela cadeia produtiva do componente e ao longo de sua vida útil.

5) Requisito relativo ao conforto higrotérmico

Neste requisito devem ser levadas em consideração as condições climáticas do local de implantação do edifício, a fim de se estabelecer sua contribuição nos processos de perdas e ganhos de calor e de ventilação nas situações de inverno e verão. Estão diretamente ligados a este requisito:

- Resistência térmica – de acordo com a região e com o projeto a janela deve apresentar uma resistência térmica tal que evite perda de calor no interior do edifício, de forma a contribuir para manter o equilíbrio do ar em níveis aceitáveis.
- Fator solar – de acordo com cada região a janela deve apresentar valores de fator solar de maneira a evitar o ganho excessivo de calor, mantendo a temperatura ambiente em níveis agradáveis.
- Ventilação – a janela deve apresentar mecanismos reguláveis que permitam controlar a ventilação interna do ambiente, a fim de manter o conforto higrotérmico e contribuir com taxas adequadas para evitar a condensação e manter a purificação do ar.

- Condensação – é a aparição de umidade em uma superfície, produzida quando a temperatura da superfície fica abaixo do ponto de orvalho do ar em contato com ela; definindo o ponto de orvalho como a temperatura na qual o ar deverá esfriar para saturar-se, sem aumento da água que já contém. As janelas devem apresentar dispositivos de recolhimento e escoamento de água condensada para o exterior do edifício.

6) Requisito relativo ao conforto acústico

A janela neste requisito deve ser considerada com os demais componentes da envoltória do edifício, em função do projeto e das condições de ruído característicos do local de implantação.

A janela trata-se de um componente acusticamente débil da envoltória, devido à sua leveza e ao grande número de frestas que possui. Os requisitos específicos a serem atendidos diz respeito à:

- Isolação acústica – deve apresentar em função das condições de ruído local, uma isolamento acústica tal que contribua para manutenção de níveis sonoros aceitáveis para a realização das atividades internas do edifício.
- Vibrações – a janela deve apresentar dispositivos que permitam a absorção das vibrações de suas partes, as quais possam prejudicar o conforto acústico dos usuários.

7) Requisitos relativos ao conforto visual

Deve ser considerada em função do projeto específico do edifício e em conjunto com os demais componentes e o sistema de iluminação artificial. A medida da contribuição da janela para a passagem da luz natural se dá por meio do conhecimento do coeficiente de luz diurna do ambiente a que esta se destina. Este item deve atender:

- Iluminação – onde a janela deve permitir a passagem da luz natural de forma a contribuir para que o ambiente atinja os níveis mínimos de iluminância exigidos nos planos de trabalho.
- Proteção contra a entrada de luz natural – a janela destinada a dormitórios deve possuir dispositivos tais que seja possível controlar, quando necessário, a entrada de luz natural, limitando a iluminância.

- Aspecto – as superfícies da janela devem ser regulares e sem deformações aparentes.

8) Requisitos relativos à segurança estrutural

Nos trabalhos de Beckett e Godfrey (1978) e Souza (1983) verifica-se que, embora as janelas não possuam uma função estrutural no edifício, devem possuir resistência suficiente para resistir quando fechadas, as máximas pressões ou sucções provocadas pelas rajadas de vento e, quando abertas, aos golpes que seus elementos móveis estão expostos sob as mesmas ações. Devem também ser capazes de agüentar tais pressões e choques acidentais durante toda sua vida útil após a instalação. Para cumprir estes requisitos, as janelas devem gozar não só da resistência oportuna, mas também do grau de rigidez que evite deformações do componente e suas partes. A limitação da flexão a baixas cargas é importante para proteger o vidro e prevenir deteriorações e perdas de estanqueidade nas juntas entre janela/parede devidos aos eventuais movimentos do quadro. Deve-se também evitar que as janelas apresentem movimentos acentuados para não transmitir uma sensação desagradável aos usuários da edificação.

Serão abordadas neste item as cargas uniformemente distribuídas provenientes das ações dos ventos e dos esforços introduzidos pelos demais componentes do edifício.

a) Critério relativo à resistência a cargas de vento (Normas UNE-EN 12210 (classificação) e UNE-EN 1221 (ensaio) / NBR 10821 – 2000; NBR 6123 (classificação) e NBR 6487 (ensaio)).

Segundo Peraza (2000), a ação dos ventos sobre os edifícios se transformam em esforços de pressão ou sucção sobre a superfície envidraçada, que são transmitidas à fachada por meio dos perfis das folhas e pelos marcos das janelas. Estes perfis devem suportar os esforços transmitidos nas seguintes condições:

- Deformação: o perfil mais desfavorável não deve estar sujeito a deformações superiores a determinados limites;
- Funcionamento correto após ciclos repetidos de pressão ou sucção;

- Segurança frente a uma pressão máxima instantânea. (durante os ensaios a amostra permanece fechada e não são desprendidos nenhum de seus elementos).

São vários os fatores que influenciam no cumprimento destes requisitos no caso das janelas de madeira, alguns deles podem ser citados como:

- Esquadro dos perfis;
- Rigidez das ferragens, principalmente nos pontos de embutimento das ferragens de fechamento;
- Colocação adequada das ferragens.

A resistência de uma determinada janela à ação do vento depende de sua localização, quer dizer, da localização geográfica, do entorno da construção, da altura do edifício onde está situado e sua orientação.

De acordo com Beckett e Godfrey (1978), com relação à direção dos ventos, existe um valor médio que se considera como direção predominante, mas muitas vezes ocorrem mudanças bruscas que fazem com que sua direção seja invertida por completo. Do mesmo modo, a velocidade do vento varia esporadicamente em um terreno muito amplo, podendo ser alcançados em um curto período de tempo desde níveis baixos até a velocidade máxima.

A velocidade do vento depende, como já foi mencionado, da altura da edificação sobre o nível do terreno, aumentando sua velocidade de acordo com a altura e se o terreno está ocupado total ou parcialmente. As pressões eólicas em qualquer ponto de um edifício, não só depende da velocidade do vento a uma determinada altura e de sua direção, mas também da forma do edifício, das características da superfície exposta ao vento e da presença de construções vizinhas.

Dependendo do tipo de fluxo de ar sobre o edifício, este pode vir a ser negativo, correspondendo ao efeito de sucção. No caso das janelas o efeito de sucção torna-se mais perigoso que a pressão, sendo neste caso muito importante que em algumas tipologias de janela onde a abertura das folhas é realizada para o exterior estes elementos sejam solidarizados em todo o seu contorno quando fechados.

Segundo Beckett e Godfrey (1978) e Souza (1983), para a quantificação das máximas pressões de vento atuantes sobre o edifício e suas partes, a maior parte das metodologias adotadas partem da velocidade básica do vento (V_o), que é a velocidade de uma rajada de 3 segundos, excedida na média uma vez a cada 50 anos, medida a 10 metros acima do nível do terreno, com coeficientes que consideram a topografia local, a rugosidade do terreno, a altura do edifício e a posição da janela no mesmo, sendo a máxima pressão de vento expressa em função deste conjunto de variáveis.

Ainda em Beckett e Godfrey (1978) e na norma brasileira NBR 10821/2000, o valor da pressão exercida pelo vento é expresso pela fórmula $q=0,613 V_k^2$, onde q se mede em N/m^2 e V_k em m/s .

Onde:

q = pressão dinâmica do vento em Pa

V_k = Velocidade característica do vento em m/s . Dada pela relação: $V_k = V_o \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$

Sendo:

V_o = Velocidade básica do vento. Este valor é expresso por meio das isopletras que, no caso brasileiro são divididas em cinco regiões distintas, de acordo com a Figura 16;

Figura 16. Isopletras da velocidade básica do vento que delimitam as regiões do Brasil para fins de verificação da resistência a cargas de vento e estanqueidade à água.

Fonte: NBR 10821/2000, adaptado pela autora.

S_1 = Fator topográfico que leva em consideração as grandes variações locais na superfície do terreno, conforme indicados na Tabela 3.

Tabela 3 – Fator topográfico de correção.

Topografia	S_1
Vales profundos, protegidos de todos os ventos	0,9
Encostas e cristas de morro em que ocorre aceleração do vento. Vales com efeito de afunilamento	1,1
Todos os casos, exceto os citados acima	1,0

Fonte: NBR 10821/2000 e NBR 6123.

S_2 = Fator de correção que considera a influência da rugosidade do terreno, das dimensões da edificação e de sua altura sobre o terreno, dado obtido na Tabela 4.

Tabela 4 - Fator de correção.

Altura acima do terreno z (m)	Categoria											
	I			II			III			IV		
	classe			classe			classe			classe		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
≤ 5	1,06	1,04	1,01	0,94	0,92							
10	1,10	1,09	1,06	1,00	0,98							
15	1,13	1,12	1,09	1,04	1,02							
...	...	...	...	...	...							
...	...	...	...	...	...							
450	-	-	-	-	-							
500	-	-	-	-	-							

Fonte: NBR 10821/2000 (tabela incompleta, verificar norma citada) e NBR 6123.

S_3 = Fator probabilístico, ver Tabela 5.

Tabela 5 – Fator probabilístico S_3 .

Grupo	S_3	Características
1	1,10	Edifício cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, centrais de comunicação, etc.)
2	1,00	Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de comunicação.
3	0,95	Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, etc.)
4	0,88	Vedações (telhas, vidros, painéis de vedação, etc.)
5	0,83	Edifícios temporários. Estruturas dos grupos de 1 a 3 durante a construção.

Fonte: NBR 10821/2000 e NBR 6123.

As flexões das partes da janela devem ser objeto de limitação. A norma brasileira NBR 10821/2000 apresenta como valor máximo de deflexão $1/175$ do vão, não admitindo em nenhum caso deflexão com valor superior a 20mm em qualquer um de seus perfis. Ainda segundo a mesma norma, para cada região do país são indicados valores de pressão diferenciados, de acordo com a Tabela 6, para cada classe de janela requerida tanto para projeto como para a realização dos ensaios em laboratório.

Tabela 6 – Classificação das janelas de acordo com a carga de vento.

Classe	Região do país	Pressão de Projeto (P_p)	Pressão de sucção ($P_e \times 0,8$)	Pressão de ensaio ($P_e = P_p \times 1,5$)
Residência unifamiliar ou comercial simples até 2 pavimentos Normal	I	300	350	450
	II	400	500	600
	III	550	650	800
	IV	650	800	950
	V	850	1000	1250
Residencial ou comercial simples – até 4 pavimentos ou 12m Melhorada	I	450	550	650
	II	600	700	900
	III	800	950	1200
	IV	1000	1200	1500
	V	1200	1450	1800
Comercial pesada ou edifício residencial com mais de 5 pavimentos Reforçada	Todas as regiões	Calcular conforme NBR 6123	Calcular conforme NBR 6123	Calcular conforme NBR 6123
Arquitetura Especial (shopping, indústrias, hospitais) Excepcional	Todas as regiões	Calcular conforme NBR 6123	Calcular conforme NBR 6123	Calcular conforme NBR 6123

Fonte: NBR 10821/2000.

b) Critério relativo à resistência aos esforços introduzidos pelos demais componentes do edifício

O componente e seu sistema de fixação, devem ser concebidos e executados de tal maneira que seja possível absorver os esforços introduzidos pelos demais componentes do edifício (flexão de vigas, lajes e recalques da fundação), provenientes da movimentação dos mesmos ao longo do tempo, sem que haja deformações de suas partes ou que seu perfeito funcionamento e aparência estética normal sejam prejudicados. Neste sentido a estrutura dos batentes deve ser suficientemente rígida e o desenho da janela deve prever juntas de tolerância nos encontros das folhas e batentes para que eventuais deformações do batente sejam absorvidas pelo conjunto.

No requisito de desempenho estrutural foram considerados estes dois critérios de resistência: *quanto à ação dos ventos e aos esforços e movimentos da estrutura e partes da edificação*, como aqueles diretamente ligados às características físicas e mecânicas do material constituinte, no item 2.4 será feito um indicativo do tipo e propriedades solicitadas neste requisito e quais as características da madeira deveriam ser levadas em consideração em cada um deles.

9) Segurança quanto à utilização

Neste requisito a janela é solicitada pelos esforços aplicados durante sua utilização, não devendo apresentar deformações permanentes ou rupturas de suas partes, para que seu bom funcionamento não seja prejudicado. Os esforços devidos ao uso podem ser provenientes de dois tipos de ações:

- As ações repetidas de abertura e fechamento que atuam ao longo da vida útil da janela e que podem provocar desgastes em seus mecanismos móveis, alterando seu comportamento ao longo do tempo. O número de ciclos completos de abertura e fechamento a que a janela é submetida durante sua vida útil, denominado segundo Souza (1983) de *ciclos de utilização*, está diretamente ligado à tipologia da janela e ao uso do edifício no qual está instalada.
- As ações acidentais introduzidas pelo usuário durante o manuseio da janela ou em eventuais problemas de operação como emperramentos de seus elementos móveis e pela presença de obstruções que impeçam a movimentação livre de suas folhas. Estas ações também dependem do tipo de janela e do tipo de uso do edifício: ações que introduzem esforços de flexão na folha da janela e suas partes, que podem provocar o arrancamento do sistema de fixação das folhas ao marco das janelas.

Os critérios de desempenho para o requisito de resistência aos esforços devidos a sua utilização, são formulados considerando-se em particular cada tipologia, de acordo com o movimento de suas folhas durante as operações de abertura e fechamento.

A Tabela 7 traz as principais tipologias de janela e os esforços atuantes em cada uma delas, os critérios aplicados baseiam-se no trabalho de Souza (1983) e na norma brasileira NBR 10821/2000. Os dados e procedimentos referem-se à realização dos ensaios em laboratório:

Tabela 7 – Algumas tipologias de janela e os principais tipos de ensaios realizados.

Tipologias	(1) Resistência à Torção	(2) Arrancamento das articulações	(3) Resistência à flexão	(4 e 5) Resistência no plano da folha, com 1 e 2 vértices imobilizados	(6) Resistência à carga vertical no plano da folha	(7) Comportam ento sob ações repetidas de abertura e fechamento
Janela de Abrir						Figuras 1 e 2
Janela Pivotante						Figuras 1 e 2
Janela Maxim-ar						Figuras 1 e 2
Janela de correr						Figura 4

Legenda:

1- Resistência à torção - Estando a folha (ou folhas) da janela fechada e com um de seus vértices mais distantes do

eixo de rotação e do puxador imobilizado, a janela deve resistir a uma carga de 400N aplicada no puxador da folha e com o sentido que tenda a promover sua abertura, sem que ocorra ruptura de suas partes ou deformações permanentes.

2- Arrancamento das articulações - Estando a folha (ou folhas) em posição aberta a 7° e calçada de uma cunha colocada em sua parte inferior, junto ao seu eixo de rotação, esta deve resistir a uma carga de 200N, aplicada no puxador ou posição equivalente, no sentido que promova seu fechamento.

3- Resistência à flexão - A janela com sua folha (ou folhas) em posição intermediária entre a posição de abertura total e a posição de fechamento total; sujeita a uma carga de 400N perpendicular ao plano da folha e aplicada no puxador no sentido do interior para o exterior e vice-versa, não deve apresentar ruptura de suas partes ou deformações permanentes que prejudiquem seu funcionamento normal. A norma brasileira estabelece uma deflexão máxima no ponto de atuação da carga de 1/150 de seu comprimento.

4- Resistência à carga horizontal no plano da folha, com um vértice imobilizado - A janela com sua folha (ou folhas) na posição intermediária entre a posição de abertura total e a posição de fechamento total, com um de seus vértices menos distantes em relação ao puxador imobilizado, sujeita a uma carga de 400N aplicada no puxador no sentido de fechamento e em seguida no sentido da abertura, não deve apresentar ruptura de suas partes ou deformações permanentes.

5- Resistência à carga horizontal no plano da folha, com dois vértices imobilizados - A janela com sua folha (ou folhas) na posição intermediária entre a posição de abertura total e a posição de fechamento total, com os dois vértices menos distantes do puxador imobilizados, sujeita a uma carga de 400N aplicada no puxador no sentido de fechamento e em seguida no sentido de abertura, não deve apresentar ruptura de suas partes ou deformações permanentes que comprometam seu funcionamento normal.

6- Resistência à carga vertical no plano da folha - Estando a folha (ou folhas) da janela formando um ângulo de 90° com o plano que contém o marco ou, caso não seja possível, na posição correspondente ao seu ângulo máximo de abertura, a janela deve resistir a uma carga vertical de 400N aplicada no vértice inferior da folha mais afastado do eixo de rotação, sem que ocorra ruptura de suas partes ou deformações permanentes que prejudiquem seu funcionamento normal.

7- Comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento - Aplicando-se, quando da abertura uma força máxima de 100N e quando do fechamento uma força máxima de 50N, a janela após ser submetida a 10 000 ciclos completos de abertura e fechamento não deve apresentar ruptura de suas partes ou deformações e exigir forças de abertura e fechamento maiores que 100N e 50N, respectivamente.

Fonte: Adaptação realizada a partir da norma NBR 10821/2000.

10) Estanqueidade

Os requisitos de estanqueidade a serem atendidos pelas janelas são os relativos ao ar e à água, não sendo permitido que o edifício quando totalmente fechado tenha uma permeabilidade a estes dois fatores a ponto de prejudicar as condições de conforto do usuário. Este assunto será detalhado nos dois sub-itens que seguem:

a) Estanqueidade ao ar (Normas UNE-EN 12207 – classificação; UNE-EN 1027 – ensaio; NBR 10821/2000 (classificação) e NBR 6485 (ensaio))

Segundo Peraza (2000), a permeabilidade ao ar de uma janela é a propriedade de uma janela deixar passar o ar quando se encontra submetida a uma pressão diferencial. Atualmente a permeabilidade ao ar se avalia mediante dois parâmetros: superfície total do elemento ensaiado

($\text{m}^3/\text{h.m}^2$) e metros lineares de juntas de abertura ($\text{m}^3/\text{h.m}$). A permeabilidade do ar tem uma grande importância e deve ser tal que as perdas de calor devidas às frestas, assim como as correntes de ar eventualmente formadas, não prejudiquem as condições de conforto higrotérmico do usuário.

É preferível, de acordo com Beckett e Godfrey (1978), não confiar nas infiltrações residuais da janela como ventilação durante o inverno, fazendo com que suas juntas sejam as mais herméticas possíveis quando a janela está fechada, ou possibilitar que o ar para a necessária ventilação seja obtido por outros mecanismos. Em particular, convém que não seja produzido infiltração de ar nas janelas através das juntas, principalmente em edifícios com ar condicionado, porque toda adição de ar natural aumenta a carga do condicionamento e, com ela, os custos.

No caso da estanqueidade, o problema da infiltração do ar depende diretamente do desempenho das juntas. A infiltração que se produz nas juntas de janela/parede ou ao redor das arestas das placas de vidro são na maior parte das vezes resultado da má execução ou manutenção deficiente e não cabe atribuir-los ao projeto ou a sua manufatura.

No caso brasileiro, recomenda-se que as condições de conforto higrotérmico sejam alcançadas sem a necessidade da utilização de sistemas de aquecimento artificial, mas sim, tirando o máximo proveito do projeto e das características dos materiais do edifício adequando-o ao clima da região onde é construído. Neste sentido, é recomendável que a quantidade de ar que penetra pela janela quando fechada, seja o menor possível de acordo com as limitações tecnológicas com que foi executada.

A classificação das janelas segundo a norma europeia UNE EN 12207, em função de sua permeabilidade ao ar, leva em consideração a superfície total aberta¹⁹ do elemento ensaiado

¹⁹ Deve ser entendida por **área aberta da janela** a soma das áreas de todas as suas partes móveis, não considerando as sobreposições.

(m³/h.m²) e os metros lineares de juntas abertas²⁰ (m³/h.m) de acordo com as Tabelas 8 e 9, estabelecendo as seguintes classes:

Tabela 8 - Permeabilidade ao ar de referência a 100Pa e pressões máximas de ensaio relacionadas com a superfície total.

Classe	Permeabilidade ao ar de referência a 100Pa (m ³ /h.m ²)	Pressão máxima de ensaio (Pa)
0	Não ensaiada	
1	50	150
2	27	300
3	9	600
4	3	600

Fonte: UNE EN 12207 apud Peraza (2000).

Tabela 9 - Permeabilidade ao ar de referência a 100Pa e pressões máximas de ensaio relacionadas com o comprimento de juntas abertas.

Classe	Permeabilidade ao ar de referência (m ³ /h.m)	Pressão máxima de ensaio (Pa)
0	Não ensaiada	
1	12,5	150
2	6,75	300
3	2,25	600
4	0,75	600

Fonte: UNE EN 12207 apud Peraza (2000).

Deve ser salientado que os valores apresentados acima partem de uma realidade onde a estação referente ao inverno é extremamente rigorosa e as exigências de conforto higrotérmico são satisfeitas fazendo-se uso de sistemas de aquecimento artificial. A norma brasileira NBR 10821/2000 estabelece de acordo com a região do país a classe de utilização das janelas e a permeabilidade ao ar tolerável para cada uma delas conforme a Tabela 10 abaixo:

Tabela 10 – Classe de Utilização de acordo com a permeabilidade ao ar.

Tipo de ambiente	Localização – Estado do país	Classe de utilização	Exigência de permeabilidade ao ar
Condicionada ou climatizada	Qualquer Estado	Normal ou melhorada	Resistência térmica mínima 0.15m ² K/W. Vazão máxima de 5m ³ /h . metro linear de juntas abertas , sob uma pressão de 30 Pa.
		Reforçada ou excepcional	Resistência térmica mínima 0.15m ² K/W. Vazão máxima de 5m ³ /h x metro linear de juntas abertas, sob uma pressão de 50 Pa.
Não condicionada ou não climatizada	São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul	Normal ou melhorada	Velocidade do ar ≤ 0,5 m/s a uma distância de 2 cm da janela quando submetido a 30 Pa.
		Reforçada ou excepcional	Velocidade do ar ≤ 0,5 m/s a uma distância de 2 cm da janela quando submetido a 50 Pa.

²⁰ Deve ser entendido por **comprimento das juntas abertas da janela** a soma dos comprimentos dos encontros entre as partes móveis, não se considerando folhas sobrepostas e dos encontros entre as partes móveis e fixas.

Outros Estados	Qualquer classe de utilização	Não há exigência
----------------	-------------------------------	------------------

Fonte: NBR 10821/2000.

b) Estanqueidade à água (Norma UNE-EN 12208 – classificação; UNE-EN 1027 – ensaio; NBR 10821/2000 (classificação) e NBR 6486 (ensaio))

Segundo Peraza (2000), a estanqueidade à água de uma janela se define como a capacidade de uma janela fechada em evitar infiltrações de água, entendida esta como a penetração contínua e intermitente de água em contato com elementos da construção não previstos para serem molhados. Esta definição permite a presença de água nos caixilhos inferiores de uma janela de correr, desde que a água acumulada não molhe outros elementos internos. O grau de estanqueidade depende, entre outros, dos seguintes fatores:

- Posição da junta de estanqueidade e seu estado de conservação;
- Câmara de descompressão e canalização da água. Número de orifícios e forma de deságüe da água acumulada;
- Curvatura dos perfis.

Em geral, segundo Beckett e Godfrey (1978) e Souza (1983), a estanqueidade da janela deve impedir a água proveniente das chuvas, em quantidades que prejudiquem as condições de higiene e durabilidade dos locais por ela protegidos. Os fatores climáticos intervenientes na penetração de água pela envoltória do edifício são dois: as precipitações de chuva e o vento, e só há relevância quando ocorrem simultaneamente, pois é o vento que desvia a chuva de sua trajetória vertical e lança suas gotas contra os elementos da envoltória, já que a entrada de água se dá pelas frestas mal vedadas do componente ou que se abrem quando este se deforma sob a ação do vento.

A fim de possibilitar a exclusão efetiva da água das chuvas em uma janela, Beckett e Godfrey (1978), estabelece alguns princípios que devem ser satisfeitos no desenho destes componentes:

1- Sendo a maior parte da água que se choca com a face externa a mesma que se infiltra no interior do ambiente, é interessante observar o alinhamento da fachada e o grau de exposição das

janelas. A água que escorre pelo paramento externo pode desviar-se dos vãos mediante recursos complementares.

2- Os paramentos externos nos quais a água pode reter-se devem ser reduzidos de tamanho quando possível de maneira a evitar que a água fique acumulada nas peças horizontais, propondo mecanismos para o seu escoamento. A acumulação de água afeta diretamente a durabilidade e a funcionalidade do componente.

3- Não deve existir juntas retas ao redor das folhas móveis, por meio destas a água das chuvas pode ser diretamente orientada. As juntas devem possuir obstáculos no sentido da espessura da janela, podendo ser peças adicionais ou rebaixos no perfil (ver Figura 3 e 4).

4- Não são toleráveis juntas estreitas que possibilitam a absorção da água por capilaridade, sendo facilmente conduzida para dentro do ambiente por meio da pressão eólica. As superfícies que possuem potencial trajetória para a infiltração capilar devem ser dotadas de relevos no sentido da espessura da janela, interceptando a água que pretende penetrar (ver Figura 3 e 4).

5- A penetração do ar deve ser restringida o suficiente para evitar que a água seja arrastada pelo movimento do ar.

6- Se ocorrer infiltração através da face externa, esta deve ser conduzida para fora o quanto antes. Qualquer vão (câmara) interno(a) nas juntas deve ser ventilado(a) por fora e se selará a infiltração de ar por dentro. Isso ocorre ao possibilitar que a pressão interna do vão seja a mesma do exterior, estabelecendo-se uma diferença de pressão que induz a saída da água do vão (ver Figura 5).

Souza (1983), coloca que um outro aspecto a ser observado quanto à estanqueidade à água, diz respeito ao tipo de vazamento que se admite quando a janela é submetida às pressões de vento. Destacam-se dois tipos: o **vazamento**, caracterizado pelo aparecimento de pequenas gotas de água na face interna da janela (*“leakage”*) e o **escorrimento**, caracterizado pelo aparecimento de um filete de água contínuo e abundante na face interna da janela (*“gross leakage”*). Devem ser estabelecidos os limites aceitáveis para o requisito de estanqueidade à água de janelas, levando-se

em consideração além da pressão de vento atuante e da vazão incidente, o tipo de vazamento que não se admite.

Vários métodos eram adotados para avaliação da estanqueidade por meio de ensaios, que se diferenciavam de acordo com os institutos de pesquisa onde eram realizados e pela quantidade de dados meteorológicos sobre precipitações e ventos disponíveis. Com o passar dos anos a comunidade europeia procurou unificar e padronizar os métodos de ensaio em laboratório, passando a utilizar a distribuição das janelas em classes, de acordo com valores de resistência aos ensaios a que era submetida, desta forma procurou-se contemplar as diferentes regiões e usuários²¹.

No caso do Brasil, de acordo com a nova norma NBR 10821/2000, também são adotados valores de pressão diferenciados para verificação da estanqueidade à água, de acordo com a região do país. De acordo com esta norma a janela não deve apresentar vazamentos ou escorrimentos quando submetida a uma vazão de água de 4L/min.m², a Tabela 11 estabelece as pressões de ensaio de acordo com cada região do país (ver Figura 11) de acordo com o nível de estanqueidade requerido.

Tabela 11 – Pressões de ensaio para verificação da estanqueidade à água de janelas.

Classe de utilização	Região do país	Pressão de ensaio de estanqueidade à água. Pressão de projeto de vento - $P_p \times 0,15$ (Pa)
----------------------	----------------	--

²¹ Esta metodologia da distribuição das janelas em classes também é utilizada para outros requisitos, como o requisito de utilização.

Residência unifamiliar ou comercial simples – até 2 pavimentos Normal	I	40
	II	60
	III	80
	IV	100
	V	120
Residencial ou comercial até 4 pavimentos ou 12 m Melhorada	I	60
	II	90
	III	120
	IV	150
	V	180
Comercial pesada ou edificação residencial com até 5 pavimentos Reforçada	Todas as regiões	Pressões de ensaio – o maior dos dois valores: $0,15 \times P_p$ (pressão de projeto das cargas de vento) e os valores das pressões da classe Melhorada
Arquiteturas especiais (shopping, indústrias, hospitais) Excepcional	Todas as regiões	Pressões de ensaio – o maior dos dois valores: $0,15 \times P_p$ (pressão de projeto das cargas de vento) e os valores das pressões da classe Melhorada

Fonte: NBR 10821/2000.

No caso da norma brasileira o critério de desempenho quanto à estanqueidade para as janelas pode ter seus números reduzidos em um patamar de pressão, quando atendidas a uma destas condições:

- Existência de proteção de fachada, tais como beirais, pingadeiras, ressaltos e outros detalhes construtivos que evitem o acesso dos fluxos de água de chuva que se formam superficialmente nas fachadas, sobre as janelas;
- Edifícios com fachadas de até 15m de altura e em topografias protegidas da ação direta do vento;
- Janelas especiais com folhas duplas, sendo as folhas exteriores do tipo veneziana, quando estas não constituem o único pano de vedação;

Independente das condições geográficas e do projeto da edificação, todas as janelas devem atender, pelo menos, as condições de ensaio estabelecidas para a região I.

11) Requisito relativo à durabilidade

Neste requisito é colocado, a necessidade do componente janela em manter um desempenho aceitável ao longo de sua vida útil e, especificamente, a necessidade dos materiais constituintes

serem resistentes à ação acelerada de agentes agressivos e compatíveis físico-quimicamente (SOUZA, 1983).

Jonh (1987), coloca que a avaliação da durabilidade por meio da avaliação de desempenho é uma maneira científica de relacionar as exigências do usuário com o efeito degradante que o ambiente tem sobre os materiais, que podem atuar de maneira direta ou em combinação com outros fatores. Os critérios de desempenho podem ser denominados de desempenho mínimo aceitável quando analisada a durabilidade, pois este fator é o ponto crítico na determinação da vida útil.

A medição do avanço da capacidade de desempenho do produto em uso pode ser analisado através dos indicadores de degradação que são propriedades mensuráveis (JOHN et al, 1997).

Com base no ASTM E632-78, a Tabela 12 apresenta uma lista de indicadores de degradação que podem ser verificados por inspeção visual e por medição, onde é possível observar que alguns dos indicadores descritos como mensuráveis podem ser também avaliados por inspeção visual, entretanto, com menor grau de precisão. Para a delimitação dos indicadores de degradação pode-se adotar como forma de avaliação o termo defeito.

Tabela 12 – Listagem de indicadores de degradação.

POR INSPEÇÃO VISUAL	POR MEDIÇÃO	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crescimento de microorganismos ▪ Aparência geral ▪ Pulverulência ▪ Fissura ▪ Separação das fibras ▪ Descolamento ▪ Empolamento ▪ Eflorescência ▪ Rupturas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resistência a abrasão ▪ Molhagem superficial ▪ Módulo de compressão ▪ Permeabilidade ao vapor ▪ Resistência ao descascamento ▪ Resistência a compressão ▪ Resistência ao rasgamento ▪ Propriedade térmica ▪ Propriedade elétrica ▪ Deformação na ruptura ▪ Resistência a flexão ▪ Resistência ao impacto ▪ Resistência à fadiga ▪ Resistência a tração 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resistência ao corte ▪ Módulo de tração ▪ Absorção d'água ▪ Módulo de corte ▪ Dimensões ▪ Cor ▪ Espessura ▪ Reflectância ▪ Névoa ▪ Textura ▪ Dureza ▪ Lavabilidade ▪ Transparência ▪ Aderência

Fonte: ASTM E632-78 apud John (1987) adaptado pela autora.

Os defeitos podem ser analisados em relação: às causas, à evolução no tempo e quanto aos seus resultados. A Tabela 13 abaixo apresenta um resumo quanto à forma de análise dos defeitos:

Tabela 13 – Formas de análise dos defeitos.

Análise	Tipos	Características
Quanto às causas	Externas	Degradação por agentes agressivos externos: podem ser de natureza atmosférica ou do solo.
	Internas	Defeitos originados pelo projeto ou durante seu período de utilização, como: 1) congênitos, na concepção (projeto e planejamento); 2) construtivos, origem na etapa de construção e 3) de utilização, como o uso indevido e a falta de manutenção.
Quanto à evolução no tempo	Estacionário	Quando não há agravamento do seu estado
	Progressivo	Quando há evolução no tempo que pode ser: 1) finito, com o desaparecimento da causa o defeito tende a ser estacionário; e 2) infinito, o defeito se agrava com o tempo.
Quanto às consequências, resultados	Aparência	Defeitos superficiais, de natureza estética
	Segurança	Defeitos que envolvam risco de vida
	Habitabilidade	Diminuição da capacidade funcional do componente e/ou edificação

Fonte: Adaptado à partir de Cremonini (1988 apud Arakaki, 2000, p. 12),

O estudo de durabilidade visando limitar o nível de degradação de materiais e componentes está baseado na caracterização dos fatores de degradação dos materiais empregados, bem como dos mecanismos de degradação associados, pois tratam-se de informações imprescindíveis para o entendimento dos fenômenos que podem diminuir a vida útil das construções (JOHN et al, 1997). Por meio da avaliação e aperfeiçoamento dos sistemas construtivos, constatando-se os defeitos do atual sistema e os motivos de sua existência, aperfeiçoa-se novos componentes sem as imperfeições presentes. Cada situação deve ser analisada, com base nos indicadores de degradação indicados na Tabela 12 e também no conhecimento patológico do material em estudo, porém, de acordo com John (1987), os indicadores de degradação não podem substituir a avaliação do desempenho, constituindo-se em um ferramental que facilita a aplicação do conceito de desempenho na avaliação da durabilidade.

Geralmente a avaliação de durabilidade em sistemas construtivos é realizada através de ensaios, entretanto, é bastante extensa e complexa a verificação do desempenho de todos os materiais e das inúmeras variáveis para o ensaio de envelhecimento acelerado, natural ou em uso. Além disso, os ensaios em laboratório para avaliações de durabilidade envolvem vários aspectos de

difícil determinação. Os fatores de degradação que atuam durante a vida útil da edificação variam consideravelmente de um produto para outro e se alteram ao longo do tempo (IPT, 1998).

Análises em campo, ao invés de prever a vida útil dos materiais e componentes, constata a realidade ou seja, o quanto o material se degrada. Com esta análise é possível ter informação da degradação de materiais em condições reais de exposição, com todos os agentes atuantes inter-relacionados entre si (CREMONINI, 1988).

Esta avaliação pode ser realizada de forma direta pelo usuário (ou técnico) e leva a resultados qualitativos que podem ser expressos em termos numéricos a partir da adoção de escalas de valor, os resultados expressam o grau de satisfação do usuário frente a uma determinada situação.

- Estabelecendo-se as relações entre desempenho das janelas e as características da madeira

Ao considerar o material madeira como objeto de análise, é possível estabelecer algumas relações entre as propriedades do material e os requisitos de resistência que o componente deve atender para garantir um bom nível de desempenho para o usuário.

A maior parte dos ensaios realizados para definição de valores para as características físicas e mecânicas do material madeira estão voltados para a utilização em componentes estruturais. Neste trabalho, para a aferição do comportamento da madeira mediante os esforços gerados no componente janela, foram selecionados quatro requisitos de desempenho voltados para janelas de uso habitacional, dentre os onze já apresentados, de acordo com o critério dos que possuem maior influência pelo material constituinte, sendo eles: *Desempenho Estrutural, de Utilização, Estanqueidade ao ar e à água e Durabilidade*. A Tabela 14 sintetiza estes principais requisitos, os tipos de solicitações e as propriedades físicas e mecânicas da madeira a serem verificadas para cada um deles.

Tabela 14 – Principais requisitos de desempenho de janelas influenciados pelo material constituinte.

Requisito de Desempenho	Tipo de Solicitação	Propriedades Físicas	Propriedades Mecânicas
Item 8 Estrutural	Cargas uniformemente distribuídas	Densidade	
	Esforços advindos da estrutura	Densidade	
Item 9 Utilização	Resistência ao esforço torsor	Densidade	
	Resistência à flexão	Densidade	
	Deformação Diagonal	Densidade	
	Arrancamento das articulações	Densidade	Resistência ao arrancamento
	Ciclos de abertura e fechamento	Densidade	
Item 10 Estanqueidade	Estanqueidade ao ar	Contrações linear e volumétrica	
	Estanqueidade à água	Contrações linear e volumétrica	
Item 11 Durabilidade		Densidade	

A relevância desta síntese apresenta-se durante a escolha de determinadas espécies para esta finalidade, indicando as principais características a serem analisadas de acordo com o tipo de solicitação durante a vida útil do componente como: a densidade e a variação dimensional nas propriedades físicas e a resistência ao arrancamento nas propriedades mecânicas.

Este foi um dos assuntos desenvolvidos em Ino et al. (2003)²² que, na intenção de possibilitar uma base de estudo comparativo, propuseram intervalos com valores que determinada espécie deveria apresentar quando voltada para esquadria, a fim de se obter um bom comportamento diante das principais solicitações que o componente está sujeito. A Tabela 14 apresenta-se como uma nova versão a partir da apresentada no referido trabalho, seu desenvolvimento foi motivado pela hipótese de que determinadas propriedades tenham sido indicadas de forma simplificada merecendo uma reavaliação.

²² A tabela referida também encontra-se no Relatório Finep (Fase Final): **Otimização do processo de fabricação de esquadrias de madeira no centro produtor da Região Sul e desenvolvimento de janelas de baixo custo para habitação social**. Relatório Finep, V. 1, p. 78, 1998.

A partir da relação indicada em Mainieri e Chimelo (1989)²³, foram agrupadas um total de 67 espécies de 200 (ver Anexo A), com características adequadas para esquadrias de acordo com a indicação dos autores, os quais não apresentaram os critérios adotados para esta escolha. Estes dados possibilitaram a organização das principais características sob a forma de faixas de incidência de valores por porcentagem relativa, visando a definição de parâmetros quantitativos para cada uma delas (Figuras de 17 a 19).

Figura 17 – Faixas de Densidade.

Figura 18 – Faixas da Relação T/R.

²³ Mainieri, C.; Chimelo, J. P. **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras**. IPT, São Paulo, 1989.

Figura 19 – Faixas de Contração Volumétrica.

Seguindo os procedimentos utilizados em Ino et al (2003) os gráficos obtidos através das Figuras 17 a 19 permitem levantar que, para cada uma das características há uma faixa constituída por um valor mínimo e um máximo, dentro da qual as espécies de madeira indicadas para esta finalidade estão inseridas. Isto significa que, considerando a janela um componente a ser solicitado dentro das exigências de seu desempenho, deveria ser preferencialmente, executada com espécies de madeira cujas faixas de características físicas e mecânicas estivessem dentro dos limites apresentados pela Tabela 15, sendo desconsideradas incidências abaixo de 10%.

Tabela 15 – Faixas de valores das características físicas e mecânicas considerando incidências acima de 10%, a partir da seleção de espécies de madeira utilizáveis na produção de esquadrias.

Propriedades	Intervalos Finep (1998)*	Intervalos Nova versão
Densidade Aparente (g/cm ³)	0,6 a 1,0	0,63 a 1,03
Relação T/R (contração tangencial/radial)	-	Acima de 1,25
Contração Volumétrica (%)	7,5 a 20,0	7,0 a 17,0

* Referência do trabalho apresentado na nota ²³

Os resultados da Tabela 15 fazem uma contraposição entre os intervalos propostos no trabalho realizado pela Finep em 1998 com os obtidos pela versão que parte de um novo levantamento e sugere novos intervalos, não apresentando grandes discrepâncias.

Esta forma de análise por meio de faixas de incidência, talvez não seja a forma mais correta para a verificação do intervalo ótimo de cada característica, até porque todas estas espécies foram indicadas para a mesma finalidade segundo a Ficha de Madeiras desenvolvida pelo IPT²⁴ que, assim como em outras literaturas, não descrevem os critérios adotados para esta escolha. Desta forma, não seria correto o descarte de algumas delas apenas pela baixa incidência do grupo que apresenta as mesmas características analisadas pela Instituição e publicadas pela mesma. A partir desta reflexão, adotou-se como critério de corte a análise individual para cada característica com base em algumas normas.

Para a densidade, a norma europeia EN 942²⁴ indica que para a fabricação de perfis deve-se utilizar madeira com densidade acima de 450kg/m³ no caso de coníferas e 530kg/m³ para folhosas, mas não fazem a indicação dos valores máximos, os quais se muito elevados podem dificultar o processo de usinagem das peças e comprometer a facilidade de manuseio dos componentes. Segundo a Figura 17 a maior parte das espécies analisadas e indicadas para esquadrias apresentam valores acima dos estipulados por esta norma, dentro de um intervalo aceitável.

As variações dimensionais devidas à retração e ao inchamento acontecem em diferentes proporções nas principais direções de ortotropia, sendo praticamente desprezíveis na direção longitudinal, mais acentuadas na direção radial e máximas na direção tangencial. A diferença entre as porcentagens de retração radial e tangencial é um dos fatores responsáveis pelo aparecimento de vários defeitos como trincas, empenos, rachaduras de topo e outras advindas da etapa de secagem. Para usos que envolverem a estabilidade dimensional da madeira, a mais recomendável é aquela que apresentar a menor taxa T/R, sendo recomendáveis espécies que apresentem esta

²⁴ EN 942 Norma Europeia que estabelece algumas características para a madeira maciça destinada à fabricação de perfis.

relação abaixo de 1,5 (PANSHIN; DE ZEEUW, 1980). Devido a isso, a Figura 18 apresenta as relações T/R para as espécies analisadas em substituição aos gráficos de contração radial e tangencial isoladamente. As informações contidas na Figura 18 mostram que apenas 21% das espécies indicadas como adequadas para esquadrias possuem os valores T/R abaixo de 1,5 e a maior parte das espécies possuem seus valores dentro do intervalo 1,6 a 2,1. Estes resultados levam a questionamentos acerca dos critérios adotados para a indicação destas espécies quando voltadas à produção de esquadrias, e devem ser analisados em conjunto a um valor limite de variação linear, como uma das principais variáveis que influenciam o desempenho de estanqueidade, pois mesmo diante do conhecimento preliminar sobre estes dados específicos de determinada espécie, nem sempre é possível resolvê-la por meio do projeto deixando-se as folgas necessárias, sendo recomendado por Peraza (2000) um valor de aproximadamente 3mm, entre folhas e quadro, espaço suficiente para possibilitar a absorção dos movimentos diferenciais dos planos e garantir a estanqueidade. Ao se executar folgas superiores ao indicado para determinadas espécies na intenção de compensar a grande variação a que está submetida em períodos úmidos, outros problemas são acarretados como: a estanqueidade ao ar e à água, devendo-se então adotar o valor sugerido como ideal²⁵.

Embora o componente esquadria não seja considerado um componente estrutural, os valores referentes ao módulo de elasticidade também influenciam. Esta característica foi considerada como importante ao desempenho do componente, pois o mesmo está exposto a eventuais esforços devidos ao manuseio e a agentes externos, acarretando pequenas ou consideráveis deformações. Por ser considerado um componente em que pequenas deformações já comprometem seu desempenho, a norma NBR 10821/2000 indica valores limitantes aceitáveis como: para cargas instantâneas uniformemente distribuídas é recomendado valores abaixo de $L/175$, sendo L o comprimento livre do perfil e, em caso algum deformações superiores a 2cm de qualquer um de seus perfis. A mesma norma traz que tanto para operações de manuseio como

²⁵ Como indicado na p. 28, indica-se uma folga de 3mm, na intenção de absorver os movimentos diferenciais dos planos sem prejudicar o manuseio e a estanqueidade do componente.

para cargas uniformemente distribuídas não são aceitas deformações residuais superiores a 0,4% do vão (comprimento do perfil livre).

Os resultados e comentários apresentados possibilitam que outras espécies não comumente utilizadas para esta finalidade e também espécies provenientes de plantios florestais, sejam analisadas e comparadas suas características físicas e mecânicas de maior relevância, selecionando as que possuem características mais favoráveis para a fabricação do componente esquadria. No entanto, as informações apresentadas não esgotam o assunto por meio de conclusões, mas deixa em aberto a necessidade de novas pesquisas que comprovem algumas hipóteses aqui sugeridas, as quais merecem ser analisadas de forma mais cuidadosa.

No item 2.5 serão tratados os assuntos referentes às principais patologias presentes nos componentes de esquadrias, sua principal origem e como prevenir ou sanar determinados problemas.

2.5 O SURGIMENTO DE PATOLOGIAS E AS PRINCIPAIS FORMAS DE PROTEÇÃO E ACABAMENTO DO COMPONENTE

Nossos antepassados sabiam compreender a durabilidade natural da madeira ao utilizar apenas a região de cerne (impregnada de forma natural com substâncias protetoras) descartando desta maneira o alburno (região com mais facilidade de ser atacada), embora o alburno apresente maior facilidade de impregnação e, portanto, há a possibilidade de protegê-lo. Devido à escassez de madeira e aos elevados custos do material esta prática com o passar do tempo acabou se tornando impossível (PERAZA, 2000).

No caso dos componentes de janela, sua durabilidade é determinada em grande parte pela seleção cuidadosa dos materiais, mas também pela conservação das janelas ao longo de sua vida. Em certo grau há equilíbrio entre ambos fatores, no sentido de que um elevado desembolso inicial com frequência reflete em menores custos de conservação no decorrer dos anos. Não há nenhum

tipo de janela que não careça de algum tipo de atenção e uma adequada manutenção para assegurar seu bom aspecto e funcionalidade durante sua vida útil (BECKETT e GODFREY, 1978).

Segundo Souza (1983), quando o produto é um edifício, os efeitos degradantes seriam aqueles fatores ou agentes que causam o processo de degradação. A origem dos agentes pode estar no exterior do edifício e ser proveniente da atmosfera e do solo e ser provocados por fenômenos naturais ou pelo homem. Como também a origem dos agentes pode estar no interior do edifício e ser consequência da utilização de seus espaços e até decorrente da própria concepção.

A ação nociva do sol em combinação com a chuva podem ser considerados os principais agentes que afetam diretamente a durabilidade do material madeira, e neste sentido orienta-se a busca incessante de conservar os componentes de madeira quando expostos à estas ações externas, por meio de soluções arquitetônicas e o emprego de determinados produtos químicos. Esse conjunto de medidas necessárias torna-se o principal problema das edificações e componentes de madeira frente aos usuários: o fantasma da *manutenção* e a *conservação*.

Os principais agentes deterioradores da madeira podem ser divididos em agentes biológicos e agentes físicos e químicos, destacando-se a ação dos fungos apodrecedores e do *weathering* como os principais problemas verificados nos componentes de janela, as principais seqüelas causadas por estes agentes podem ser vistos na Tabela 16:

Tabela 16 – Agentes agressores da madeira e danos causados.

AGENTES BIOLÓGICOS		DANOS CAUSADOS
Microorganismos		
▪ Fungos	▪ Embolorador e manchadores	Podem afetar a aparência estética da madeira por meio de manchas superficiais e profundas e aumento da permeabilidade da peça, mas dificilmente alteram as propriedades mecânicas da mesma
	▪ Apodrecedores (de podridão branca, parda e mole)	Os fungos apodrecedores são responsáveis por profundas modificações nas propriedades físicas e mecânicas da madeira
Insetos		
▪ Brocas de madeira		Podem atacar a árvore viva e até a madeira em uso, causando perfurações, manchas comprometendo as propriedades físico-mecânica.

▪ Cupins	▪ Cupins de madeira	Atacam a madeira verde ou seca, cujas colônias se desenvolvem dentro da madeira e afetam as propriedades físico-mecânica.
	▪ Cupins de solo	Desenvolvem suas colônias no solo, nem todos os cupins subterrâneos são xilófagos, contudo, aqueles que se alimentam de madeira podem ser considerados altamente perigosos para as edificações.
	▪ Cupins arborícolas	São aqueles cujos ninhos situam-se acima do solo, sobre algum suporte, geralmente uma árvore, no meio urbano podem ser encontrados em forros e telhados e atacam edificações tanto do meio urbano como no rural.
AGENTES FÍSICOS E QUÍMICOS		DANOS CAUSADOS
▪ Weathering (intemperismo natural)		Ação conjunta de luz ultra-violeta, calor, umidade e partículas abrasivas, provocam o envelhecimento da madeira exposta. Não afeta estruturalmente.
▪ Fogo		Sob alta temperatura, a madeira se decompõe por pirólise em produtos voláteis e combustíveis para depois entrar em combustão. Destrói a madeira.

Fonte: IPT, Manual de Preservação (1986) apud ARAKAKI (2000), adaptado pela autora.

Baseado em um resumo elaborado pelo IPT (1986), foram selecionadas algumas recomendações para projetos em madeira:

- Os detalhes construtivos devem propiciar o rápido escoamento da água proveniente da chuva;
- Todos os componentes empregados no envoltório exterior ou em áreas molhadas do edifício devem ser protegidos com pintura impermeabilizante em todas as faces e bordas, preenchendo todas as juntas existentes;
- Deve-se evitar ascensão de água por capilaridade;
- Deve-se evitar a exposição de topo das peças de madeira ao ambiente exterior;
- Deve-se evitar o emprego de peças e componentes em ambientes úmidos e mal ventilados;

De acordo com as recomendações do IPT supracitadas deve-se evitar primordialmente o acúmulo de água em peças e componentes de madeira. Com relação ao ataque de insetos a recomendação seria a utilização de madeira naturalmente resistente ou tratamento químico de acordo com o grau de exposição.

2.5.1. PRINCIPAIS PATOLOGIAS VERIFICADAS EM JANELAS DE MADEIRA

Com relação ao comportamento das janelas de madeira, são muitos os fatores que podem comprometer o desempenho do componente, de acordo com Bobadila (1997), podemos encontrar janelas colocadas em uso há mais de 100 anos que permanecem em perfeito estado, enquanto algumas com pouco tempo de uso já manifestam sérios problemas, muitos podem ser os fatores: a baixa qualidade da madeira e outros materiais utilizados, problemas no processo de fabricação e também pela exposição e manuseio desfavoráveis aos quais ela está sujeita.

Nem sempre a substituição do componente comprometido é a melhor solução; em alguns casos podem ser realizados reparos e melhorias em seu estado sem grandes custos. Seguindo esta filosofia o Quadro 2 descreve os problemas mais freqüentes nas janelas de madeira, como detectá-los e solucioná-los.

Problemas	Características	Possíveis soluções
1 - Estanqueidade ao ar	Pela sua função isolante, a excessiva permeabilidade ao ar pode ser considerada como um sério problema em uma janela. Por outro lado, há uma relação bastante direta entre a estanqueidade ao ar e a estanqueidade a água (onde nem sempre é assim). As perdas de ar são provocadas geralmente pelo mal funcionamento (ou inexistência) de juntas de estanqueidade. Estas devem ser fabricadas por um material elástico e essa elasticidade geralmente diminui com o tempo e a exposição às intempéries, às pinturas, etc. As folgas entre batente e folhas devem ser adequadas para assegurar o manuseio e a estanqueidade, permitindo ao mesmo tempo a trabalhabilidade (variação dimensional) da madeira devido à umidade.	Ajustar as folgas excessivas (regulagem das ferragens) ou colocar juntas de estanqueidade apropriadas.
2 - Estanqueidade à água A infiltração da água proveniente das chuvas pode aparecer em três pontos:	2.1. <u>A área entre quadro e travessa inferior</u> - a acumulação de água e umidade nas áreas do parapeito (pingadeira), nas situações em que os sistemas de evacuação e selamento falham, ocasionam a presença de umidade na face interna da janela. Estas acumulações podem provocar variações dimensionais e deformações do quadro, afetando sua estanqueidade e manuseio.	Facilitar a evacuação de água da peça inferior, mediante uma adequada inclinação do parapeito (~15°). É preferível que em áreas muito expostas a janela seja colocada no plano interno do vão, onde a proteção é maior. Na parte superior do vão é recomendável a colocação de uma pingadeira, a fim de evitar que a água escorra pela parte superior do quadro.

	<p>2.2. <u>União entre quadro e folhas</u> - Os defeitos de fabricação dos perfis ou as posteriores deformações da madeira (falta de esquadro, variação dimensional) resultam em um desajuste entre quadro e folhas que produzem folgas excessivas as quais permitem a passagem da água por diferença de pressão entre exterior e interior e quando estas são muito pequenas favorecem o fluxo por capilaridade. As falhas dos sistemas de estanqueidade da janela (juntas, canais de descompressão, orifícios de deságüe, inclinação dos perfis horizontais, etc), colaboram para o aparecimento de fendas na madeira.</p>	<p>Em alguns casos de deformações acentuadas a única solução economicamente viável é a substituição dos perfis defeituosos. Se os sistemas de estanqueidade das janelas estão defeituosos (canais, orifícios, etc.), deve-se corrigir os possíveis defeitos fazendo com que sua função seja restabelecida. Quando o problema se apresenta nas juntas de estanqueidade por perda de elasticidade ou ruptura do material, estas devem ser substituídas.</p>
	<p>2.3. <u>A união entre vidro e folha</u> - A colocação incorreta do vidro ou a presença de defeitos nos rebaixos e selamento, fazem com que esta região da união seja um ponto crítico para a estanqueidade.</p>	<p>A colocação dos vidros nas janelas é um processo delicado e de extrema importância frente à ação do ar e da água. Na utilização generalizada de silicones como selamento entre a baguete e o vidro qualquer falha na quantidade aplicada pode ocasionar deficiências no isolamento. Se estas deficiências se localizarem na parte inferior da folha, a permeabilidade do componente pode ser afetada. Recomenda-se que a folga entre vidro e o rebaixo seja no máximo de 3mm em todo o perímetro do vão.</p>
<p>3 - Condensações</p>	<p>3.1. <u>Condensações no interior da área envidraçada</u> – a condensação na face interna do vidro depende da temperatura interior e exterior do local e da umidade relativa dentro do mesmo, assim como o coeficiente de condutividade térmica do vidro. A influência do diferencial de temperaturas aumenta quando o vidro é de menor espessura. Como exemplo podemos dizer que a temperatura exterior necessária para que um local com 21°C e 60% de UR se produzam condensações, será de aproximadamente 10°C para um vidro simples (K=5) e de uns 0°C para um duplo (K=2,6).</p>	<p>Deve-se começar pela escolha de um bom vidro. Se a espessura da folha não permitir a colocação de um duplo, deve-se escolher um simples de maior espessura.</p>
	<p>3.2. <u>Condensações na câmara de ar do vidro duplo</u> – neste caso é produzido um aumento do coeficiente de condutividade dos mesmos, diminuindo de maneira notável seu desempenho. A causa é a acumulação de água no rebaixo do vidro por onde o vapor de água acessa o interior da câmara, condensando-se quando a temperatura da câmara interior do vidro baixa até se alcançar o ponto de orvalho.</p>	<p>Assim como no caso da utilização dos vidros simples, a melhor solução está na escolha de um vidro de qualidade acompanhado de uma correta instalação do mesmo.</p>

4- Manuseio e ferragens	<p>Dificuldade na abertura e fechamento das folhas, desajustes e em alguns momentos até a soltura das ferragens. O manuseio pode ficar comprometido principalmente pela ausência de manutenção fazendo que se aumente de forma considerável as variações dimensionais e as deformações da madeira pela umidade. Em alguns casos o problema pode derivar da fabricação com materiais inapropriados ou com folgas insuficientes entre o batente e a folha, não permitindo os movimentos de inchamento e retração da madeira. Menos comuns são os problemas decorrentes das ferragens que geralmente se deterioram pelo emprego de produtos de limpeza inadequados ou pela acumulação de várias camadas de pintura que acabam dificultando o correto funcionamento do componente.</p>	<p>Se a deformação dos perfis é muito acentuada o mais aconselhável é sua substituição. O mesmo se pode afirmar para as ferragens. Por outro lado, é recomendável seguir as instruções de manutenção.</p>
5- Acabamento superficial	<p>A maior parte dos problemas analisados anteriormente e os que continuaremos vendo, são originados fundamentalmente pela deterioração dos acabamentos. Estes, além de sua finalidade decorativa proporciona a proteção da madeira frente aos seus piores inimigos: a água e a radiação solar. Atualmente, os períodos de manutenção dos acabamentos superficiais são cada vez maiores e quase inexistentes nos componentes mistos de madeira e alumínio. A deterioração prematura dos acabamentos pode ser provocada pelo manuseio inadequado durante a obra, como os golpes e arranhões, também as áreas de acumulação de chuva são fatores que aceleram o processo. Convém considerar que os acabamentos claros são mais afetados pela luz e os escuros sofrem aumentos de temperatura muito maiores (até 30°), em ambos os casos convém levar em consideração a exposição e a orientação dos vãos para a escolha do tipo de revestimento.</p>	<p>A superfície da madeira deve estar bem polida e limpa antes de começar o acabamento. A madeira deve ser tratada antes de colocá-la em serviço, se não for possível um tratamento mais profundo do material, deve ser feito pelo menos um pincelamento com algum protetor existente no mercado. A presença de fendas, nós soltos, etc, são solucionados com resinas sintéticas. Determinados cantos por onde a água se resvala devem se arredondados (raio > 2mm). A aplicação do acabamento deve ser homogênea para evitar regiões menos protegidas.</p>
6- Deterioração da madeira	<p>(ataques bióticos e abióticos) – Com a deterioração do acabamento desaparece a proteção frente aos agentes abióticos (água e luz) e os agentes bióticos (fungos e insetos). As variações dimensionais, devido à temperatura e umidade, unidas à perda de elasticidade da película de acabamento, favorecem a aparição de gretas por onde a água penetra ficando então desprotegida a madeira frente aos ataques de fungos e insetos xilófagos.</p>	<p>São orientadas de acordo com o grau e a natureza do ataque: desde a substituição de todo o componente, no caso do ataque apresentar grande extensão como pode bastar a simples substituição das peças afetadas, com especial cuidado em não deixar restos de madeira atacada. Se o componente não pode ser retirado existem tratamentos por meio de injeção, podendo ser realizada a proteção das peças no local, mas resulta em um tratamento com custo superior à substituição das peças.</p>

Quadro 2. Síntese das principais patologias verificadas em esquadrias de madeira, suas características e possíveis soluções.

Fonte: Bobadila (1997), adaptado pela autora.

Outro problema de extrema significatividade foi verificado por meio de um levantamento realizado em dois edifícios na cidade de São Carlos, SP, que possuem em suas fachadas

esquadrias de madeira com período de utilização acima de cinco anos (ver Figura 20 e 22), verificou-se que a principal área do componente que apresenta maior incidência de deterioração sendo mais suscetível aos agentes de decomposição são os topos das peças, onde a permeabilidade é maior e existe a maior tendência de ocorrer pequenas fissuras, permitindo a entrada de umidade nos topos desprotegidos. Estas fissuras segundo Williams (1999) permite que a umidade se desloque para o interior da madeira. Deve ser salientado que outros fatores contribuem para a aceleração do processo de deterioração, como a orientação na qual as janelas estão expostas e o projeto, o qual deve apresentar detalhes construtivos evitando-se a retenção de água e umidade.

Figura 20 – Sequência de fotos de esquadrias em madeira de eucalipto - portas e janelas da Casa do Horto – UFSCar, com oito anos de utilização, revestidas com stain. Fachadas com orientação solar mais desfavorável, fachada oeste.

Fonte: Fotos da autora. Out/2004.

Figura 21 – Casa do Horto – UFSCar, janelas localizadas na fachada sul, com menor exposição aos raios solares e menores indícios de degradação do revestimento.

Fonte: Fotos da autora. Out/2004.

Figura 22 – Sequência de fotos de esquadrias em madeira de araucária - janelas do Laboratório de Reciclagem de Materiais/3R – UFSCar, com sete anos de utilização, revestidas com stain. A orientação solar e o partido arquitetônico da construção predisuseram as janelas à inúmeros problemas patológicos como a presença de fungos chegando ao estágio de degradação de algumas partes.

Fonte: Fotos da autora. Out/2005.

Figura 23 – Janelas do Laboratório de Reciclagem de Materiais/3R – UFSCar. A orientação solar juntamente com os detalhes construtivos transformaram-se nos principais mecanismos protetores das janelas instaladas nesta fachada, diferentemente da apresentada na Figura 23, cujas janelas apresentaram grandes indícios de degradação.

Fonte: Fotos da autora. Out/2005.

Figura 24 - A degradação das peças horizontais inferiores também pode ser considerada uma das patologias mais clássicas em componentes de janela, por ser a peça mais exposta ao acúmulo de água.

Fonte: Peraza (2000).

2.5.2. PROTEÇÃO E ACABAMENTO

A madeira, segundo Peraza (2000), assim como outros tecidos orgânicos, se oxida e envelhece frente à ação direta do sol. De maneira geral, a proteção possui fins defensivos enquanto o acabamento fins decorativos, podendo também muitas vezes proteger parcialmente a madeira contra os agentes externos. Geralmente a durabilidade dos produtos com acabamento colocados no interior sofrem a ação do tempo, enquanto que os colocados no exterior também são afetados pela ação dos agentes atmosféricos.

a) Proteção

Peraza (2000) comenta que, ao ser eleita uma determinada espécie de madeira e conhecidas sua durabilidade natural e sua impregnabilidade, a proteção da madeira inclui tanto a proteção química como a correta instalação do componente. A proteção química consiste em introduzir a quantidade de produto necessária em função da degradação ou riscos a que pode estar submetida (nas normas são chamadas de *classes de risco*). A correta instalação do elemento de madeira se traduz na realização ou execução de uma determinada medida arquitetônica e detalhes construtivos que amenizem ou evitem possíveis degradações pelo aumento do conteúdo de umidade da madeira e a ação direta do sol e da chuva.

As classes de risco tem a intenção de mensurar de forma normalizada (portanto convencional) o risco de ataque do elemento de madeira pelos agentes xilófagos dependendo do lugar onde se instalam²⁶. Uma vez definida a classe de risco, essa norma propõe um tratamento químico para a madeira.

²⁶ Dentre as classes de risco, as que afetam as esquadrias de madeira são as seguintes:

Classe de risco 01: Componentes de madeira situados na área interna. Situação na qual o componente está embaixo de uma cobertura, totalmente protegido das intempéries e não exposto à umidade. A madeira e seus produtos derivados alcançam conteúdos de umidade inferiores a 18%. Não há riscos de ataques por fungos, mas sim por insetos. Ocasionalmente podem ser atacados por cupins (somente os elementos fixos (batentes), os elementos móveis (folhas de porta ou janela) não são atacados e coleópteros (dependendo da localização geográfica).

Classe de risco 03: Componentes de madeira situados na área externa. Situação em que o componente se encontra em área descoberta, mas não em contato com o solo. O componente pode estar permanentemente exposto às intempéries, mas em qualquer caso está submetido a uma umidificação freqüente. A madeira e seus produtos derivados alcançam conteúdos de umidade superiores a 20%, com alternâncias relativamente rápidas em seus valores ao existir períodos úmidos e secos. Nestas circunstâncias o elemento de madeira pode alcançar e passar freqüentemente um conteúdo de umidade superior a 20%. O risco de ataque de fungos cromógenos ou de podridão

A Tabela 17, desenvolvida em Lelis (2001) e compilada das Normas Européias (EUROPEAN NORM, 1992 a,b; 1996), é designada genericamente por Classes de Risco, isto é, na maior ou menor probabilidade da madeira ser atacada por um ou mais grupos de organismos deterioradores, conforme as condições de sua utilização. Estas normas além de direcionar a escolha mais apropriada da madeira de acordo com sua exposição serve também como base para a análise de problemas de deterioração em madeiras já instaladas, possibilitando definir medidas curativas mais adequadas²⁷.

Tabela 17 – Classes de risco – Grupos de organismos xilófagos que podem atacar a madeira, conforme o local e as condições em que ela é empregada.

CLASSES DE RISCO						
Classes	Local e condições de uso	Exposição à umidade	Agentes Biológicos			
			Fungos	Brocas	Cupins	Perfuradores marinhos
1	Acima do solo (coberto e seco)	Nenhuma	Não	Sim	Sim	Não
2	Acima do solo (coberto com riscos de umidade)	Ocasional	Sim	Sim	Sim	Não
3	Acima do solo (não coberto)	Frequente	Sim	Sim	Sim	Não
4	Em contato com solo ou água doce	Permanente	Sim	Sim	Sim	Não
5	Em contato com água salgada	Permanente	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Lelis (2001).

A tendência atual é a utilização cada vez maior de produtos “naturais”, com materiais sem nenhuma modificação química. Embora as boas intenções em oferecer um produto de baixo impacto ambiental, ainda não estão disponíveis informações confiáveis sobre a eficácia e viabilidade destes produtos.

está mais acentuado nas classes de risco 1 e 2. O risco de ataque por insetos xilófagos é semelhante ao da classe 01, dependendo do conteúdo de umidade que alcança a madeira.

²⁷ As classificações por classes de risco não são sempre perfeitas e, devido à quantidade de utilizações que podem ter a madeira, existem situações em que se subtraem várias classes de risco; em especial a que está entre a classe de risco 02 (umidificação ocasional) e a 03 (umidificação frequente) é muito ampla, nestes casos, geralmente se escolhe a mais desfavorável.

Figura 25 – Componentes de janela não tratados com produtos anti-sépticos: a) Janela com 6 anos de serviço. b) Janela com 10 anos de serviço.

Fonte: Beckett e Godfrey (1978).

A escolha do tipo de protetor está condicionada à classe de risco à qual o componente está exposto e se define em função da penetração e a quantidade de produto que se introduz. A proteção pode ser superficial, média ou profunda, conforme a Tabela 18:

Tabela 18 - Tipos de proteção de acordo com a classe de risco.

Tipo de proteção	Método de tratamento	Tipo de protetor
SUPERFICIAL – penetração média alcançada 3mm, mínima de 1mm	Pincelado	Dissolvente orgânico
		Hidrodispersável
		Produtos mistos
	Pulverização	Dissolvente orgânico
		Hidrodispersável
		Produtos mistos
	Imersão breve	Dissolvente orgânico
		Hidrodispersável
		Produtos mistos
MÉDIA – penetração média superior a 3mm, sem chegar a 75%	Imersão prolongada	Dissolvente orgânico
		Impregnável
		Hidrodispersável
		Produtos mistos
	Difusão	Sais hidrossolúveis
		Sais hidrossolúveis
	Autoclave (vazio-pressão)	Sais hidrossolúveis
		Produtos mistos
PROFUNDA – penetração média igual ou superior a 75% impregnável	Autoclave (vazio-vazio)	Orgânicos naturais
	Autoclave (vazio-pressão)	Dissolvente orgânico
		Sais hidrossolúveis
		Produtos mistos
	Autoclave (vazio-vazio)	Orgânicos naturais

Fonte: Peraza (2000).

b) Acabamentos

A radiação solar atua principalmente através dos raios ultravioletas e os raios infra-vermelhos. Os raios ultravioletas não penetram com profundidade na madeira e sua ação se concentra na região superficial, nas áreas sem revestimento provoca a perda de coesão entre as fibras, tornando relativamente fácil o desprendimento e o desmanche de parte da superfície que passa a se apresentar com uma cor acinzentada. Quando a madeira incorpora uma proteção superficial, os raios ultravioletas degradam progressivamente as resinas dos produtos de acabamento, sobretudo aqueles não protegidos por pigmentos. Os pigmentos atuam como escudo ou espelho, nos quais se refletem estes raios e impedem que atuem diretamente sobre a resina do produto e/ou sobre a superfície da madeira (PERAZA, 2000).

Ainda segundo o mesmo autor, os raios infravermelhos tem uma ação indireta sobre a madeira sem revestimento, já que provocam a aparição de fendas e a subida de resinas à superfície, devido à produção de um reaquecimento. A aparição de fendas se origina pela diferença do conteúdo de umidade entre a superfície e o interior da peça de madeira. Quando a madeira incorpora uma proteção superficial, a ação do calor originada pelos raios infravermelhos, acelera o envelhecimento da resina do produto. No caso dos vernizes, quando transparente, os raios infravermelhos chegam à superfície da madeira muito facilmente e produzem os efeitos mencionados anteriormente (aparição de fendas). No caso das pinturas sua ação se vê mitigada pela presença dos pigmentos, que atuam como um escudo protetor. Sua ação é muito prejudicial porque cedo ou tarde vão provocar o aparecimento das fendas e apesar da flexibilidade do revestimento, este não pode resistir a uma fenda e se acabará rompendo.

A ação da chuva sobre a madeira sem proteção produz um efeito parecido, mas inverso aos que originam os raios infravermelhos. A chuva provoca o aumento do conteúdo de umidade da superfície da madeira que conduz a aparição de fendas. Quando a madeira incorpora uma proteção superficial, esta resistirá bastante tempo à ação exterior da água, basta que a água não alcance a madeira, o que se produzirá quando se rompe ou desaparece a proteção superficial.

Nenhum sistema de pintura pode selar completamente a madeira, pois a pintura por mais que esteja conservada não pode ser tida como proteção suficiente em substituição ao tratamento anti-séptico. Um dos principais propósitos do revestimento da madeira é o controle dos processos nos quais a água tem grande influência, isso torna evidente a importância da permeabilidade dos diferentes tipos de revestimentos. Adicionalmente, essa propriedade deve ser observada conjuntamente com as boas técnicas construtivas e de preservação. A madeira absorve água em condições de serviço, principalmente pela ação de forças capilares, mas também adsorve água por um processo difusivo. A água adsorvida pela madeira demora muito para evaporar, deixando-a então, úmida por um longo período dependendo também da pressão de vapor do ambiente a que ela está exposta.

Pela obra de Beckett e Godfrey (1978), é possível observar que a discussão acerca dos revestimentos da madeira e os problemas decorrentes da impermeabilização de sua superfície já era objeto de estudo na década de 70. Argumentava-se que a água que penetra através de fissuras e juntas deficientes – que ocorrem na maioria das vezes com o tempo – não pode evaporar-se através da película formada por alguns tipos de pintura, surgindo a necessidade de pesquisas a fim de desenvolver pinturas permeáveis à água. Segundo os mesmos autores há também a necessidade de revestir algumas regiões do componente que não aparecem, como os topos, a fim de evitar a entrada de água.

É muito importante que os revestimentos para madeira em aplicações externas, como nas janelas permitam suficiente transmissão de vapor d'água para evitar o acúmulo de umidade no seu interior. O alto teor de umidade pode permitir o ataque biológico com apodrecimento e variação dimensional da peça de madeira. Palanti et al. (2001) desenvolveram um método para a medida da permeabilidade de revestimentos, essa permeabilidade também depende da orientação dos elementos constituintes da madeira, sendo maior na direção longitudinal que na transversal.

Os produtos tradicionalmente usados para o revestimento formam um filme na sua superfície, inibindo o fluxo da umidade, esses produtos são eficazes na repelência de água, entretanto, eles

não são impermeáveis ao vapor d'água. O filme funciona como uma armadilha que dificulta a saída da umidade que porventura tenha penetrado na madeira. Os novos revestimentos, que não formam filme na superfície, permitem um maior fluxo desta umidade.

O comportamento do revestimento em peças de madeira já foi objeto de vários estudos, como o de Williams (1999), que estudou o efeito de diferentes produtos: com repelência a água (WR)²⁸ e produtos com repelência a água e preservativos em sua formulação (WRPs)²⁹, na intenção de verificar a influência destes produtos na durabilidade e variação dimensional do componente de janela quando exposto ao longo do tempo, como pode ser visto na Figura 26. Neste trabalho ele realizou a avaliação final de janelas expostas há 28 anos, comparando seu desempenho com outras avaliações conduzidas depois de 4 e 20 anos de exposição. Instaladas em suportes semelhantes aos usados em construções normais, estas janelas foram envernizadas internamente e pintadas na parte externa, cobrindo-se seus topos, e expostas na face sul (orientação norte no Hemisfério sul). Os dados da variação dimensional do componente nos seis primeiros anos foram usados para determinar a diminuição da repelência à água com o tempo e comparadas com a avaliação depois de 28 anos. Os resultados revelam que a repelência à água diminui após os 6 primeiros anos e o limite do WRE³⁰ é de aproximadamente 20 anos, após este período as janelas tratadas com ambos WR e preservativo, estavam em melhores condições devido ao preservativo. Na ausência do preservativo WRs podem melhorar a durabilidade da madeira e, se usadas com preservativo, aumenta-se grandemente a eficácia do produto. Também foi constatado ao realizar a inspeção no local que as juntas de espiga foram as partes mais suscetíveis à degradação.

²⁸ Water-Repellent

²⁹ Water-Repellent Preservatives

³⁰ Water-Repellent Effectiveness

Figura 26 – 1) Unidades de janela testadas perto de Madison, Wis. 2) Unidades de janela depois de 5 anos de exposição ao ar livre; a) Janela revestida com tratamento WRP antes de pintar; b) Janela não tratada antes de pintar.

Fonte: Williams (1999)

No trabalho de Ahola et al. (1999), é estudado o comportamento de revestimentos com baixo conteúdo de solventes orgânicos em sua composição (VOCs)³¹, o interesse desta pesquisa deve-se aos crescentes e rígidos limites europeus para a emissão de compostos orgânicos, onde muitas indústrias de produtos para revestimento têm sido forçadas a reduzir os solventes orgânicos em suas composições ou substituir por água. Os problemas advindos de tais tendências recaem sobre a pouca compreensão do desempenho e durabilidade de janelas de madeira pintadas com produtos de baixo conteúdo de VOC. Neste trabalho, são aplicados diferentes tipos de revestimentos em janelas de madeira executadas com espécies de madeira com baixa densidade, na intenção de verificar seu desempenho e sua vida útil, por meio da transmissão de umidade das superfícies tratadas com estes produtos. Os resultados mostraram que a permeabilidade dos revestimentos testados não dependem do substrato da madeira. Estes resultados serão usados posteriormente para determinar se os dados de laboratório levantados sobre as propriedades de transmissão de umidade destes revestimentos podem ser usados para prever o desempenho quando os componentes são expostos ao *weathering*. Já haviam sido sinalizados em 1995 a

³¹ Volatile Organic Compounds

realização de alguns estudos pelo principal organismo de investigação de madeira na Finlândia, em parceria com outros países europeus, sobre a durabilidade e o comportamento dos acabamentos com uma pequena taxa de compostos orgânicos voláteis. Nesta época os produtos de base aquosa apresentavam pouca utilização, sendo de aproximadamente 50% na Finlândia e 15 a 20% na Suécia e Noruega³².

Segundo esta mesma fonte, no caso da Alemanha, os trabalhos realizados sobre os acabamentos estão cada vez mais ligados aos aspectos de proteção ambiental e a regulamentação que se deriva desta. Os principais temas de estudo do WKI³³ direcionam-se na redução de compostos voláteis orgânicos; no aumento da durabilidade dos acabamentos; a reutilização da madeira e a renovação de construções na antiga Alemanha do Leste. No passado estas casas eram decoradas com pinturas pigmentadas (altamente filmógenas), que raramente eram retiradas nos trabalhos de reaplicação. Por esta razão a espessura do acabamento repercutia na frágil permeabilidade ao vapor de água do revestimento causando numerosos problemas. Os tratamentos superficiais aparentemente intactos escondem degradações na madeira e em particular, podridões que põem em perigo a estabilidade de algumas construções. Atualmente os tratamentos superficiais são à base de produtos aquosos (com um extrato seco de 40-50%) constituídos por dispersões acrílicas ou acrílicas-alquídicas. No caso da França os produtos mais utilizados para áreas externas são produtos sem pigmentos ou transparentes (vernizes protetores de poro aberto), mas a vida útil destes produtos é relativamente limitada quando comparada aos produtos que incorporam pigmentos e as pinturas. A renovação é necessária a cada período de tempo, provocando um elevado custo de manutenção, por este motivo, há vários anos, os estudos desenvolvidos na França tem como objetivo melhorar a durabilidade dos sistemas de acabamento de madeira com produtos transparentes.

³² Extraído do CTBA Info nº58 “TUFRO: *Une premiere pour la finition*” y “*Finition Exterieures: Les Axes de Recherche Actuels en France*” Artigo extraído e adaptado por Fernando Peraza Sanchez, para a revista AITIM, nº 182.

³³ Wilhem Khaudit Institut.

De acordo com Peraza (2000), no acabamento deve-se levar em consideração algumas propriedades da madeira como: seu aspecto (1), seu conteúdo de umidade (2), seu coeficiente de contração (3), sua porosidade (4) e o conteúdo de extratos presentes no material (5):

1- Aspecto – o colorido e os veios da madeira tem valores decorativos que devem ser levados em consideração na aplicação de produtos superficiais ou revestimentos. A cor da madeira é outra característica importante no acabamento, sobretudo quando o recobrimento é transparente. As tonalidades de cor variam bastante de uma espécie para outra, sendo mais interessante conservar as das madeiras mais nobres, outras espécies que apresentam cores menos decorativas, podem ser melhoradas com a modificação ou alteração de sua tonalidade natural.

2- Conteúdo de umidade – a madeira é um material higroscópico que absorve e libera água em forma de vapor com muita facilidade. O conteúdo de umidade da madeira dependerá das condições ambientais, pois ela tende a buscar seu grau de umidade de equilíbrio higroscópico em harmonia com a temperatura e a umidade relativa do ar. O alto conteúdo de umidade da madeira impede a reticulação dos polímeros e produz uma secagem defeituosa que se traduz na falta de aderência. Se os poros da madeira se fecham com um revestimento impermeável se impede a saída de vapor d'água para o exterior e a umidade ficará retida abaixo da película de recobrimento.

3- Coeficiente de contração – embora não possamos ver, a madeira se move constantemente, a fim de adaptar seu conteúdo de umidade ao das condições ambientais do lugar onde está localizada. Estes movimentos provocam variações dimensionais nas peças e também fortes tensões (os egípcios empregavam desta propriedade para romper grandes rochas) que fazem com que as proteções superficiais rompam-se. Nas madeiras utilizadas no interior estas trocas dimensionais têm pouca importância se comparadas aos componentes expostos às intempéries. Dependendo do ambiente o componente pode apresentar variações dimensionais acentuadas, isso obriga os revestimentos a apresentar uma elasticidade adequada e também que sejam empregadas espécies de madeira com baixos coeficientes de contração.

4- Porosidade – a porosidade ou volume vazio da madeira varia muito com as espécies, embora também existam variações dentro de uma mesma espécie e dentro de uma mesma peça de madeira. As madeiras mais porosas absorvem mais quantidade de produto, desta forma, dentro da mesma espécie a madeira do alburno é mais porosa que a do cerne. Essas diferenças de porosidade influenciam consideravelmente no rendimento dos produtos de revestimentos assim como no tempo necessário para sua aplicação, que acabam influenciando nos resultados e no período de manutenção.

Pode-se considerar duas denominações, “grã-fina” e “grã-grossa”, na intenção de referir-se a qualidade da madeira. As coníferas são em geral mais porosas que as folhosas e seus poros uniformemente dispostos, apresentando em certas ocasiões algumas regiões mais absorventes, esta característica faz no caso de revestimentos coloridos haja concentrações de pigmentos que intensificam o tom do revestimento (rechupados). A porosidade das madeiras folhosas é extremamente variada, tanto pelo tamanho dos poros como por sua freqüência; requerendo um cuidado maior.

5- Conteúdo de extrativos – Os extratos da madeira são substâncias metabólicas complexas mais ou menos viscosas apresentando-se na forma de resinas, óleos, gomas, ceras, antioxidantes e pigmentos. Afloram na superfície de forma irregular, segundo as espécies, as muito ricas são chamadas “madeiras graxas”, sendo as “madeiras secas” as que contém menos substâncias. Nas coníferas são encontradas de maneira geral substâncias resinosas, enquanto as folhosas são mais ricas em glicosídeos, antioxidantes e sacarinas (taninos, cloroforina, etc), além disso podem conter também outras substâncias extrativas como óleos e resinas. A presença destas substâncias na superfície da madeira dificulta, retarda ou impede a polimerização ou secagem dos revestimentos. Estas substâncias podem ser divididas em dois grandes grupos: - as do tipo oleoso (resinas, óleos e ceras) e as de caráter aquoso (taninos, cloroforinas, etc).

Todos os compostos orgânicos conhecidos impropriamente com o nome genérico de “graxas” ocasionam danos tanto no momento da aplicação do produto (ao impedir que se seque) como

posteriormente depois da secagem (ao subir através da película de recobrimento com veios esbranquiçados ou manchas escuras que danificam o acabamento).

As patologias apresentadas e os principais indicativos de como solucionar ou minimizar tais problemas, assim como, os conceitos de desempenho e sua relação com as características físicas e mecânicas do material constituinte, perpassam questões que envolvem a matéria-prima estudada: a madeira de eucalipto, as esquadrias como componente fabricado e também o contexto onde se realizou a experiência: uma marcenaria em processo de implantação da autogestão durante a produção de componentes. Cada um destes assuntos faz parte do referencial teórico abordado na experiência desenvolvida em Pirituba II. Muitas das informações aqui contidas não puderam ser aplicadas em sua íntegra nesta experiência devido à falta de uma compilação bibliográfica sobre o assunto, alcançadas neste capítulo e que possivelmente contribuirão de forma mais abrangente para outras experiências futuras, que encontrarão uma maior disponibilidade de informações concentradas, permitindo maiores chances de aplicá-las no contexto real.

O capítulo 3 a seguir, faz um relato sobre todas as questões que envolveram a produção dos componentes de esquadrias, aborda o histórico da marcenaria, a formação dos grupos de trabalho, o desenvolvimento do projeto e a produção e instalação dos componentes, procurando evidenciar os acertos e as dificuldades encontradas.

CAPÍTULO 3:

A FABRICAÇÃO DE JANELAS EM MADEIRA DE EUCALIPTO: A EXPERIÊNCIA DA MARCENARIA COLETIVA NO ASSENTAMENTO PIRITUBA II/ ITAPEVA-SP

- 3.1. O Assentamento rural Pirituba II e o grupo das casas
- 3.2. A implantação da marcenaria no Assentamento Pirituba II
- 3.3. Estratégias para a formação e organização dos grupos de trabalho
- 3.4. A concepção do projeto das esquadrias
- 3.5. As etapas da cadeia produtiva do componente e o processo de capacitação simultânea

INTRODUÇÃO

Neste capítulo é relatada a experiência desenvolvida na marcenaria do Assentamento rural Pirituba II, no município de Itapeva-SP, durante a fabricação dos componentes de esquadrias. Inicia-se com uma breve descrição sobre o assentamento Pirituba II, as parcerias firmadas entre famílias, assessores e órgãos institucionais.

O histórico da instalação da marcenaria é relatado minuciosamente, juntamente com a formação do grupo de trabalho envolvido com a produção dos componentes do grupo das casas, revelando as dificuldades encontradas durante o processo de sensibilização e capacitação das famílias durante a realização das atividades, sendo necessária a adoção de diversas estratégias até sua consolidação.

Também é realizada uma explanação dos critérios adotados para a elaboração do projeto e as condicionantes que influenciaram na escolha de determinadas tipologias de janelas.

Dentro da cadeia produtiva do componente são relatadas as etapas contempladas pela experiência, com a descrição detalhada das estratégias adotadas na intenção de viabilizar a produção das esquadrias para as 49 casas do projeto, por meio de adaptações e ajustes ao contexto da marcenaria e ao macro Projeto Inovarural.

3.1. O ASSENTAMENTO RURAL PIRITUBA II E O GRUPO DAS CASAS

A atuação do grupo de pesquisa Habis na região sudoeste paulista teve início em 1999, com o Projeto de Políticas Públicas intitulado “Habitação social em madeira como alternativa econômica para usos múltiplos da floresta”, apoiado pela FAPESP - Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo. A escolha deste local para a intervenção ocorreu devido a grande riqueza da região em plantios florestais de Pinus e Eucalyptus e por apresentar em contrapartida os menores indicadores de desenvolvimento sócio-econômico do Estado de São

Paulo, como pode ser observado no mapa de IDH e no mapa de manchas florestais do Estado da Figura 28.

Figura 27 – a) Mapa de IDH do Estado de São Paulo. b) Mapa com indicação de áreas de plantios florestais no Estado de São Paulo.

Fonte: a) Seade, 2003. b) Revista Fapesp, n. 91, 2003.

Este projeto teve como objetivo, contemplar o potencial madeireiro da região sudoeste do Estado, com a implantação de atividades sócio-econômicas compatíveis com a vocação local, por meio da formação de parcerias com instituições públicas e privadas com interesse no desenvolvimento da cadeia produtiva de habitação em madeira de plantios florestais, tendo em vista a melhoria da qualidade de vida da população e redução dos custos de moradias, incrementando-se a atividade econômica da região com o aumento de oportunidades para a geração de trabalho e renda (INO, 1999).

O município de Itararé foi um dos primeiros municípios desta região a ser escolhido para a implantação do Projeto de Políticas Públicas, segundo Silva (2005), essa escolha se deu em função da contrapartida oferecida pela administração municipal que manifestou interesse em participar como parceira. O Projeto iniciado em 1999 passou por momentos críticos durante a fase de formulação de políticas públicas quando envolvia os diversos agentes locais, os quais interferiram no andamento do projeto. Diante das inúmeras dificuldades para implementar as metas de intervenção no município de Itararé, procurou-se ampliar a área de atuação do Projeto,

divulgando-o para demais municípios da região. Numa reunião (na câmara de vereadores, a convite de um dos vereadores e também técnico do ITESP³⁴, em setembro/2002) no município de Itaberá-SP, foi apresentada a demanda de construção de moradias no Assentamento Rural Pirituba II (localizado na divisa entre este município e Itapeva). A partir daí, o objeto empírico do Projeto passou a ser o assentamento, havendo uma reavaliação das metas de intervenção de acordo com as condições, problemas e potencialidades locais (Relatório FINAL Fapesp – Fase II, 2004).

De acordo com Shimbo, L. (2004), a continuidade do projeto neste local foi propiciada por dois motivos: primeiro, pela iniciativa de algumas famílias que necessitavam de uma habitação adequada, unindo-se na intenção de viabilizá-la após vinte anos de ocupação em condições precárias de moradia, e em segundo, os pesquisadores procuravam um grupo de famílias para discutir um projeto de habitação utilizando recursos locais. Ambos os lados (famílias e grupo de pesquisa) precisavam desenvolver um projeto e construir casas, mas outros interesses não convergiam na mesma direção como: enquanto a assessoria defendia a utilização dos *recursos locais*, os moradores esperavam construir suas casas em alvenaria e não em madeira. E quanto à proposta colocada pela assessoria sobre o modo de *organização coletiva* dos integrantes, os quais tinham um certo preconceito devido às experiências negativas vivenciadas durante toda a história do assentamento. Este cenário motivou divergências de idéias e interesses, os quais foram trabalhados durante todo o processo por meio da abertura de um espaço de diálogo entre assessores e moradores.³⁵

Simultaneamente ao projeto de Políticas Públicas apoiado pela Fapesp, a partir de 2003 buscaram-se novos recursos para a pesquisa na intenção de viabilizar o prosseguimento das atividades no assentamento, os quais foram obtidos pelo Fundo Verde-Amarelo da Finep-Programa Habitaré, com o projeto intitulado “Habitação Rural com inovações no processo,

³⁴ Instituto de Terras do Estado de São Paulo.

³⁵ Os detalhes referentes ao encontro entre famílias e assessores do Inovarural, e as estratégias utilizadas a fim de mediar as relações entre os diferentes lados foram detalhadas na dissertação de mestrado de SHIMBO, L.Z. (2004) “A casa é o pivô: mediações entre o arquiteto, o morador e a habitação rural”. EESC – USP.

gestão e produto: participação, geração de renda e sistemas construtivos com recursos locais e renováveis – INOVARURAL”. Este projeto buscou colocar como diretrizes a implementação de inovações na construção em escala de unidades habitacionais em assentamentos rurais em relação a três aspectos: *ao processo*, contando com a participação, esclarecida, das famílias nos processos decisórios com a formação e a capacitação das pessoas nas várias etapas de produção da habitação; *à gestão*, articulando os diferentes agentes envolvidos na cadeia de produção da habitação e a possibilidade da geração de trabalho e renda nessa produção; e *ao produto*, desenvolvendo componentes e sistemas construtivos que utilizem recursos locais, preferencialmente de fontes renováveis com a implementação de alternativas que proporcionem uma redução de custos e a utilização de materiais ambientalmente adequados, conforme a Figura 29.³⁶

Figura 28. Esquema das diretrizes propostas ao Projeto Inovarural junto à Finep.

Fonte: Relatório Finep I.

Análise sobre a etapa de apresentação entre famílias e assessores

³⁶ De acordo com o projeto de financiamento à pesquisa, dentro da Chamada Pública MCT/Finep/Fundo Verde-Amarelo 01/2003.

Nesta etapa a confluência de interesses e necessidades possibilitou a organização do grupo para alcançar seu objetivo de construir novas moradias. A não existência prévia de um programa de financiamento habitacional que contemplasse o perfil dos moradores (devido às inadimplências), gerou uma incerteza quanto ao alcance do objetivo comum, no entanto, havia a garantia da terra e o envolvimento das famílias e dos pesquisadores. A obtenção da habitação era o elo de ligação entre os envolvidos que propiciou não só a articulação para se obter o financiamento habitacional adequado, mas também a discussão de diversos temas de interesse do Projeto de Pesquisa como: a geração de trabalho e renda, a formação e capacitação de pessoas, reposição florestal e políticas públicas habitacionais.

Por meio da participação das famílias em todo o processo de produção da moradia, desde a elaboração do projeto arquitetônico, a discussão do sistema construtivo, a articulação do financiamento, o planejamento da organização no canteiro de obras até a execução do mutirão, pôde-se aumentar o conhecimento e a compreensão dos pesquisadores e famílias a respeito das questões que envolvem a viabilidade dos objetivos, propiciando um verdadeiro processo de aprendizagem (Relatório FINAL Fapesp – Fase II, 2004).

Para tanto, houve algumas condições que foram essenciais para a obtenção de alguns resultados. Em primeiro lugar, a demanda surgiu das famílias que seriam as beneficiárias da produção-piloto de habitação, ao contrário de Itararé (primeiro município onde atuou o grupo de pesquisa Habis), onde não havia essa demanda direta. Em segundo, o envolvimento das famílias foi fundamental tanto para se formular as estratégias (ficando dessa forma, adequadas à sua situação e condições) como para se pressionar os órgãos responsáveis pelo financiamento habitacional, no caso, CEF – Caixa Econômica Federal, e INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Junto com as famílias, o envolvimento dos pesquisadores foi de igual importância, sobretudo, na interlocução com tais órgãos, destacando-se o aspecto de inovação e de pesquisa que envolvia a produção de moradias em Pirituba II. Em terceiro lugar, o grupo se manteve (apesar de entradas e saídas de alguns integrantes) organizado, em alguns períodos mais, outros, menos, pois as

novidades em torno da articulação do financiamento asseguravam, de certa forma, o interesse das famílias. Ou seja, a obtenção do financiamento dentro do Convênio PSH-CEF/INCRA foi o resultado dessa articulação e que garantiu a organização do grupo. Caso isso não fosse alcançado, provavelmente o grupo teria se enfraquecido e talvez até desfeito.

Focalizando-se nas dificuldades, algumas delas resultaram em entraves para a organização do grupo, que, de acordo com o Relatório FINAL Fapesp – Fase II (2004), as famílias colocaram inicialmente, seu receio na organização coletiva, tendo em vista experiências antigas nas quais houve um processo de coletivização forçada que excluía aqueles que não se adaptavam ao modelo de organização da produção agrícola proposto. Havia entre os integrantes, uma diversidade quanto à compreensão do modo de organização coletiva: algumas famílias o rejeitavam por completo, e outras, o consideravam como o melhor meio de se obter a casa. Devido a esse fator, a escolha do grupo de famílias foi se dividir em subgrupos (que depois se tornaram, respectivamente, Grupão e grupos) de acordo com suas afinidades prévias (vizinhança, parentesco, trabalho). Entre os dois extremos, de um lado, um único grupo e de outro, a iniciativa individual, adotou-se um caminho intermediário, tendo em vista o histórico das famílias. No entanto, isso resultou em problemas e conflitos no decorrer do processo, pois, apesar da identidade comum (construir casas), havia diversas afinidades que, às vezes, se chocavam ou se confluíam. Isso indica que a questão da organização coletiva da produção de moradia (como são os casos de mutirão) requer uma cuidadosa reflexão, pois não pode ser tratada de modo homogêneo ou estar descolada das condições e experiências dos seus integrantes.

Outra dificuldade verificada nesta fase foi a heterogeneidade quanto à compreensão do que estava sendo discutido e decidido. Muitas famílias tinham dificuldades de entender o que era discutido nas reuniões, levando-as a tomar uma decisão que não correspondia à sua vontade/necessidade ou deixar que a decisão fosse tomada por outra pessoa, em geral, alguma liderança. Isso repercutiu no andamento do Projeto, pois muitas vezes era necessário dar um passo atrás para rever decisões tomadas – como foi o caso da escolha do material construtivo.

3.1.1. Como se estruturaram: assentamento e grupos

De acordo com Shimbo (2004), cada família assentada ocupa um lote de moradia (ou lote de agrovila, com área de 1 ha) e um lote de campo (ou lote de plantio, com área aproximada de 16 ha). Os lotes de moradia são agrupados nas agrovilas, que funcionam como centros de cada área e os lotes de campo localizam-se ao redor das agrovilas, conforme a Figura 21. O Pastão é uma exceção nessa estrutura, as famílias não têm o lote de agrovila e moram no lote de campo.³⁷

O grupo das casas foi formado inicialmente por 75 famílias, das quais 11 necessitavam apenas reformar suas casas e 64 construir casas novas, e transformou-se no primeiro critério para a divisão do grupo que, em um segundo momento foi dividido pelo critério da localização dos lotes da moradia: 40 famílias pertencentes à Agrovila I, 14 moradoras da Agrovila IV e 10 do Pastão. Devido ao elevado número de famílias a Agrovila I foi subdividida em quatro outros grupos, de acordo com o critério da sociabilidade e/ou parentesco.

Durante os trâmites para a escolha e espera do financiamento habitacional rural muitas famílias desistiram ao longo das discussões ou optaram por programas que não contemplavam os interesses da pesquisa como a utilização de madeira de plantios florestais e o adobe. Sendo o PSH-Rural – Programa de Subsídio Habitacional Rural, favorável aos interesses da pesquisa e às necessidades das famílias, os assessores esforçaram-se em viabilizar as negociações junto à Caixa Econômica Federal, assumindo por muitas vezes responsabilidades dos órgãos financiadores/gerenciadores e até das próprias famílias. Segundo Ino (2007)³⁸, das 63 famílias que vinham participando das reuniões, 10 optaram por se inscrever no programa da CDHU, que contaria com a assessoria técnica da prefeitura de Itapeva, 49 escolheram o PSH, que possibilitava o desenvolvimento da pesquisa e 04 delas desistiram.

³⁷ O Assentamento Pirituba II é composto por seis agrovilas, mas o Projeto Inovarural atuou somente junto às famílias das Agrovilas I e IV e o Pastão.

³⁸ Coleção Cadernos Inovarural – **O encontro entre famílias e assessores: organizando grupos para projetos de habitação rural**. Brasília/Caixa, 2007.

Por fim, o Grupão (como foi denominado o conjunto de todos os grupos) foi organizado em sete grupos os quais receberam os seguintes nomes: grupo do Término (07 famílias), grupo Nova Esperança (07 famílias), grupo União da Terra (06 famílias), grupo Bela Vista (08 famílias), grupo Cerâmico 1 (05 famílias), grupo 2 Quartos (07 famílias) e grupo PSH-4 (09 famílias), de acordo com a Figura 29.

Os representantes eleitos de cada um dos grupos, os assessores, duas lideranças históricas do assentamento e o técnico do Itesp, formaram a coordenação geral.

Figura 29 - Implantação das Agrovilas I e IV, respectivamente, onde consta a indicação dos lotes do grupo de famílias que acessaram à casa do projeto Inovarural, de acordo com os sub-grupos ao qual pertencem.

Fonte: Acervo Habis, adaptado pela autora.

3.1.2. Conciliar a Pesquisa na Ação de construir casas

Com o apoio dos pesquisadores/assessores foi realizado um esforço para que as famílias pudessem se organizar coletivamente para gerenciar e operar o processo de construção das casas. No caso do canteiro de obras foi construído de forma coletiva o Regimento Interno do Grupo, num processo de esclarecimento do projeto, dos parceiros, seus recursos e papéis, o planejamento e monitoramento do canteiro e suas regras de funcionamento.

Deu-se prosseguimento a outra etapa: a discussão sobre o projeto arquitetônico, que durou aproximadamente dois meses. De acordo com Shimbo (2004) foram realizadas várias reuniões sobre o projeto das casas, divididas em três momentos: 1º - Discussão sobre o plano de necessidades, 2º - Discussão sobre a planta arquitetônica e 3º - Definição das plantas e discussão sobre os materiais construtivos.

Um aspecto importante e não discutido durante as reuniões foi a posição das aberturas de portas e janelas de acordo com as variáveis (sol, vento, inclinação do terreno) relacionadas à implantação

da casa no lote. A decisão sobre este ponto ocorreu de forma individual no próprio canteiro de obras, o que trouxe alguns problemas para algumas casas, como por exemplo, a incompatibilidade de usos e orientação solar. Foram escolhidos dois modelos de plantas: uma com banheiro dentro e outra com banheiro fora (com opções de dois ou três quartos para cada uma), de acordo com a Figura 30 (SHIMBO, 2004).

Figura 30 – Modelo das plantas executadas em Pirituba II, com banheiro fora e dentro, respectivamente.

Fonte: Acervo Habis.

Uma das intenções (e também um dos grandes desafios) do Habis foi a construção de uma habitação com o menor custo possível garantindo as condições mínimas de habitabilidade³⁹. Desta forma, com a participação das famílias em processo de mutirão chegou-se a uma casa com 75m² com o custo de R\$9.500,00. Na intenção de viabilizar a moradia, durante a escolha dos materiais os assessores mostraram diferentes materiais construtivos usados pelo Habis (como madeira, terra, materiais com baixo impacto ambiental, de acordo com os recursos locais e que pudessem gerar trabalho e renda) comparando-os com os materiais comumente sugeridos nos centros urbanos.

³⁹ De acordo com a Caixa Econômica Federal os conceitos de habitabilidade mínima podem ser resumidos em: - instalações hidráulicas; - instalações elétricas; - instalações sanitárias; - banheiro com peças sanitárias e faixas de azulejo no box e pia; - cobertura executada; - aberturas externas fechadas; - reboco externo e piso interno cimentado.

Dentre as estratégias para viabilizar a pesquisa, existia a articulação de atores locais e outras Instituições controladoras de recursos e instrumentos políticos e produtivos, que poderiam estabelecer na região um novo paradigma para o equacionamento dos problemas sociais, baseado sobretudo, no uso e aproveitamento das potencialidades locais, principalmente de base florestal (INO, 1999). Assim, como uma das metas do Inovarural, foi instalado um empreendimento no Assentamento: a *Marcenaria coletiva*, na intenção de fornecer componentes de esquadrias e o sistema de cobertura para as casas, formada por integrantes das famílias do próprio assentamento. O histórico da implantação do empreendimento apresenta-se detalhado no item 3.2.

3.2. A INSTALAÇÃO DA MARCENARIA NO ASSENTAMENTO PIRITUBA II

A intenção de implantação de uma marcenaria no assentamento em um primeiro momento era proporcionar a redução do custo da habitação, com a produção de componentes de madeira e a capacitação simultânea de pessoas em atividades mais qualificadas e gestão do processo produtivo. Num segundo momento, após a finalização do mutirão, a marcenaria poderia continuar como um empreendimento autogestionário, proporcionando mais uma fonte de renda às famílias capacitadas para a prática do conhecimento adquirido.

3.2.1. A busca de recursos e a articulação das parcerias

Após a aprovação em Assembléia Geral sobre as possibilidades de capacitação de pessoas durante a construção de moradias, foram realizadas várias reuniões com grupos de interessados em participar nas várias atividades que envolviam o canteiro e a fabricação de componentes na marcenaria. A primeira reunião contou com a participação de aproximadamente 20 pessoas, onde se discutiu as várias possibilidades de local para a fabricação dos componentes, tendo em vista a

aprendizagem e o trabalho. Duas possibilidades levantadas foi a pré-fabricação de componentes em madeira em uma marcenaria instalada no próprio assentamento ou em parceria com empreendimentos da região (serrarias e marcenarias). Diante das dificuldades em estabelecer parcerias com empreendimentos da região para a fabricação de componentes pelas famílias, o Habis juntamente com a coordenação do grupo das casas optaram pela implantação da marcenaria no assentamento (Relatório FINAL Fapesp – Fase II, 2004).

Os esforços realizados pela equipe técnica na busca de recursos estiveram direcionados para a aquisição dos itens mínimos que viabilizariam o início da produção como: formação, infraestrutura e matéria-prima.

a) Para a formação

Para capacitar os interessados nas atividades básicas de marcenaria, a ESALQ-USP⁴⁰, em Piracicaba, distante 300 km do assentamento, ofereceu as instalações do LEM - Laboratório de Engenharia e Máquinas para Madeira, pesquisadores e técnicos para acompanhar o processo de capacitação. O grupo de interessados nesse momento (composto por cinco mulheres e quatro homens) encaminhou os homens para participar da capacitação durante cinco dias consecutivos. Estes desistiram posteriormente da idéia de participarem na formação do empreendimento.

Também foi realizada uma parceria com uma serraria no município de Taquarivaí, vizinho ao município de Itapeva, para a capacitação de alguns integrantes durante os cuidados na etapa de tabicamento das peças serradas e monitoramento do teor de umidade. Foram realizadas explicações sobre as técnicas de secagem natural que a serraria empregava para a madeira de eucalipto: base de roliços cravados no solo, tabuleiro nivelado, espaçamentos entre as camadas de madeira serrada e o alinhamento dos tabiques.

Após esta primeira capacitação fora do assentamento e ao se estabelecer como estratégia o aprendizado na ação, foi imprescindível a contratação e a atuação de um instrutor marceneiro em

⁴⁰ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo.

conjunto com a equipe técnica, realizando o acompanhamento permanente durante o processo junto aos participantes.

b) Para a aquisição de infra-estrutura

De acordo com o Relatório FINAL Fapesp – Fase II (2004), em 2003 o Habis foi contemplado com o montante de R\$ 12.000,00 do Prêmio Mostra PUC-Rio com o projeto: “Habitação em assentamento rural como oportunidade de capacitação profissional e geração de trabalho e renda” o qual previa que os recursos orçamentários seriam destinados exclusivamente para a aquisição de equipamentos para uma marcenaria itinerante. Desta forma, o grupo de pesquisa decidiu que os recursos obtidos com o prêmio seriam destinados à aquisição de equipamentos para o Grupo da Marcenaria no Assentamento Pirituba II, os quais seriam oferecidos em cessão de uso temporário até o momento em que a Marcenaria pudesse constituir um fundo coletivo para aquisição dos próprios equipamentos.

Com este recurso foi possível adquirir os equipamentos mínimos necessários para uma marcenaria, sendo alguns de segunda mão e reformados como: plaina desempenadeira (R\$ 5.000,00); plaina desengrossadeira (R\$ 2.800,00); furadeira horizontal de mesa (R\$ 1.000,00) e outros novos como a serra esquadrejadeira (R\$ 3.200,00). Para aquisição de outros equipamentos foram utilizados os recursos do Programa Habitar FINEP (chamada pública 2003), no valor de R\$ 2.500,00 que permitiu a compra de uma lixadeira de mesa e uma tupia, ambos adquiridos de uma marcenaria desativada da região, o recebimento destes equipamentos podem ser vistos na Figura 31 e 32.

Para a compra de ferramentas e materiais de consumo, tais como: furadeira portátil, serra circular portátil, medidor de umidade, conjunto de chaves, grampos, brocas, fresas, serra de mão, martelos e outros insumos necessários para as atividades, utilizou-se os recursos obtidos de diferentes fontes de fomento à pesquisa e extensão: FAPESP – pelo Programa de Pesquisa em Políticas Públicas e o Fundo de Cultura e Extensão da Universidade de São Paulo.

Figura 31. Chegada e descarregamento das máquinas adquiridas com o prêmio Mostra PUC-Rio.

Fonte: Acervo Habis

Figura 32. Máquinas adquiridas com os recursos advindos do prêmio Puc-Rio e Programa Habitar-Finep. a) Esquadrejadeira. b) Desempenadeira. c) Desengrossadeira. d) Lixadeira. e) Furadeira horizontal. f) Tupia.

Fonte: Acervo Habis

Além destes equipamentos e ferramentas adquiridos no 1º semestre de 2004, para dar início à fabricação dos componentes de esquadrias, foi necessário produzir mesas, cavaletes, tanque de tratamento e armários para concluir a infra-estrutura necessária à marcenaria, conforme a Figura 33, sendo que essas atividades de fabricação fizeram parte das primeiras capacitações específicas de serviços em marcenaria que o grupo realizou.

Vale ressaltar que a cessão verbal dos equipamentos realizada pelo Habis ao grupo da Marcenaria por um período indeterminado, indica o esforço pela busca de fontes de financiamento na intenção de viabilizar um empreendimento coletivo autogestionário com pessoas com recursos

escassos e a importância de iniciativas semelhantes por parte de instituições de ensino e outros órgãos à frente destas experiências.

Figura 33. Infra-estrutura fabricada durante o período de capacitação que antecedeu a produção das esquadrias: cavaletes, bancadas e tanque para tratamento de peças.

Fonte: Acervo Habis

c) Para a aquisição de matéria-prima

Para o fornecimento de madeira serrada ao Projeto Inovarural, buscou-se a estratégia de articulação da cadeia produtiva dos componentes, passando pela floresta (parceria com órgãos do governo e reflorestadoras), pelo desdobro até a secagem e tratamento (parcerias com serrarias locais). Entre fevereiro e agosto de 2004, houve diversas tentativas de articulação de parcerias, algumas bem sucedidas outras não. Neste trabalho serão relatadas as parcerias firmadas para a aquisição de madeira de eucalipto para a produção de esquadrias, que teve início a partir da discussão técnica do uso da madeira de pinus de 3ª qualidade para confecção destes componentes, chegando-se à decisão de substituir o pinus por eucalipto. Os critérios que levaram a essa decisão foram: grau de desempenho em relação à durabilidade e ao custo. O pinus apresentaria maior custo porque seria necessário adquirir um volume maior do que realmente seria utilizado pelo projeto, a fim de se permitir uma seleção mais rigorosa das peças, além disso, a durabilidade do pinus é menor se comparada a do eucalipto (1º Relatório – CEF, 2004). Dessa forma, partiu-se para a busca da parceria no fornecimento de madeira de eucalipto serrado a preço viável (preço preferencial ou doação). Tendo em vista a reposição florestal e o uso social da floresta do Estado foi realizado o primeiro contato, com a Fundação Florestal (órgão vinculado à Secretaria do meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo). Obteve-se uma resposta

negativa a esta proposta com o argumento que o volume solicitado seria muito elevado, não havendo disponibilidade de fornecer a madeira sem entrar no trâmite normal do leilão. O segundo passo foi a tentativa de realizar articulações com serrarias e proprietários de florestas locais indicadas pela própria Fundação Florestal.

A primeira parceria firmada foi com um proprietário da região (no município de Itapeva), o qual forneceu algumas toras de eucalipto. O serviço de desdobro das toras foi realizado pela mesma serraria onde ocorreu a capacitação para o tabicamento (no município de Taquarivaí), sem ônus para o projeto, de acordo com as especificações do romaneio desenvolvido para as esquadrias, resultando em 15,2m³ em madeira serrada.⁴¹

A finalidade inicial para as toras adquiridas era destiná-las para a construção da Casa Modelo, estratégia adotada no projeto para capacitar as famílias nas várias etapas da sua execução. O sistema de vedação da Casa Modelo era composto de duas técnicas, uma parte em madeira e outra em alvenaria de adobe. A intenção era mostrar algumas opções não convencionais para se construir uma casa, dando preferência para materiais locais com possibilidade de produção no próprio assentamento. Entretanto, em função da negação da parceria com a Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, através do Instituto Florestal (responsável pela floresta do Estado) para viabilizar a aquisição de madeira para as 49 casas, foi decidido destinar as toras doadas para a produção de esquadrias.

Na intenção de complementar o volume adquirido de 15,2m³ para a produção destes componentes, buscou-se outros possíveis fornecedores de toras, sendo um deles uma empresa de papel e celulose, com a solicitação de aproximadamente 240 mst (toras de diâmetro > 20cm).

Inicialmente a empresa negou a possibilidade de fornecer esta quantia em madeira alegando não trabalhar com toras de diâmetro acima de 20cm. Entretanto, com algumas visitas realizadas às florestas próximas ao assentamento, verificou-se a existência de um talhão remanescente com idade de 16 anos, diâmetro >25cm. Desta forma a empresa acabou utilizando a mesma

⁴¹ A descrição das características desta madeira denominada como o 1º lote adquirido, encontra-se no item 4.1.

solicitação para a doação de 320 toras de 2,80 a 3,00m de comprimento, correspondendo a derrubada de aproximadamente 40 árvores, o corte destas toras foi realizada por 10 integrantes das próprias famílias do assentamento.

Outra proposta levantada pelo grupo de pesquisas foi a parceria na perspectiva da utilização do tempo ocioso de algumas serrarias locais, mas durante o contato com as serrarias foi verificado que esta hipótese do tempo ocioso não se confirmou, além disso, os ajustes dos equipamentos para o desdobro de toras fora da dimensão padrão da serraria aumentaria o custo de produção. Somado a este fato e em função da alta do preço das toras no mercado neste período, as serrarias de pequeno a médio porte estavam operando sem lucro, algumas delas operando no vermelho só para não dispensar o quadro de funcionários.

Dentro do contexto de recursos exíguos, para reduzir o custo, a estratégia foi articular outras formas de parceria com serrarias locais para o desdobro das toras doadas pela empresa, sendo considerados para a análise do seu estabelecimento alguns critérios como:

1. Distância para transporte das toras da floresta até a serraria e transporte da madeira serrada para a marcenaria;
2. Parceria com transportes locais;
3. Disponibilidade para a serragem das toras dentro do prazo do projeto;
4. Preço de serragem das toras;
5. Qualidade da madeira serrada (desbitolamento, processo de desdobro, tipo de maquinário).

Na Tabela 19 estão organizados os critérios para a análise das parcerias com cada serraria contatada:

Tabela 19 - Critérios de análise das parcerias (junho a agosto/04).

Critérios p/ análise das parcerias	Serrarias contatadas/Municípios			
	Serraria 1 (Eng. Maia)	Serraria 2 (Taquarivaí)	Serraria 3 (Itapeva)	Serraria 4 (Eng.Maia)
Distância da serraria	15km	46 km	39 km	15km
Parceria de transporte	Caminhão de Eng. Maia	Caminhão de Itapeva	Caminhão de Itapeva	Caminhão de Eng. Maia

Disponibilidade	Ok	Ok	Pouco interesse	Ok
Preço de 1 m ³ de madeira	R\$ 84,00 (valor de 2m st)	R\$ 210,00 *	Custo de produção alto	R\$ 150,00 **
Qualidade da madeira	Serra de fita horizontal nova	Serra de desdobro vertical	Serra de desdobro vertical	Sem informação

(*) R\$ 210,00 é a diferença do valor da tora R\$ 40,00/mst x 3,5 = R\$ 140,00 do valor da venda de madeira serrada R\$350,00/m³

(**) O valor de 150,00/m³ resulta da forma de cobrança da serraria 2 que fez o preço de serrada de R\$ 50,00 o mst de toras.

Fonte: Primeiro Relatório CEF, 2004.

Em função desta comparação e também pela estratégia do projeto de dar prioridade às pessoas e empreendimentos locais, optou-se pela Serraria 1 em Engenheiro Maia, Distrito de Itaberá. Foi negociado também, o valor do frete do transporte das toras da floresta e da madeira serrada para a marcenaria. Para os demais lotes de madeira de eucalipto adquiridos para a fabricação das esquadrias não foi possível estabelecer parcerias, os trâmites das negociações posteriores estão relatadas no item 4.1.

3.2.2. A unidade produtiva em relação à infra-estrutura disponível

Para a escolha do local de implantação da marcenaria foram examinadas duas alternativas de edificações no assentamento: 1º - um barracão aberto, com cobertura e sem instalação elétrica, com aproximadamente 80m² de área, localizado na Agrovila I; 2º - um barracão fechado com instalação elétrica, com aproximadamente 200 m² de área, localizado na Agrovila IV, distante 4 km da Agrovila I (local de moradia dos primeiros integrantes).

Em reuniões entre o grupo das casas, grupo da marcenaria e equipes de assessoria optou-se pela alternativa do barracão localizado na Agrovila IV, em acordo com o Itesp (órgão proprietário do barracão) e um grupo de famílias da Agrovila IV (que utilizavam anteriormente esta área para armazenamento de sementes e excedentes da produção), foi decidido que uma parte do barracão fosse cedido para o grupo da marcenaria, ver Figura 34a.

Ao longo do tempo, devido ao aumento do número de atividades e pela necessidade de uma área maior para armazenamento tanto de madeira serrada como de componentes fabricados, a marcenaria ampliou seu espaço de ocupação. Em reunião com o Itesp, grupo da marcenaria e famílias da Agrovila IV decidiu-se que a edificação poderia ser utilizada integralmente pela marcenaria, por meio de uma cessão de uso formalizada, ver Figura 34b. Em contrapartida, a marcenaria ajudaria na reforma de outros barracões para as famílias da Agrovila IV.

Figura 34. a) Planta do barracão com a localização de todos os equipamentos existente na Marcenaria, a área rachurada retangular indica a área compartilhada com armazenamento de sementes. b) Ocupação integral do barracão pela marcenaria, a área rachurada retangular indica o espaço destinado ao armazenamento de componentes prontos e a área rachurada elíptica a área ocupada pelo cepilho produzido durante a fabricação das peças.

O estabelecimento da marcenaria na Agrovila IV tinha como pontos favoráveis: sua visibilidade a partir da Rodovia Itapeva-Itararé, fácil acesso, estrutura do barracão já existente, distante o suficiente das casas impedindo que o ruído perturbe os moradores, local coberto para armazenamento de madeira, proximidade de outras edificações para utilização como escritório e outras funções. Como aspectos desfavoráveis foi levantada a distância da Agrovila I (onde a maior parte dos integrantes residem), sendo este ponto minimizado por meio da parceria com o transporte escolar local.

Figura 35. Vista frontal do barracão onde foi implantada a marcenaria.

Fonte: Acervo Habis

3.3. ESTRATÉGIAS PARA A FORMAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS GRUPOS DE TRABALHO

A construção da marcenaria foi acompanhada pelo grupo de pesquisa Habis em parceria com a Incoop UFSCar⁴², esse acompanhamento denomina-se *incubação* e é permeada pelos princípios e valores da Economia Solidária, sendo a estratégia utilizada para a sua viabilidade a mesma utilizada no canteiro de obras com a educação simultânea à produção, ou seja, durante a produção dos componentes em madeira para as 49 casas é que o grupo se capacitou para os trabalhos específicos de marcenaria e aprendeu a organizar o empreendimento.

A formação do grupo da marcenaria passou por três momentos diferentes até a sua consolidação:

3.3.1 O 1º Momento – Como tudo começou...os primeiros grupos de trabalho

janeiro a dezembro/2004

O primeiro momento compreende as atividades desenvolvidas entre janeiro e dezembro de 2004. Com a finalidade de formar o primeiro grupo da marcenaria, inicialmente foram realizadas várias reuniões com os interessados em constituir uma marcenaria coletiva, durante as reuniões procurava-se sensibilizar para a organização e necessidade da capacitação em serviços qualificados

⁴² Incubadora Regional de Cooperativas Populares da Universidade Federal de São Carlos.

para a marcenaria. A participação nesse momento variou entre 5 e 9 pessoas com equilíbrio entre homens e mulheres, sendo sempre enfatizado que a adesão à organização coletiva era livre, espontânea e esclarecida.

As atividades necessárias para a implantação da marcenaria no assentamento aconteceram no início de 2004 com a primeira capacitação realizada na seção de marcenaria da ESALQ, a qual teve a duração de cinco dias, ficando decidido pelo próprio grupo que somente os homens fariam esta primeira capacitação, com a presença de 4 integrantes. O Quadro 3 foi retirado do Relatório FINAL Fapesp – Fase II (2004) e descreve as atividades desenvolvidas nesta visita que antecederam as realizadas na marcenaria.

Descrição das Atividades/ações	Data
<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação das instalações da serraria da ESALQ. - Apresentação dos instrutores e envolvidos na capacitação. - Apresentação dos componentes (painel de vedação) que seriam construídos durante a capacitação. - Instrução de como se deve utilizar os equipamentos de segurança - Instrução de como se deve operar cada máquina, suas regulagens, medidas de segurança e o objetivo de cada etapa na produção final do componente a ser construído. - Instrução de como se procede a montagem do componente após a madeira já estar processada. 	26/01/04
<ul style="list-style-type: none"> - Início das atividades práticas dos alunos. - Cada aluno ficou responsável por montar um painel sozinho. - Cada aluno separou a madeira que iria utilizar e fez sua medição. - Começaram a processar a madeira, passando pelo destopo (na serra de fita), desengrosso, desempenho. - Fizeram a pré-montagem dos painéis. - Executaram a furação para a colocação das cavilhas. 	27/01/04
<ul style="list-style-type: none"> - No começo da manhã os alunos continuaram processando a madeira. - Fizeram a pré-montagem dos painéis. - Executaram a furação para a colocação das cavilhas. - Aprenderam a operar o torno e a fabricar as cavilhas. - Produziram cerca de 30 cavilhas. - Fizeram a montagem final do painel. - Foi apresentado o desenho e modelo do outro tipo de painel que seria fabricado. 	28/01/04
<ul style="list-style-type: none"> - A madeira para o painel de cobertura foi separada e medida. - A madeira começou a ser processada, os alunos fizeram o destopo na (serra de fita) e o desengrosso. - Foi feita uma visita à sede do IMAFLORA, com o intuito dos alunos conhecerem edificações em madeira, com um projeto de alta qualidade, para retirar o estigma de que essas seriam construções inferiores. - Os alunos continuaram a processar a madeira fazendo o destopo na (serra de fita) e o desengrosso, desempenho e regularização na serra circular. 	29/01/04
<ul style="list-style-type: none"> - Foi realizada a pré-montagem do painel de cobertura. 	30/01/04

- O componente recebeu a pré-furação para a colocação das cavilhas
- Começou a ser feita a montagem final do painel de cobertura.
- Foram feitas as últimas pré-montagens e furações.
- Acabou-se de montar todos os painéis

Quadro 3. Descrição das atividades preliminares à implantação da marcenaria (janeiro a fevereiro/04).

Fonte: II Relatório Fapesp – Fase Final (2004), adaptado pela autora.

O primeiro grupo de quatro pessoas (todos os homens do grupo) a ser capacitado, acabou se diluindo e nenhum de seus integrantes mostrou interesse em dar continuidade ao processo de capacitação nas atividades. Um dos motivos argumentados foi o fato dos homens (chefes de família) terem outras atribuições e deveres diferentes das mulheres, principalmente ligadas à contribuição na renda familiar, impossibilitando a dedicação necessária às atividades da marcenaria⁴³. Desta forma, houve a necessidade da organização e redefinição das estratégias de participação das famílias por meio da formulação de um Regimento Interno para a Marcenaria, o qual demorou um certo período para ser colocado em prática.

Devido às desistências de vários membros e para facilitar a troca de serviços entre as atividades da marcenaria e do canteiro de obras, foi firmado mediante uma decisão de Assembléia que cada grupo de famílias escolhesse um representante para atuar na produção dos componentes, enquanto o restante das famílias executaria as atividades no canteiro de obras, inclusive na casa dos participantes da própria marcenaria, desta forma o grupo passaria a ter sete membros fixos.

A partir deste momento a marcenaria passou a contar com a participação de um marceneiro instrutor remunerado com recursos do projeto de pesquisas. Nesta fase iniciou-se também a tentativa de inserção de jovens cursando segundo grau, para que vislumbassem esse empreendimento como uma oportunidade de se manterem no local onde moravam e não precisassem se deslocar até a cidade em busca de trabalho. Mesmo diante da oportunidade de adquirirem uma profissão, a maior parte dos jovens não se interessaram neste momento pelas

⁴³ Perfil observado na maior parte das famílias do assentamento segundo o levantamento sócio-econômico realizado pelo Grupo Habis em 2003: homens com dedicação exclusiva no campo contribuindo com a maior parcela na renda familiar e mulheres na maior parte donas de casa, auxiliando eventualmente seus cônjuges nos serviços do campo.

atividades desenvolvidas na marcenaria, onde o principal motivo observado foi a falta de remuneração durante o processo de capacitação.

A formação do grupo ao longo deste período passou por uma série de alterações de estratégias, pois a não constância dos representantes foi uma das principais dificuldades encontradas para sua consolidação, agravada também pelos conflitos inter-pessoais de várias naturezas (terceirização de serviços, gênero, afinidades). A Figura 36 mostra as discussões realizadas nas reuniões entre grupo da marcenaria e equipe técnica a fim de solucionar as questões que implicavam na adesão dos integrantes.

Figura 36. Fotos das primeiras reuniões entre a equipe técnica e integrantes do grupo da marcenaria.

Fonte: Acervo Habis

Por fim, chegou-se ao consenso em “manter somente as pessoas que tivessem a constância e envolvimento na capacitação para as atividades da marcenaria”. Esta nova decisão teve uma implicação direta na questão da troca de serviços da marcenaria com o restante do grupo das casas: Os grupos de famílias que estivessem em “dívida”⁴⁴, sem representante, poderiam fazer uma troca com base de cálculo das horas de trabalho gastas para produzir cada componente de madeira com:

- Corte das toras na floresta;
- Mutirão para transporte de toras;
- Descarregamento da madeira serrada bruta;

⁴⁴ Ao longo da produção dos componentes, referiam-se ao termo “dívida” para os grupos que não haviam indicado um representante para a realização das atividades na marcenaria em conjunto com os integrantes. Algumas atividades que precederam a produção como: construção de bases para o tabicamento, descarregamento e tabicamento das peças e o corte de toras na floresta, puderam ser utilizadas para o cálculo da diminuição da “dívida” destes grupos para com a marcenaria, de acordo com as horas trabalhadas nestas atividades.

- Tabicamento (para a secagem da madeira);
- Mutirão nas atividades mais operacionais na marcenaria durante a produção dos componentes para o Grupão.

Assim, com este novo critério (envolvimento e constância na capacitação), o grupo da marcenaria foi finalmente consolidado, sendo representado por apenas 03 integrantes, os únicos que se comprometeram e assumiram a implantação do empreendimento, de acordo com a Figura 37.

Figura 37. Esquema dos grupos e seus representantes na marcenaria.

Os três integrantes que aderiram efetivamente à proposta foram *mulheres*, da faixa etária entre 40 e 50 anos de idade, trazendo na bagagem apenas a experiência desenvolvida nos serviços domésticos e do campo (Figura 38). Este cenário surpreendeu toda a equipe técnica: o grupo da marcenaria consolidado inicialmente por apenas três integrantes e todos com o mesmo perfil: *mulheres* e *donas-de-casa*. Embora representassem um número reduzido de participantes, com elas a marcenaria pôde iniciar uma atividade de capacitação mais intensa e consolidar uma real viabilidade na conformação de um núcleo que garantisse a continuidade da produção de componentes criando as condições necessárias para o início de um empreendimento autogestionário.

Figura 38. Instrutor e primeiros integrantes do grupo da marcenaria: *as marceneiras*.

Fonte: Acervo Habis e autora.

O início da capacitação das *marceneiras*⁴⁵ em trabalhos específicos ocorreu durante os meses de junho e julho de 2004 através da fabricação de batentes, cavaletes, mesas, armário e pequenos objetos que fazem parte da infra-estrutura para a produção dos componentes. As capacitações realizadas neste período foram: recebimento, armazenamento e secagem da madeira, capacitação para a leitura de desenhos, instruções sobre a operação de cada máquina com suas regulagens e medidas de segurança, processamento da madeira, montagem de componentes e monitoramento do controle da qualidade e produtividade. A maior parte das atividades de capacitação ocorreu simultaneamente às atividades de execução, ou seja, os participantes aprendiam os procedimentos necessários conforme executavam as atividades, procurando se estabelecer o *aprendizado na ação*, conforme a Figura 39.

Figura 39. Sequência de fotos com as primeiras atividades: lote de madeira de eucalipto tabicado, processo de capacitação para o manuseio das máquinas e exposição das primeiras peças fabricadas.

Fonte: Acervo Habis.

⁴⁵ Nome dado às mulheres que consolidaram o grupo da marcenaria e como ficaram conhecidas em todo o assentamento e fora dele.

Além dos motivos já citados pelo não envolvimento dos primeiros homens nas atividades da marcenaria, a falta de comprometimento dos outros grupos esteve vinculada a problemas de relacionamento intergrupos e à política da troca de serviços entre a marcenaria e o canteiro de obras, onde as famílias não conseguiam mensurar a complexidade de cada atividade e procuravam computar de forma exata as horas trabalhadas como em uma empresa. O resultado foi um clima de desconfiança e desigualdade, como se estivessem em desvantagem e trabalhando a mais que os outros participantes seja na marcenaria ou no canteiro de obras.

Neste primeiro momento também deu-se início à produção dos primeiros batentes para as casas do assentamento atingindo aproximadamente 50% da produção de batentes (ver item 4.3).

Figura 40. Grupo da Marcenaria e primeiros batentes: de janela e porta, fabricados durante o processo de capacitação.

Fonte: Acervo Habis.

3.3.2 O 2º Momento – A produção do sistema de cobertura - VLP

janeiro a julho/2005

Devido à ordem de execução das atividades estabelecidas pelo canteiro de obras seria preciso fabricar os componentes de cobertura antes das esquadrias, desta maneira foi realizada uma pausa na produção destes componentes em janeiro de 2005 e iniciada a produção do kit cobertura na marcenaria: as vigas laminadas pregadas – VLP⁴⁶, em madeira de pinus de 3ª qualidade. Neste momento a marcenaria passou por uma reformulação nas estratégias para realização destas atividades devido ao número elevado de peças a serem fabricadas, ao nível de esforço físico exigido para circulação destas peças e ao cronograma de obras. Devido a estes motivos foi

⁴⁶ Viga Laminada Pregada – principal peça que compõe o sistema do kit cobertura empregado nas casas do Assentamento Pirituba II.

adotado o processo de mutirão, com a presença de um integrante por família, conforme a Figura 41. Nesta fase as marceneiras tiveram um papel muito importante dentro da marcenaria, como auxiliares do instrutor na capacitação dos demais integrantes do Grupo das casas. Este momento se estendeu até o fim do mês de julho de 2005.

Figura 41. Fotos da fabricação dos componentes de VLP – Viga Laminada Pregada, em madeira de pinus de 3ª qualidade em processo de mutirão.

Fonte: Acervo Habis

3.3.3 O 3º Momento – A formação dos grupos para a retomada e término da produção dos componentes de esquadrias

agosto/05 a fevereiro/06

Antes que a produção dos componentes de batentes fosse retomada na marcenaria, foram realizadas várias reuniões com os grupos a fim de organizar uma nova estratégia para a produção dos componentes de esquadrias, diferente da empregada para a fabricação do kit cobertura. A elaboração de novas estratégias se fez necessária, após um balanço do ritmo de produção até aquele momento diante de um cronograma apertado em que todos (equipe e famílias) se encontravam. As novas estratégias elaboradas juntamente com o grupo das casas e aplicadas na marcenaria foram:

a) 1ª estratégia proposta

Na primeira estratégia foi proposto que cada grupo designasse dois representantes para a marcenaria. Ao aumentar o número de participantes com atuação permanente até o fim da

produção, vislumbrava-se alcançar um ritmo mais intenso de trabalho e uma capacitação mais rigorosa e gradativa da mão-de-obra, evitando a constante rotatividade de pessoas.

Foram escolhidos dois representantes por grupo, com exceção do grupo União da Terra e PSH4, os quais fabricaram seus próprios batentes e sensibilizaram apenas um de seus representantes, respectivamente.

Ao ser aplicada a 1ª estratégia foram detectados alguns problemas, como a falta de trabalho para a nova equipe então composta por 09 pessoas. Pois, devido à maior complexidade do processo de produção em relação às VLPs, o instrutor não conseguia capacitar muitas pessoas ao mesmo tempo e, devido ao número limitado de máquinas não havia atividades para todos os integrantes. Como exemplo, no momento de iniciar uma nova etapa era preciso um número considerável de peças, contudo, cada peça passa por um processo demorado de execução, aumentando o tempo para compor um volume suficiente e ocupar outras pessoas para as próximas etapas.

b) 2ª estratégia proposta

Diante desta nova realidade foi elaborada uma nova estratégia propondo a diminuição da equipe para um representante por período, isso garantiria que a marcenaria sempre estivesse ocupada e com um número menor de pessoas, sendo possível a realização da capacitação e, ao mesmo tempo aumentar o ritmo produtivo, já que neste momento o que acelerava e melhorava a produção não era um número grande de pessoas e sim um número adequado que o instrutor pudesse capacitar e coordenar.

c) 3ª estratégia proposta

Houve a necessidade da reformulação da última estratégia aplicada, mas desta vez não houve a intervenção da equipe técnica. Os próprios integrantes acabaram combinando entre si os acordos que seriam mais fáceis de serem cumpridos como: alguns grupos adotaram a estratégia de ir cada um de seus representantes alternadamente a cada semana, permanecendo os dois períodos na

marcenaria; outros, realizando o revezamento de representantes a cada dia e ainda outros, adotaram a 2ª estratégia, um representante por grupo em cada período do dia.

Em um primeiro momento a 3ª estratégia foi aceita com maior êxito e o ritmo de produção dos componentes conseguiu atingir um resultado constante.

Com o decorrer das semanas os homens que faziam parte deste terceiro momento da produção acabaram optando pelos serviços do canteiro de obras e abandonaram as atividades da marcenaria. Os integrantes que permaneceram foram as três marceneiras que já faziam parte do grupo fixo juntamente com outras duas mulheres com o mesmo perfil, após algumas semanas outra mulher aderiu à causa da marcenaria, de acordo com a Figura 42.

Figura 42. As seis marceneiras que formaram a equipe permanente envolvida na fabricação das esquadrias.

Fonte: Grupo Habis.

Ao final, conseguiu-se formar um grupo fixo até a finalização da produção das esquadrias, fevereiro de 2006, com um total de 06 pessoas, todas elas mulheres e donas-de-casa. Quanto à representatividade dos grupos, duas delas pertenciam ao mesmo grupo (Grupo PSH), dois não mandaram representantes (Grupo União da Terra e Grupo Cerâmico 1) e os outros quatro grupos, cada um deles contavam com um representante na marcenaria, de acordo com a Figura 43:

Figura 43. Novo esquema dos grupos e seus representantes na marcenaria.

Visto que três marceneiras residiam na Agrovila I, a questão do transporte foi solucionada a partir de um acordo com o transporte escolar, trazendo-as até a Agrovila IV (durante o transporte escolar normal). O horário de chegada e saída do ônibus do local de trabalho determinou o horário de início e término das atividades diárias da marcenaria (8:00h às 11:00h e retomada das 12:30h às 17:00h).

Foram observadas várias mudanças no cotidiano das atividades pessoais de cada uma delas: atividades domésticas e na lavoura de subsistência. Para compatibilizarem o trabalho da marcenaria com as tarefas domésticas passaram a trabalhar depois do trabalho em suas casas e acumularem atividades nos fins de semana, para isso, passaram a ter um apoio maior da família.

Buscou-se sensibilizar para que todos os integrantes da marcenaria se envolvessem em todos os tipos de atividade e também aprendessem a operar todas as máquinas, e não se detivessem somente nas atividades que mais se identificavam. Para isso, era realizada entre elas uma rotatividade constante nas tarefas de seleção, transporte, processamento, montagem dos componentes e limpeza do barracão.

3.4. A CONCEPÇÃO DO PROJETO DAS ESQUADRIAS

Durante os primeiros estudos referentes aos componentes viáveis de fabricação em uma marcenaria coletiva autogestionária, cogitou-se a fabricação de painéis de vedação utilizando

madeira de pinus de 3ª qualidade presente na região. Mas os estudos relacionados à disponibilidade florestal e aos cenários necessários para viabilizar a proposta desenvolvida pelo grupo de pesquisa levou a equipe a conclusão que seria inviável a fabricação destes componentes dentro do contexto naquele momento. Uma derivação desta proposta foi estendida aos componentes de cobertura, permanecendo o conceito da utilização de madeira de pinus de 3ª qualidade, o projeto do sistema de cobertura conseguiu alcançar êxito em sua execução na marcenaria do assentamento. As esquadrias se tornaram o segundo componente que os primeiros cenários revelaram ser passível de fabricação dentro da intervenção em Pirituba II, mas estas primeiras hipóteses só seriam confirmadas após a realização da experiência prática. Apenas a partir deste desafio seriam obtidos dados mais precisos sobre as dificuldades durante o processo, já que o primeiro cenário se mostrou favorável (não consome um grande volume de madeira, sua fabricação seria possível com o maquinário disponível), sendo interessante desenvolver estudos no sentido de otimizar a produção destes componentes e, conseqüentemente, contribuir para a diminuição do custo da moradia.

Em Pirituba II, o percurso traçado para a definição do projeto das esquadrias ocorreu posteriormente à definição do projeto arquitetônico, perpassando assim como este, pela discussão coletiva entre famílias e assessores em todas suas instâncias. A metodologia de projeto adotada contemplou as seguintes etapas:

- 1º - Estabelecimento das diretrizes de projeto – condicionantes técnicas e econômicas;
- 2º - Elaboração da primeira proposta;
- 3º - Discussão coletiva com as famílias;
- 4º - Definição do projeto e execução do detalhamento;
- 5º - Fabricação dos primeiros protótipos.

Ao serem apresentadas as propostas previamente elaboradas pela assessoria técnica, buscou-se compatibilizar a disponibilidade de recursos financeiros e técnicos com a viabilidade construtiva

em larga escala, para um projeto de habitação já idealizado e definido e em processo de construção.

O processo de discussão coletiva levou à maior compreensão e aceitação do projeto, evitando mudanças posteriores e a insatisfação dos futuros usuários, fatores estes que poderiam também refletir no cronograma de obras e na qualidade construtiva. Os pontos discutidos a respeito das tipologias possíveis de serem fabricadas e os custos das esquadrias no mercado, ampliaram a capacidade das famílias em compreender e inter-relacionar as variáveis que influenciam na concepção projetual do componente e como a experiência poderia repercutir futuramente para o próprio assentamento, com a utilização de matéria-prima local e a capacitação da mão-de-obra envolvida.

Após a aceitação final do projeto pelas famílias passou-se pela etapa de detalhamento, com a indicação das especificações e informações necessárias à sua execução. Com o projeto definido o próximo passo realizado foi a fabricação de um modelo por meio de uma produção piloto dos componentes, onde foi possível retro-avaliar o projeto e o processo de fabricação adotado, a fim de desenvolver e transferir um processo mais otimizado para a produção geral dos componentes.

3.4.1. Condicionantes de maior relevância na definição das tipologias a serem fabricadas

Neste momento o grande desafio foi traduzir na forma de uma tipologia as condicionantes técnicas e econômicas que fossem ao encontro do que as famílias esperavam, não em termos de inovação, mas sim, aliar a satisfação do usuário com a viabilidade de execução dentro das condições locais e da pesquisa.

Procurou-se estabelecer uma correlação entre os níveis de satisfação, execução e custos associados. Mas em Pirituba os aspectos ligados ao custo e a facilidade executiva acabaram sobressaindo em relação aos demais itens analisados que, dentre as exigências do usuário voltadas para janelas citadas no item 2.4, foram estabelecidas como mais importantes para o projeto das

casas: Segurança quanto à utilização, Segurança estrutural, Estanqueidade, Conforto visual, Durabilidade, Economia, Adequação Ambiental, sendo algumas delas satisfeitas de forma integral e outras de forma parcial.

Aspectos técnicos

De acordo com Gava (2005), nos primeiros levantamentos realizados em Pirituba II sobre a capacitação da mão-de-obra, não se verificou a presença de pessoas aptas para os trabalhos de carpintaria ou marcenaria, com raríssimas exceções. Os trabalhos levantados ligados à construção civil e, especificamente com o material madeira, em geral se restringe à construção do próprio abrigo ou de vizinhos, amigos e parentes. A mão-de-obra presente no assentamento é essencialmente agrícola.

Para o desenvolvimento da proposta avaliou-se a disponibilidade mínima de equipamentos que a marcenaria dispunha, apresentados na Figura 44, que em conjunto com a mão-de-obra em fase de capacitação, direcionou a proposta a um projeto menos complexo. A fim de aferir maior qualidade ao produto, buscou-se uma tipologia com simplicidade construtiva, propondo um processo de produção de maneira que fosse possível a utilização de equipamentos e ferramentas comuns, facilmente encontrados em qualquer marcenaria minimamente equipada.

EQUIPAMENTOS		EQUIPAMENTOS	
01 esquadrejadeira			01 desengrossadeira
01 desempenadeira			01 lixadeira

Figura 44. Fotos do maquinário disponível na marcenaria.

Aspectos econômicos

Alguns autores indicam como aspecto positivo da autoconstrução o barateamento da obra devido à não inclusão no preço final dos custos indiretos relacionados à mão-de-obra, enquanto outros autores indicam como aspecto negativo o sobre-trabalho, uma vez que o mutirante assume uma dupla jornada de trabalho. Mas, ainda segundo o autor, esta economia, traduzida em diminuição dos custos financeiros, deve ser constantemente equacionada com a qualidade final das habitações.

Neste trabalho para o projeto das esquadrias procurou-se desenvolver um componente a baixo custo sem, contudo, implicar na redução da qualidade levando em consideração para o aspecto econômico uma tipologia:

- Que empregasse baixa quantidade de insumos e ferragens e que fossem de custo mais reduzido;
- Racionalização do uso da madeira em função das dimensões;
- Facilidade de manutenção, de maneira a possibilitar a reposição de peças ao longo do tempo caso fosse necessário;
- Custo adequado de acordo com o segmento almejado.

Além destas considerações, procurou-se desenvolver o romaneio das peças para serem enviadas à serraria, de modo a evitar sobras na unidade de pré-fabricação, com o máximo aproveitamento das peças.

Quanto à definição do tratamento preservativo, este pode ser considerado uma das lacunas não resolvidas do projeto, não atendendo ao aspecto econômico. Na intenção de minimizar este problema, deu-se prioridade ao produto de revestimento, o qual deveria apresentar maior durabilidade e fácil manutenção como o stain.

Aspectos relacionados à satisfação do usuário

Em janeiro de 2003, foi realizado um levantamento sócio-econômico e habitacional pelo grupo de pesquisa Habis no assentamento Pirituba II. A partir deste trabalho foi possível detectar que 58% das casas existentes no local adotaram o sistema de vedação em madeira, 20% das casas em alvenaria e outros 14% utilizavam um sistema misto em alvenaria e madeira. Entretanto, de acordo com Gava (2005), considerando as primeiras entrevistas e as demais atividades relacionadas à pesquisa, as famílias expressaram em diversos momentos o anseio pela “casa de material”⁴⁷, tida como sinônimo de casa definitiva e durável, ao contrário da casa de madeira, que tem uma conotação provisória, sendo a sua substituição realizada pela alvenaria de tijolos assim que tiverem condições financeiras para isso.

Em relação às esquadrias de madeira, não foram realizadas entrevistas específicas a respeito de sua aceitação em relação às esquadrias metálicas, mas verificou-se ao longo da pesquisa um preconceito menor em relação ao sistema de vedação (paredes), que pode estar associada à facilidade de substituição de peças ou do próprio componente em caso de problemas e, embora a maior parte das janelas existentes nas antigas moradias tenham sido executadas de forma precária (pelos próprios moradores), chegavam a atingir um nível mínimo de funcionalidade, satisfazendo seus usuários, sendo na maior parte janelas da tipologia de abrir. Como ponto negativo somente colocaram a questão da falta de luminosidade nos ambientes quando fechadas. Quanto ao gênero *E. eucalyptus* adotado para a fabricação destes componentes, embora eventualmente

⁴⁷ Termo mais utilizado na região para designar a casa em alvenaria.

manifestassem algumas dúvidas a respeito de sua durabilidade, notou-se um preconceito menor em relação ao pinus (adotado para o sistema de cobertura).

3.4.2. Definição das tipologias viáveis de serem fabricadas

A análise para a definição da tipologia foi estudada e discutida anteriormente pela assessoria técnica, para uma melhor investigação sobre os limites de execução do componente, evitando deste modo, que fossem criadas nas famílias expectativas não condizentes com os resultados alcançáveis.

São muitas as exigências que uma esquadria deve atender, em função do projeto de arquitetura e das necessidades dos usuários da edificação, seja ela residencial, comercial ou industrial. Partes fixas e móveis do sistema de uma janela permitem ao especificador trabalhar com uma gama de diferentes tipologias, atendendo às diversas funções do edifício e necessidades do usuário.

A partir da Figura 45, retirada do Manual Técnico de Caixilhos/Janelas (1991), onde estão expostas as principais tipologias encontradas no mercado, suas características, vantagens e desvantagens, para as janelas das casas em Pirituba II, foram selecionadas as tipologias mais indicadas para habitação: as janelas de correr, guilhotina, basculante, projetante, maxim-ar e de abrir.

Tipos	Características	Vantagens	Desvantagens
<p>Correr</p>	Possui uma ou mais folhas que se movimentam por deslizamento horizontal no plano da folha.	a) Simplicidade de manobra b) Ventilação regulada conforme abertura das folhas c) Não ocupa áreas internas ou externas (possibilidade de grades e/ ou telas no vão total)	a) Vão para ventilação quando aberta totalmente a 50% do vão da janela b) Dificuldade de limpeza na face externa c) Vedações necessárias nas juntas abertas
<p>Guilhotina</p>	É formada por uma ou mais folhas que se movimentam por deslizamento vertical no plano da folha.	a) As mesmas vantagens da janela tipo de correr caso as folhas tenham sistemas de contrapeso ou sejam balanceadas, caso contrário as folhas devem ter retentores no percurso das guias nos montantes do marco.	a) Caso as janelas tenham sistemas de contrapeso ou de balanceamento, a quebra dos cabos ou a regulagem do balanceamento constitui problemas b) As desvantagens já citadas na janela de correr
<p>Projetante</p>	Possui uma ou mais folhas que podem ser movimentadas em rotação em torno de um eixo horizontal fixo, situado na extremidade superior da folha.	a) Não ocupa espaço interno b) Possibilita ventilação nas áreas inferiores do ambiente, mesmo com chuva sem vento c) Boa estanqueidade, pois a pressão do vento ajuda esta condição	a) Dificuldade de limpeza na face externa b) Não permite o uso de grades e/ou telas na parte externa c) Libera parcialmente o vão
<p>Projetante Deslizante (maxim-ar)</p>	Possui uma ou mais folhas que podem ser movimentadas em torno de um eixo horizontal, com translação simultânea desse eixo.	a) Todas as vantagens da janela tipo projetante b) Possibilidade de abertura até 90° (horizontal) devido aos braços de articulação apropriados c) A abertura na parte superior facilita a limpeza e melhora a ventilação	a) Todas as desvantagens da janela tipo projetante quando não utiliza braço de articulação de abertura até 90°
<p>Tombar</p>	Possui uma ou mais folhas que podem ser movimentadas mediante rotação em torno de um eixo horizontal fixo, situado na extremidade inferior da folha.	a) Ventilação boa, principalmente na parte superior, mesmo com chuva sem vento b) Facilidade de comando à distância	a) Não libera o vão b) Dificuldade de limpeza na parte externa
<p>Abrir – Folha Simples ou Folha Dupla</p>	É formada por uma ou mais folhas que se movimentam mediante rotação em torno de eixos verticais fixos, coincidentes com as laterais das folhas.	a) Boa estanqueidade ao ar e à água b) Libera completamente o vão na abertura máxima c) Fácil limpeza na face externa d) Permite telas e/ou grades e/ou persianas quando as folhas abrem para dentro	a) Ocupa espaço interno caso as folhas abram para dentro b) Não é possível regular a ventilação c) As folhas se fixam apenas na posição de máxima abertura ou no fechamento total d) Dificultam a colocação de tela e/ou grade e/ou persiana se as folhas abrirem para fora e) Impossibilidade de abertura para ventilação com chuva oblíqua
<p>Pivotante horizontal ou vertical</p>	Possui uma ou várias folhas que podem ser movimentadas mediante rotação em torno de um eixo horizontal ou vertical não coincidente com as laterais e extremidades da folha.	a) Facilidade de limpeza na face externa b) Ocupa pouco espaço na área de utilização c) Quando utiliza pivôs com ajuste de freio, permite abertura a qualquer ângulo para ventilação, mesmo com chuva sem vento, tanto na parte superior quanto na parte inferior d) Possibilita a movimentação de ar em todo o ambiente	a) No caso de grandes vãos necessita-se de uso de fechos perimétricos b) Dificulta a utilização de telas e/ou grades e/ou persianas c) Ocupa espaço interno caso o eixo seja no centro da folha
<p>Basculante</p>	Possui eixo de rotação horizontal, centrado ou excêntrico não coincidente com as extremidades superior ou inferior da janela.	a) Janela que permite ventilação constante, mesmo com chuva sem vento, na totalidade do vão, caso não tenha panos fixos b) Pequena projeção para ambos os lados, não prejudicando as áreas próximas a ela c) Fácil limpeza	a) Não libera o vão para passagem total b) Reduzida estanqueidade
<p>Ribalta – abrir e tombar</p>	Possui uma ou mais folhas que podem se movimentar em torno dos eixos verticais ou horizontais, coincidentes com as laterais e com a extremidade inferior da folha.	a) Devido às possibilidades de abrir e tombar, permite amplo controle da ventilação b) Boa estanqueidade ao ar e à água c) Facilidade de limpeza	a) Necessidade de grande rigidez no quadro da folha para evitar deformações b) Acessórios de custo mais elevado

Figura 45. Quadro com as principais tipologias utilizadas, suas características, vantagens e desvantagens.

Fonte: Manual de Caixilhos/Janelas (1991), adaptado pela autora.

A partir dos estudos iniciais segundo a Figura 45, e partindo dos aspectos técnicos, econômicos e de satisfação do usuário supracitados, foi possível levantar de forma simplificada os aspectos mais significativos a serem levados em consideração para o desenvolvimento das esquadrias em Pirituba II, conforme o Quadro 4, onde foi possível descartar algumas tipologias como: de correr, guilhotina e maxim-ar:

Tipologia	Aspecto Técnico	Aspecto Econômico	Satisfação usuário
Correr	Trata-se de uma tipologia com sistema de execução complexo dentro do contexto de Pirituba II, devido à mão-de-obra em fase de capacitação. As ferragens devem ser precisamente embutidas durante o processo de fabricação para um bom funcionamento e devido à escala de componentes a ser fabricado seria necessário um longo tempo para sua execução.	Apresenta ferragens de custo mais elevado em relação a outras tipologias, como trilhos e roldanas. Este modelo pode ser fabricado sem a utilização destas ferragens, com a possibilidade das folhas deslizarem diretamente sobre os caixilhos de madeira, esta solução compromete e dificulta muito o funcionamento da janela, provocando enroscamentos constantes da folha principalmente em dias chuvosos, além de necessitar uma execução mais cuidadosa.	Tipologia popular e bem aceita junto às famílias, apresenta um sistema de abertura e fechamento fácil de manusear (quando bem executada).
Guilhotina	Seu processo de execução assemelha-se à tipologia de correr, inclusive às dificuldades de execução dentro do contexto da pesquisa, as quais já foram citadas anteriormente	Trata-se de uma tipologia que necessita de ferragens semelhantes à janela de correr como trilhos e roldanas acrescentando-se as borboletas para manter a folha aberta. De acordo com o modelo supracitado existe a possibilidade de não utilizar os trilhos metálicos, solução não recomendada devido às dificuldades no funcionamento caso não sejam bem executadas.	A janela guilhotina não se apresenta muito difundida e conhecida no assentamento, não estando entre as mais cogitadas pelas famílias.
Projetante	Tipologia de fácil execução na marcenaria do assentamento, inclusive, a fixação de suas ferragens pode ser realizada tanto na marcenaria como no canteiro de obras.	Necessita de poucas ferragens mas, em contrapartida, a haste de comando (mecanismo de travamento imprescindível neste modelo) possui um custo mais elevado sendo dificilmente encontrado no mercado da região, mas ao realizar a análise conjunta do componente torna-se um modelo relevante.	Ao ser apresentada esta tipologia apresentou boa aceitação junto às famílias do assentamento, embora fosse um modelo não utilizado pela maioria das famílias.
Maxim-ar	Embora seja de fácil execução necessita de braços de articulação cuja fixação apresenta um processo preciso e demorado durante sua fabricação na marcenaria.	Trata-se de uma tipologia que necessita de ferragens mais caras e são dificilmente encontradas no mercado da região, como braços articuladores e mecanismo de travamento.	Assim como a janela projetante apresentou boa aceitação pelas famílias, cujo mecanismo de funcionamento assemelha-se à tipologia apresentada anteriormente.

<p>Abrir</p>	<p>A análise preliminar revelou para esta tipologia um processo de fabricação mais simplificado em relação a de correr e guilhotina, cujas ferragens podem ser fixadas tanto na marcenaria como no canteiro de obras.</p>	<p>Apresentou ser a tipologias que consome menos ferragens e de menor custo (quando substituídas as cremonas por tarjetas) e fácil manutenção ou reposição de peças.</p>	<p>A tipologia de abrir apresenta-se como a mais utilizada e difundida no assentamento, pela fácil execução (muitas vezes fabricadas pelos próprios moradores (no caso de folhas cegas), foi levantado como único inconveniente a obscuridade do ambiente quando fechadas, problema solucionado ao serem propostas folhas com vidros.</p>
---------------------	---	--	---

Quadro 4. Aspectos mais significativos a serem levados em consideração para o desenvolvimento das esquadrias.

As Figuras 46 e 47 trazem as primeiras propostas na forma de um anteprojeto, com a apresentação do desenho executivo no item 3.4.4.

Figura 46. Planta-baixa de um dos modelos propostos para as casas do assentamento com a localização das aberturas, sendo estas eventualmente modificadas por algumas famílias de acordo com seus interesses.

Fonte: Acervo Habis, modificado pela autora.

Figura 47. Ilustrações das tipologias propostas às famílias: de abrir e projetante.

O Quadro 5 apresenta uma síntese dos principais critérios propostos para as janelas fabricadas no assentamento em Pirituba II e de que forma as tipologias escolhidas (de abrir e projetante) atendem a estes requisitos derivados dos aspectos técnico, econômico e de satisfação do usuário. A partir deste quadro é possível detectar com maior precisão os itens possíveis de serem aperfeiçoados em outras experiências.

Critérios propostos	De que maneira o projeto proposto atende aos critérios estabelecidos
Utilizar materiais facilmente encontrados no mercado da região e que sejam de baixo custo e consumo reduzido	Em relação à matéria-prima, a madeira de <i>eucalyptus</i> , trata-se de uma espécie facilmente encontrada na região No caso das folhas de abrir, foi possível substituir o mecanismo de travamento cremona por tarjetas, cujo valor cotado na região foi 80% mais baixo que o sistema de cremona. No caso das folhas projetantes houve grande dificuldade em encontrar o mecanismo de travamento/manuseio mais adequado para esta tipologia (haste de comando), sendo adquirido na cidade de São Carlos (sede do grupo de pesquisa) a um preço acessível por se tratar de apenas uma haste/casa.
Baixa produção de resíduos	Na intenção de proporcionar a menor quantidade possível de resíduos, procurou-se elaborar o romaneio das peças para a serraria de acordo com as seções de projeto, e não com as bitolas geralmente comercializadas no mercado.
Proporcionar área de luminosidade e ventilação adequada para cada ambiente	A dimensão adotada para as folhas de abrir de 120x120cm e para as folhas projetantes de 76x60cm, procuraram obedecer ao cálculo de aberturas que determina para dormitórios 15% da área de insolação (as dimensões propostas atendem satisfatoriamente tanto quartos como também sala de estar) já no ambiente da cozinha atende somente nas casas quando colocadas duas janelas, nas casas com apenas uma janela a condicionante para a boa luminosidade ficou dependente da implantação da construção e seu entorno. No caso da ventilação, a janela de abrir é uma das poucas tipologias que proporcionam 100% de ventilação aos ambientes. No caso da janela projetante, as dimensões indicadas atendem tanto a luminosidade como a ventilação exigida para este ambiente específico.

<p>Considerar as características da madeira de eucalipto disponível para a definição das seções das peças de projeto, visando otimizar algumas etapas do processo produtivo</p>	<p>A largura dos batentes com 10cm e não 14,5cm geralmente comercializados, foi definida na intenção de minimizar os defeitos da etapa de secagem, por se tratar de uma madeira suscetível a grande incidências de defeitos nesta etapa como os empenos. A adoção desta seção de projeto implicou em alguns cuidados extras durante a instalação dos componentes. Pelo fato desta medida não condizer com a espessura da parede atingida (13cm) não foi possível o alinhamento da janela nas duas faces, sendo assim, no caso das janelas de quarto, onde a primeira proposta era a utilização de quatro folhas de abrir (duas internas de vidro e duas externas cegas⁴⁸) somente duas folhas poderiam abrir o ângulo completo de 180° (neste caso as folhas internas), já as outras duas, ficaram impossibilitadas de abrir o ângulo completo onde a única solução seria a utilização do recurso da dobradiça palmela, cujo valor é muito alto, não condizente com o contexto da pesquisa. No caso das folhas de sala e cozinha foi indicada sua abertura para o exterior, não ocorrendo este problema nestes dois ambientes. Sendo assim, no canteiro de obras se fez necessário dar a orientação correta às pessoas encarregadas da instalação destes componentes, para que as janelas não ficassem impossibilitadas de abrir o ângulo completo de 180° na face desejada e, conseqüentemente, provocar o lasqueamento dos cantos do requadro. Esta solução adotada trouxe alguns riscos como: a não execução e instalação das folhas cegas, compromete a estanqueidade das janelas dos quartos, devido a sua abertura voltada para a face interna.</p>
<p>Considerar o máximo de pré-fabricação, de modo a deixar para o canteiro o mínimo possível de atividades</p>	<p>A ordem estabelecida pelo canteiro de obras em chumbar primeiramente os batentes antes do reboco das paredes e a finalização de todas as etapas úmidas da obra, provocou além da aparição de pequenos empenos a dificuldade em ajustar a folha ao batente, o que seria possível e ideal se esta etapa fosse realizada na marcenaria, sendo o componente instalado de forma completa no canteiro de obras, em estágio da obra já avançado.</p>
<p>Propor atividades com baixo esforço físico</p>	<p>Com exceção dos batentes de porta (ombreiras) todas as demais peças que compõem a janela apresentavam baixo comprimento e, conseqüentemente, baixo peso, sendo fáceis de manusear.</p>
<p>Utilizar equipamentos e ferramentas comuns, facilmente encontrados em qualquer marcenaria minimamente equipada</p>	<p>Todas as máquinas e equipamentos utilizados como: esquadrejadeira, desempenadeira, desengrossadeira, tupia, lixadeira, furadeira horizontal e manual e ferramentas básicas fazem parte do conjunto de equipamentos comumente encontrados em qualquer marcenaria, inclusive a instalada no assentamento. Outros equipamentos complementares como gabaritos, cavaletes e bancadas puderam ser fabricados na própria marcenaria.</p>
<p>Empregar processo de fácil assimilação pela mão de obra em fase de capacitação</p>	<p>As tipologias de abrir e projetante apresentam desenhos de fácil executabilidade, principalmente quando comparadas às tipologias de correr que, durante o processo há a necessidade da introdução de outras etapas como o embutimento das ferragens e a necessidade de precisão maior para o perfeito funcionamento.</p>
<p>Assegurar um projeto de fácil manutenção e reposição de peças ao longo de sua vida útil</p>	<p>Pelo fato das peças que compõem a janela de abrir e projetante serem independentes entre batentes e folhas, apresentam maior facilidade de manutenção e possibilitam eventuais reposições de peças danificadas sem haver a necessidade da retirada completa do componente para que isso ocorra.</p>
<p>Propor mecanismos de estanqueidade eficientes ao componente</p>	<p>No caso das janelas propostas às casas do assentamento, devido ao baixo orçamento disponível para as esquadrias, alguns acessórios que garantiriam uma maior estanqueidade ao componente foram eliminados, como é o caso</p>

⁴⁸ Folhas cegas - Folhas que impedem a entrada de luminosidade e ventilação quando fechadas por não apresentarem vidros ou por não serem compostas por fasquias de madeira como a janela veneziana.

	dos selos e também a massa de vidraceiro entre vidro e baguete. No caso dos mecanismos de drenagem executados durante o processamento dos perfis, estes também foram suprimidos (orifícios para deságüe, câmaras de drenagem, embora estes mecanismos não sejam usuais nas janelas fabricadas pelo mercado brasileiro), devido à falta de equipamentos específicos que proporcionassem acabamentos mais satisfatórios. O único detalhe proposto foi a pingadeira (travessa inferior), com a inclinação de 16% para o escoamento da água. As folhas com abertura para o exterior possuem boa eficiência quanto à estanqueidade (sala, cozinha e banheiro), no caso da abertura da folha para o interior (quartos), ocorrerá grande tendência da água de chuva penetrar no ambiente caso não sejam executadas as folhas externas (cegas), que solucionam este problema além de proporcionar maior conforto aos usuários.
Assegurar que o componente esteja livre de deformações provocadas pelas demais partes do edifício	Embora tenha sido recomendada e prevista a construção de vergas sobre as janelas (foram colocadas apenas duas barras de ferro), as mesmas não foram executadas, o que aumenta o risco de deformações do batente ao longo do tempo comprometendo os ciclos de abertura e fechamento e, conseqüentemente, também a estanqueidade do componente.

Quadro 5. Síntese dos principais critérios estabelecidos para as janelas fabricadas no assentamento.

3.4.3. Como ocorreu a discussão do projeto das janelas entre assessores e famílias

O item 3.4.2. relatou a análise realizada pela equipe técnica anteriormente à discussão coletiva junto às famílias. Na intenção de compatibilizar o recurso disponível para a produção do componente com a satisfação dos futuros usuários, chegou-se a duas tipologias de janela viáveis de execução: as janelas de abrir e projetante, voltadas cada uma delas para ambientes diferenciados. Estas informações foram sistematizadas e levadas às famílias para que pudessem acompanhar a análise realizada pela equipe.

A primeira apresentação foi realizada como um ponto de pauta em uma das Reuniões Gerais, sendo destinado pouco tempo para o debate do tema, ver Figura 48. Constatou-se nesta primeira reunião que não houve muito interesse e participação das famílias, pois não questionaram valores, nem o material e também a execução e como ficaria a *fachada* das casas ao serem transpostas para o desenho arquitetônico já definido anteriormente. O único ponto que questionaram foi o tempo de execução e se conseguiriam fazer todas as esquadrias para as casas de acordo com o cronograma do canteiro de obras.

Figura 48. Fotos da reunião onde ocorreu a primeira apresentação e discussão do projeto das esquadrias.

Fonte: Acervo Habis.

Quanto ao modelo das portas, ao ser divulgada a primeira proposta: a porta mexicana, com tábuas longas e justapostas umas às outras, esta não atendeu às expectativas das famílias, o argumento principal colocado por elas foi a extrema simplicidade do modelo, não condizendo com o que vislumbravam para suas casas, este modelo foi então rediscutido coletivamente, onde propuseram um desenho que além de ser semelhante às folhas de portas comumente comercializadas para ambientes externos (almofadadas), acabou se tornando um modelo com maior aproveitamento de peças curtas de madeira, sendo possível trabalhar com a mesma linguagem na proposta das folhas de janela ‘cega’, ver Figura 49.⁴⁹

⁴⁹ A análise relacionada ao aproveitamento de peças curtas como argumento para a substituição da porta mexicana pela almofadada foi levantada por uma das marceneiras e não pelos demais membros das famílias e assessores, esta percepção sobre o maior aproveitamento de madeira no segundo modelo de folha proposto pode ser considerado como um dos primeiros sinais expostos sobre a assimilação de conhecimento a respeito da cadeia produtiva de componentes em madeira.

Figura 49. Proposta de folhas de porta desenvolvida pela equipe técnica. Inicialmente a folha mexicana (a) e posteriormente, de acordo com as sugestões das famílias a porta almofadada, com réguas de madeira de pequenas dimensões compondo o painel interno(b).

Esta primeira reunião não atendeu às expectativas da equipe técnica, concluindo que não estavam preparados para o assunto, ou melhor, o tempo certo para a discussão destes componentes deveria ter ocorrido juntamente com o projeto arquitetônico, pois o clima de participação durante a concepção da casa e suas partes foi perdendo força com o tempo. Naquele momento estavam envolvidos e absorvidos com outros assuntos relativos ao canteiro de obras e a aquisição de financiamento para a finalização da habitação, sobre a discussão das esquadrias já não demonstravam muito interesse, ainda não haviam parado para pensar como seriam suas *portas e janelas*.

Devido à aprovação dos projetos apresentados, ou melhor, à não explicitação contrária à esta primeira proposta (com exceção do desenho da porta), os componentes de batentes tanto de porta como de janela começaram a ser produzidos na marcenaria, sendo somente interrompida para dar início à fabricação do kit cobertura, se estendendo por seis meses pelo processo de mutirão, após este período a produção das esquadrias foi retomada novamente. Houve então, por parte das famílias, a *iniciativa* de solicitar a realização de uma nova reunião, onde fosse debatido melhor entre moradores e assessoria o assunto referente ao projeto das folhas de janela e porta de suas casas, já que a primeira reunião de exposição do projeto realizada pela assessoria foi insuficiente para o esclarecimento deste ponto.

Para isso, foi desenvolvida uma nova estratégia para esta reunião, onde o material de apresentação foi enriquecido para que melhor pudessem visualizar os componentes e não tivessem mais dúvidas sobre seu desenho e funcionamento, e também pudessem contribuir para eventuais mudanças caso propusessem e fosse viável.

Devido ao fato desta discussão ocorrer paralelamente à produção do kit cobertura, foram realizadas duas reuniões, uma com os três primeiros grupos que já haviam fabricado seus componentes de cobertura e outra reunião realizada na marcenaria com os outros três grupos que ainda estavam fabricando seus componentes.

Em ambas as reuniões foram desenvolvidas a discussão sobre os seguintes assuntos:

- As tipologias e suas vantagens e desvantagens, com a seleção das tipologias possíveis de serem fabricadas no assentamento, de acordo com a Figura 46;
- Os principais materiais construtivos utilizados na fabricação de esquadrias e o custo de aquisição para cada uma delas;
- Quais as vantagens da fabricação na marcenaria do assentamento.

Inicialmente, a discussão da reunião anterior foi retomada, com a apresentação de novas ilustrações, mais explicativas e didáticas. Com a inserção dos componentes anteriormente aceitos

nas fachadas de suas casas, poderiam melhor visualizar os componentes e aproximarem-se do resultado real, Figura 50.

Figura 50. Fotos da segunda reunião para a apresentação do projeto das esquadrias.

Fonte: Acervo Habis.

Foram levantadas as condicionantes de projeto, bem como o percurso utilizado para se chegar naquela proposta e, durante este trajeto, se tinham dúvidas ou questionamentos que pudessem direcionar para outra solução melhor.

Depois foi apresentada uma planilha de custos com um levantamento realizado na cidade de São Carlos, relativo a esquadrias em alumínio, madeira, ferro e PVC e depois uma apropriação de custos das esquadrias fabricadas no assentamento com matéria-prima da região, para que fosse realizada uma comparação.

Também foi colocada a dificuldade de fabricação de várias tipologias e dimensões diferentes na marcenaria e, diante disso, deveriam chegar a um consenso na decisão do modelo para viabilizar a produção no prazo estabelecido pelo canteiro de obras, evitando-se também custos diferentes entre as casas.

Um dos receios da equipe foi induzir as famílias a uma escolha que não os satisfizessem, mas o resultado alcançado com esta reunião foi muito positivo. De acordo com as colocações, alguns achavam que as janelas não teriam vidros, que seriam somente folhas ‘cegas’, ao longo da reunião ficou claro a viabilidade de produção de janelas com vidros, tornando-se este ponto uma das principais condicionantes para a grande aceitação do projeto por parte das famílias aliado ao item custo, principalmente ao perceberem o quanto a mão-de-obra encarece o produto e as vantagens de se produzir estes componentes no próprio assentamento, por integrantes das próprias famílias.

3.4.4. A definição e detalhamento do projeto

Após a discussão coletiva entre famílias e assessores sobre a definição do projeto dos componentes de esquadrias o próximo passo foi o desenvolvimento do detalhamento, com informações adicionais a serem enviadas à marcenaria para a execução. A realização da segunda reunião além de definir o projeto, permitiu levantar o número exato de famílias interessadas em fabricar seus componentes na marcenaria, pois tinham a liberdade de optarem por janelas do mercado. As Figuras 51, 52 e 53 apresentam o detalhamento da janela projetante, janela de abrir e da folha de porta, respectivamente.

Figura 51. Janela Projetante 76x60 cm (batente e folha)

Figura 52. Janela de abrir 120x120 cm (batente e folha)

Figura 53. Portas (folha de 80 cm).

3.5. AS ETAPAS DA CADEIA PRODUTIVA DO COMPONENTE E O PROCESSO DE CAPACITAÇÃO SIMULTÂNEA

Funpar (1993) e Ageflor (1999) apud Yuba (2001) comentam que o desenvolvimento da cadeia produtiva de base florestal no país poderia ser dado pelo incentivo aos plantios florestais e à produção de componentes construtivos utilizáveis na produção de habitação. A criação de uma política habitacional específica propiciaria:

- A valorização da atividade agrária, com o aumento do valor agregado da madeira de plantios florestais, destinando-a para usos mais nobres, podendo gerar novas formas de emprego e obtenção de renda;
- O fortalecimento da cadeia de produção;
- A redução do custo da mão-de-obra e o aumento da qualidade, através da elaboração de sistemas construtivos pré-fabricados.

Além disso, o treinamento e aperfeiçoamento da mão-de-obra e a possibilidade de envolver os usuários em processos de construção e autoconstrução, poderiam ainda contribuir para o resgate da cultura de construção em madeira, vista como moradia provisória ou ainda como símbolo de pobreza.

Com base na cadeia produtiva da madeira de plantios florestais, este Projeto propõe diretrizes de políticas públicas em três diferentes áreas: reposição florestal, habitação social e geração de trabalho e renda.

Foram realizadas várias estratégias para a aquisição da madeira de eucalipto para a fabricação dos componentes de esquadrias, sobressaindo a aquisição de madeira ainda verde. A capacitação ocorreu em toda a cadeia produtiva do componente desde o corte das toras na floresta até a retirada dos componentes da marcenaria, a Figura 54 expõe um esquema geral da cadeia produtiva que o Projeto contemplou para a fabricação do componente esquadria, sem entrar na especificidade de cada etapa.

Figura 54. Esquema geral da cadeia produtiva do componente com a delimitação das etapas abordadas pelo projeto.

Foram adquiridos cinco lotes na intenção de finalizar a produção destes componentes e cada um deles possui um histórico diferente, os quais não perpassam pelas mesmas etapas.

Em relação ao 1º lote adquirido, foram realizadas as negociações diretamente com o fornecedor das toras e da serraria que executaria o desdobro, a participação das famílias iniciou com o descarregamento das peças ainda úmidas no pátio da marcenaria. No caso do 2º lote, também foi realizada a negociação diretamente com o fornecedor das toras com a participação das famílias desde o corte das toras na floresta. O 3º lote adquirido foi negociado com a serraria, a qual forneceu madeira já seca (secagem natural) para o projeto e a colaboração das famílias partiu do descarregamento das peças. O 4º e o 5º lotes foram adquiridos diretamente na serraria e obtidas peças já secas, por não se tratarem de lotes volumosos não houve a necessidade da ajuda de outros integrantes das famílias, iniciando as atividades pelo processamento primário das peças.

Foram realizadas capacitações com o grupo da marcenaria sobre: procedimentos de secagem da madeira, produção de tabiques, recebimento da madeira, leitura de desenhos técnicos e fabricação dos componentes. A capacitação contou com o acompanhamento permanente do instrutor (marceneiro profissional) e, em algumas etapas ocorreu simultaneamente às atividades de execução, ou seja, os participantes aprenderam os procedimentos necessários conforme executavam as atividades, procurando se estabelecer o aprendizado na ação.

3.5.1. A aquisição dos lotes de madeira de eucalipto e as atividades que precederam a produção

a) O 1º lote adquirido e suas características

Figura 55. Delimitação das etapas trabalhadas com o primeiro lote de madeira de eucalipto adquirida para a produção de esquadrias.

Inicialmente, foram realizadas atividades de capacitação para as etapas que antecedem a fabricação dos componentes de madeira, como por exemplo: o recebimento dos fardos de eucalipto, o tabicamento das peças e o monitoramento durante a etapa de secagem. Para isso, foi realizada uma parceria com uma serraria no município de Taquarivaí na intenção de proporcionar aos integrantes a capacitação para as atividades dentro de um contexto real com explicações sobre as diferentes técnicas de secagem natural de madeira que a serraria empregava e os cuidados necessários (espaçamento entre as camadas de madeira serrada e o alinhamento dos tabiques).

A negociação realizada para a aquisição do primeiro lote de madeira de eucalipto apresenta-se descrita no item 3.2.1, sendo as atividades organizadas para serem realizadas de acordo com o Quadro 6.

Descrição das Atividades/ações	Recursos utilizados	Nº de Participantes
Execução das bases para secagem da madeira na marcenaria: <ul style="list-style-type: none"> - Montagem da equipe de mutirão (10 pessoas) com 3 frentes de descarregamento cada equipe com 3 pessoas - Limpeza da área de recebimento - Seleção de vigas de rejeito para usar como base - Busca e Aquisição da madeira roliça de eucalipto para base. (Parceria RIPASA) - Escavação dos buracos, nivelamento dos topos, colocação de vigas. 	cartilha de secagem, escavadeira manual, metro, linha, martelo, mangueira de nível, serrote, lápis, régua com nível de bolha, enxada	08
Produção de tabiques (espaçador utilizado para tabicamento) para secagem: primeira atividade executada utilizando as máquinas instaladas na Marcenaria <ul style="list-style-type: none"> - Seleção das peças - Aparelhamento na dimensão final: 600 peças de 1,6 cm x 1,6cm x 100cm. 	cartilha de secagem, metro, linha, martelo, serrote, lápis, serra esquadrejadeira; plaina desempenadeira, plaina desengrossadeira	05

Execução do tabicamento das peças de eucalipto para secagem:	cartilha de secagem, tabiques, eucalipto serrado úmido (~60% de conteúdo de umidade)	05
- Colocação das peças sobre a base, deixando ~ 2cm de espaço entre as peças, posicionadas deitadas.		
- Posicionamento dos tabiques na direção dos esteios.		
- Repetindo esta operação até atingir a altura de ~1,80m.		
- Proteção das 8 pilhas com lona plástica.		

Quadro 6. Organização das atividades de descarregamento e tabicamento de peças pertencentes ao 1º lote.

O Quadro 7, apresenta o volume de madeira de eucalipto recebido neste período e as seções das peças indicadas no romaneio enviado à marcenaria:

Finalidade	Espessura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (m)	Quantidade	Volume (m³)
batente-perna e travessa (1,0 m e 2,10m; 120~140)	45	105	2,35	1189 pçs	13,2
batente-peitoril (1,20 m)	45	155	2,35	123 pçs	2,0
Vol.Total					15,2

Quadro 7 - Romaneio das peças de eucalipto recebidas.

O 1º lote apresentou elevada heterogeneidade pelas várias espécies e idades diferentes e também pelos teores de umidade diversificados. Este cenário dificultou o monitoramento da etapa de secagem, ocorrendo o emprego de peças ainda úmidas, provocando empenos após o processamento e em alguns casos do próprio componente montado. A previsão para a secagem completa das peças era de aproximadamente 03 meses correspondendo ao período sem chuvas de maio a agosto, entretanto, o ano de 2004 foi um ano atípico com ocorrência de chuvas até julho. Sendo assim, a partir de meados de junho foi realizado o remanejamento das pilhas do pátio de secagem expostas ao tempo para dentro do galpão e outras menos secas na área externa coberta, a fim de aumentar a velocidade de secagem da madeira. A primeira capacitação para seleção foi direcionada pelo critério de peças mais ou menos secas e, posteriormente, já no mês de agosto, o grupo da marcenaria recebeu a capacitação para seleção das peças secas baseada em critérios de defeitos causados pelo processo de secagem ou próprios da madeira recebida.

Figura 56. Fotos das peças tabicadas e do processo de capacitação para o monitoramento da etapa de secagem com a manipulação de um medidor digital.

Fonte: Grupo Habis

Por meio da inspeção visual das peças foram observados como principais defeitos os descritos na Figura 57, predominando os defeitos de rachaduras de topo e a presença de nós.

Figura 57. Sequência de fotos com os principais defeitos presentes no 1º lote de madeira de eucalipto adquirido.

b) O 2º lote adquirido

Figura 58. Delimitação das etapas trabalhadas com o segundo lote de madeira de eucalipto adquirida para a produção de esquadrias.

O 2º lote de madeira foi adquirido na forma de toras provenientes da floresta de uma empresa local de celulose. Conforme já descrito no item 3.2.1, o corte das toras na floresta foi realizado por um mutirão de 10 pessoas integrantes das famílias do assentamento que participaram do projeto, conforme a Figura 59.

Figura 59. Mutirão para o corte de algumas árvores na floresta.

Fonte: Grupo Habis

O Quadro 8 detalha o romaneio enviado à serraria para o desdobro das toras:

	Finalidade	Espessura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (m)	Quantidade (unid)	Volume (m³)
Peças de Eucalipto	Batente-ombreira e travessa	45	105	2,70	318 pçs	4,050
	Batente-peitoril	45	155	2,70	77 pçs	1,458
	Folha-montantes/travessas	40	70	2,70	1022 pçs	7,726
Total						13,23*

* Volume entregue: ~15m³ pela serraria.

Quadro 8. Romaneio enviado à serraria, compondo o 2º lote de madeira adquirido.

Devido à madeira ser proveniente de uma floresta manejada para celulose e não para serraria, foram muitos os defeitos que surgiram durante a etapa de secagem, com acentuados empenos e rachaduras de topo além da grande incidência de nós. Os defeitos acentuados e o elevado desbitolamento das peças em função do desdobro das toras ocasionou a inutilização deste lote para a fabricação de esquadrias, direcionando-o para outra possibilidade de emprego como a fabricação das peças de chapuz, que compõe o kit cobertura, com pequenas dimensões.

A sequência de fotos na Figura 60 ilustra o 2º lote de madeira entabicado no pátio da marcenaria:

(a) Capacitação para o monitoramento do teor de umidade das peças com o medidor digital. (b) Pilhas cobertas com lona, no período de chuvas. (c) Presença de empenos acentuados,

principalmente nas camadas superiores e mais expostas ao sol. (d) Rachaduras profundas de topo e peças desbitoladas na largura, espessura e comprimento.

Figura 60. Seqüência de fotos com o monitoramento da secagem do 2º lote e a presença dos principais defeitos provenientes desta etapa.

c) O 3º lote adquirido

Figura 61. Delimitação das etapas trabalhadas com o terceiro lote de madeira de eucalipto adquirida para a produção de esquadrias.

Devido a este cenário, foi dado andamento à retomada das negociações para aquisição de outro lote de madeira em dezembro de 2004. A nova negociação para fornecimento de madeira serrada para finalizar a produção de esquadrias não levou em consideração a busca de parcerias ou doações, devido às dificuldades encontradas nas duas experiências anteriores, com a realização da compra diretamente com a serraria, um volume de $31,12\text{m}^3$, a um valor de R\$ 365,00/ m^3 .

A experiência negativa anterior com a madeira doada, confirmou a necessidade de estabelecer critérios mais rigorosos para a aceitação da madeira comprada no ato do recebimento, as especificações adotadas foram adaptadas de Souza et al. (1996), sendo elas:

- Madeira com conteúdo de umidade em torno de 15%;
- Isento de defeitos de secagem (encanoamento (máximo 5mm), encurvamento (máximo 2cm ou 1,5% do comprimento, o menor valor), arqueamento (máximo 4cm ou 1,5% do comprimento, o menor valor), rachaduras de topo (com comprimento menor que 10% da peça);
- Com tolerância de desbitolamento girando em torno de 3mm;

- De acordo com a quantidade de peças e seções especificadas no romaneio enviado à serraria.

Além dos critérios listados acima relativos à qualidade da madeira, outros fatores importantes foram levados em consideração para a efetivação da compra como: valor do m³ de madeira, prazo de entrega, prazo para o pagamento e a negociação do transporte. O Quadro 9 traz o romaneio enviado à serraria para o desdobro das toras que compõem o 3º lote.

	Finalidade	Espessura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (m)	Quantidade (unid)	Volume (m ³)
Peças de Eucalipto	Batente-ombreira e travessas	45	105	2,30	468 pçs	5,08
	Batente-peitoril	45	155	2,30	99 pçs	1,59
	Folha- montantes laterais/ travessas sup.	35	70	2,30	1047 pçs	5,90
	Folha- travessa inf.	35	85	2,30	616 pçs	4,21
	Folha- montante/ travessa centrais	35	105	2,30	525 pçs	4,43
	Réguas centrais – janela e porta	25	105	2,30	1642 pçs	9,91
Total						31,12

Quadro 9. Romaneio enviado à serraria compondo o 3º lote de madeira adquirida.

Pelas boas condições em que as pilhas foram tabicadas e se encontravam no pátio da serraria, foi negociado que a madeira permanecesse no pátio para secagem até a retomada da produção dos componentes de esquadrias, pois no período de negociação a marcenaria estava ocupada com a produção dos componentes do kit cobertura.

Levando-se em consideração os critérios pré-estabelecidos durante o ato da compra a madeira desdobrada na serraria passou por uma pré-seleção antecedendo a etapa de tabicamento, onde 15 a 20% da madeira foi rejeitada e destinadas para a fabricação de embalagens.

Foi detectada maior incidência de rachaduras profundas nas peças com largura acima de 15cm, em relação às de 10,5cm. Na Figura 62 podem ser vistas as pilhas tabicadas no pátio da serraria, o monitoramento da etapa de secagem e o descarregamento das peças na marcenaria.

Figura 62. Fotos do 3º lote de madeira de eucalipto tabicados no pátio da serraria, com o monitoramento do teor de umidade das peças através de um medidor digital, a última foto mostra o descarregamento das peças realizado na forma de mutirão pelas famílias do assentamento.

Fonte: Fotos da autora

As pilhas permaneceram no pátio de secagem de janeiro a maio de 2005. Ao serem entregues, constatou-se visualmente que haviam várias peças (mesmo após a pré-seleção na serraria) com problemas de empeno, mas a quantidade exata e o índice de aproveitamento só seriam possíveis de levantar após a retomada da produção dos batentes e folhas.

Ao ser retomada a produção em agosto de 2005, o lote apresentou um aproveitamento mais baixo que o planejado, principalmente para peças de ombreiras de porta, que necessitam de peças longas e sem empenos, além de outros defeitos, ilustrados na Figura 63.

Encurvamento

Arqueamento

Fissuras ao longo da peça

Nós soltos

Nós soltos de canto

Rachaduras de topo

Figura 63. Seqüência de fotos com os principais defeitos presentes no 3º lote de madeira adquirido.

Embora todo o esforço colocado no período de aquisição deste lote com o estabelecimento de critérios a fim de obter um produto de melhor qualidade, a madeira recebida não correspondeu às expectativas geradas sendo necessária a encomenda de um 4º lote de madeira. O 3º lote foi destinado para a produção dos batentes e folhas de janela, que possibilitam um melhor aproveitamento devido ao maior consumo de peças com menores dimensões quando comparadas às ombreiras dos batentes de porta, este direcionamento de usos acabou minimizando o impacto sobre o valor da madeira, apresentando rendimentos diferenciados para cada finalidade conforme o Quadro 27, do item 4.4.

Além dos defeitos provenientes da etapa de secagem e próprios da madeira, durante a etapa de processamento este lote apresentou grande facilidade de lasquear, principalmente durante o fresamento das peças, este assunto está detalhado no item 4.3.

d) O 4º e 5º lotes adquiridos

Figura 64. Delimitação das etapas trabalhadas com o quarto e quinto lotes de madeira de eucalipto adquirida para a produção de esquadrias.

Ao ser entregue o 4º lote de madeira de eucalipto para a finalização dos batentes de porta, 49% do volume foi devolvido, devido novamente ao excesso de defeitos presentes nas peças. Diante

desta situação, o fornecedor repôs a madeira rejeitada por um 5º lote, não de eucalipto e sim da espécie cambará, por não possuir em seu estoque madeira de eucalipto seca e com as dimensões indicadas no projeto e também por não encontrar madeira com estas características no estoque de outras serrarias da região. A madeira repostada pelo 5º lote embora de boa qualidade e com baixo índice de defeitos apresentava bitolas com dimensões acima dos lotes anteriores (ver Quadro 11), o que ocasionou uma produção acentuada de resíduo, durante o aparelhamento nas dimensões de projeto.

	Finalidade	Espessura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (m)	Quantidade (unid)	Volume (m³)
Peças de Eucalipto	Batente-ombreira	40	100	2,50	300 pçs	3
	Batente-peitoril	40	150	2,70	15 pçs	0,24
	Total					3,24

Quadro 10. Romaneio das peças que compõem o 4º lote de madeira adquirida.

	Finalidade	Espessura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (m)	Quantidade (unid)	Volume (m³)
Peças de Eucalipto	Batente-ombreira/peitoril	50	110	2,50	101 pçs	1,4
	Total					1,4

Quadro 11. Romaneio das peças que compõem o 5º lote de madeira adquirida.

3.5.2. Processamento primário: o aparelhamento das peças

Para o desenvolvimento do processamento primário tanto para as peças que compõem os batentes como as folhas foi adotado o mesmo procedimento de execução:

Durante a produção dos batentes a estratégia adotada consistiu em iniciar pela seleção de peças de maior comprimento, as ombreiras de porta, devido à maior dificuldade em obter peças longas e sem defeitos (de 2,15 a 2,20m), partindo-se posteriormente para as peças de batentes de janela, onde o aproveitamento é maior pela utilização de peças mais curtas (1,25m) e, em seguida, os

montantes de folha de janela (peças entre 1,15 e 1,20m), a seleção ocorreu sucessivamente para as demais peças que compõem as folhas, de acordo com o comprimento. Após a seleção das peças conforme cada finalidade, foi realizada a etapa de aparelhamento nas dimensões finais de projeto, apresentando o mesmo procedimento para todas as peças de batentes e folhas. As peças após passarem pela etapa de secagem apresentaram dimensões menores em relação aquelas do romaneio (valor com que foi realizado o desdobro das toras). O Quadro 12, apresenta os valores das seções com que foram serradas as peças de madeira na serraria e também os valores das seções atingidas por estas peças após a etapa de secagem, no caso dos batentes foi observada uma variação consideravelmente maior no valor da espessura em relação à largura das peças após a secagem, em torno de 11% na espessura e de 3 a 4,5% na largura. Essa diminuição nas seções das peças acima do previsto durante a elaboração do romaneio acarretou em um caso excepcional ao fim da produção, que foi a admissão de peças com 3,3 x 9,3cm para os batentes, na intenção de possibilitar o término da produção com os lotes existentes na marcenaria. Para as folhas a dificuldade encontrada na produção dos batentes não se repetiu, sendo possível atingir as seções de projeto, mesmo com uma variação entre 5 e 7% no valor das seções após a etapa de secagem, devido a uma maior folga deixada durante a elaboração do romaneio. O resultado e dificuldades encontradas nesta etapa revelam a necessidade de se trabalhar com uma folga maior que o indicado no romaneio no caso dos batentes, devido à acentuada diminuição das seções de projeto durante a etapa de secagem.

Seção peças verdes/ estado bruto Valor médio (cm)	Seção peças secas/estado bruto Valor médio (cm)	Seção de projeto (cm). Variação média tolerável : (- 2mm)
4,5x10,5	4 x 10	3,5 x 9,5
4,5x 15,5	4 x 15	3,5 x 14,5
3,5 x 10,5	3,3 x 10	3 x variável
3,5 x 8,5	3,3 x 8	3 x variável
3,5 x 7	3,3 x 6,5	3 x 6

Quadro 12. Bitolas das peças úmidas após o desdobro; secas depois da etapa de secagem e após o aparelhamento atingindo a seção de projeto.

Vale salientar que esta diminuição das seções está diretamente ligada à espécie e às características da madeira utilizada. Os valores expostos no Quadro 12 referem-se ao 3º lote, o qual além de ser

o mais volumoso, apresentou uma homogeneidade maior em suas características, diferente do 1º e os demais lotes.

Os Quadros 13 ao 22 foram desenvolvidos com o objetivo de fornecer parâmetros indicadores para cada uma das etapas do processo de usinagem e montagem dos componentes (batente e folha), considerando o número de pessoas envolvidas, a quantidade de resíduos produzidos e insumos consumidos. A explicitação da influência das condições do ambiente produtivo sobre o produto possibilita sugerir mudanças e aperfeiçoamentos do processo projetual e de fabricação adotados. Antes do início da produção seriada foi produzido um protótipo de cada componente na intenção de realizar os devidos ajustes e correções no projeto e equipamentos.

A coleta dos dados apresentados nos Quadros 13 a 22 foi realizada por meio da observação *in loco* durante a execução de cinco peças, com a realização da cronometragem e descrição de cada etapa de execução, bem como os detalhes pertinentes aos equipamentos e mão-de-obra necessários. Quando analisado o contexto geral da experiência como: pessoas em fase de capacitação, frequência descontínua e o número limitado de equipamentos, os dados apresentados revelam uma situação irreal para a coluna do tempo médio de fabricação, devido a falta de frequência e ritmo contínuo durante a fabricação. Embora não se tenha alcançado os valores referentes ao tempo real, estes dados quando comparados com os valores da produção total, tornam-se relevantes. Permitem identificar quantitativamente a complexidade de execução das peças, exigindo mais tempo e pessoas na execução de peças longas (>2m). O número de pessoas envolvidas na execução de cada etapa é considerado o ideal para o contexto vivenciado, não demandando um número mais elevado ou inferior para fabricação.

O processo de aparelhamento repetiu-se igualmente para todas as peças, tanto as que compõem o componente batente como também as folhas (c/ exceção das baguetes).

Etapas/ Equipamento		Descrição da etapa	Dimensão peça executada (m)	Tempo médio/peça ** (s) Nº de pessoas	Resíduo produzido (% da peça/m³)
1º destopo (Esquadrejadeira)		A peça ao sair do estoque não passa pelo destopo no comprimento final de projeto. São destopadas com uma sobra de ~ 5cm em relação ao comprimento final	Peças longas > 2m	~ 25 seg 01 pessoa	8 - 9% 0,00073
			Peças curtas <1,3m	~ 20 seg 01 pessoa	Restante da peça direcionada para outra finalidade
Desempeno no sentido da espessura e largura (Desempenadeira)		As peças são desempenadas no sentido da espessura e da largura, onde os defeitos relativos à tortuosidade são amenizados.	Peças longas > 2m	~ 100 seg 02 pessoas	16 - 17%* 0,0014
			Peças curtas <1,3m	~ 50 seg 01 pessoa	17 - 20%* ver síntese***
Desengrosso no sentido da largura e espessura (Desengrossadeira)		As peças são ajustadas gradativamente à medida de projeto, sendo atingida após duas etapas em cada sentido da peça (espessura e largura)	Peças longas > 2m	~ 15 seg 01 pessoa	*
			Peças curtas <1,3m	~ 7 seg 01 pessoa	*
2º destopo (Esquadrejadeira)		Nesta etapa a peça é submetida a outro destopo, atingindo o comprimento final de projeto.	Peças longas > 2m	~ 15 seg 01 pessoa	2 - 3% 0,00021
			Peças curtas <1,3m	~ 10 seg 01 pessoa	5 - 8% ver síntese***
		Total	Peças longas > 2m	~ 2,6 min/peça	26 - 29% da peça bruta 0,0023
		Total	Peças curtas <1,3m	~ 1,5 min/peça	22 - 28% da peça bruta ver síntese***

* Valor resultante da somatória do volume produzido pela máquina desempenadeira e desengrossadeira.

** O tempo médio aqui apresentado refere-se ao intervalo entre a entrada da peça na máquina e seu armazenamento para o início da próxima etapa.

*** ver síntese – devido ao fato do conjunto de peças < que 1,3m estarem sintetizadas no Quadro 13, os dados referentes ao volume de resíduo em m³ produzidos por cada peça apresenta-se na forma de média. Os valores discriminados estão presentes no Quadro 22.

Quadro 13. Descrição da etapa de aparelhamento das peças de batente e folha.

No Quadro 13 pode ser observada a produção de maior quantidade de resíduos durante o destopo das peças de ombreiras de porta (peças >2m), e uma produção maior de resíduos na forma de cepilho e serragem durante a fabricação dos componentes de folha. Estes resultados foram condicionados pelo romanceio (seções das peças para desdobro) proposto e enviado à serraria onde, para peças de batentes foram consideradas dimensões com menos sobras (na largura e espessura) que as seções das peças que compõem as folhas. Trabalhou-se no caso dos batentes, com seções mais próximas às dimensões de projeto e com maior diferença para as

O Quadro 14 relata cada passo adotado para a execução dos batentes, com o processamento das peças de ombreiras, travessas e pingadeiras, iniciando esta etapa a partir das peças já aparelhadas. No Quadro 15 está apresentada a etapa de montagem do batente.

Processamento secundário das peças de batentes				
Etapas/ Equipamento	Descrição da etapa	Peça executada	Tempo méd/ peça (s) Nº pessoas*	Resíduo produzido (% da peça aparelhada e m³)
Execução dos rebaixos para alívio de tensões (Serra Circular)		Foram realizados rasgos ao longo da peça para alívio de tensões.	Ombreira ~ 25 s 01 pessoa	~**
			Travessa ~ 15 s 01 pessoa	-
			Montante ~ 15 s 01 pessoa	-
			Pingadeira ~ 15 s 01 pessoa	-
Marcação do rebaixo para encaixe do montante (Serra Circular)		São executadas nas peças horizontais a marcação do rebaixo lateral para o encaixe dos montantes	Travessa ~ 5 s 01 pessoa	-
			Pingadeira ~ 5 s 01 pessoa	-
Rebaixo na tupia (1º lado) (Tupia-fresa)		Nesta etapa é executado o rebaixo para o encaixe das folhas, realizado em duas etapas na intenção de evitar rachaduras e lasqueamentos excessivos caso fosse feito em uma única vez. Este procedimento adotado deve-se a qualidade da madeira utilizada	Ombreira ~ 250 s 02 pessoas	9% 0,00063
			Travessa ~ 105 s 01 pessoa	9% 0,00036
			Montante ~ 105 s 01 pessoa	9% 0,00034
			Pingadeira ~ 105 s 01 pessoa	6% 0,00037
Rebaixo na tupia (2º lado) (Tupia-fresa)		Nesta etapa a peça sofre o 2º rebaixo para o encaixe das folhas externas (somente nas janelas). E também é executada em duas etapas	Travessa ~ 105 s 01 pessoa	9% 0,00036
			Montante ~ 105 s 01 pessoa	9% 0,00034
			Pingadeira ~ 105 s 01 pessoa	6% 0,00037
Rebaixo para encaixe do montante (Tupia-fresa)		As extremidades anteriormente demarcadas nas peças horizontais são retiradas na mesma profundidade da marcação para o encaixe dos montantes laterais.	Travessa ~ 8 s 01 pessoa	-
			Pingadeira ~ 8 s 01 pessoa	-
Rebaixo da inclinação da pingadeira (Tupia-serra)		Na tupia é realizado o rebaixo de inclinação da pingadeira, direcionando o escoamento da água das chuvas (inclinação adotada 16%)	Pingadeira ~ 80 s 01 pessoa	2% 0,00012

<div>Lixamento</div> <div>(Manual, madeira envolta em lixa)</div> <div> </div>	<div>As peças foram lixadas manualmente, com um pedaço de madeira envolto em uma folha de lixa.</div>	Ombreira	~ 150 s 01 pessoa	-
		Travessa	~ 60 s 01 pessoa	-
		Montante	~ 60 s 01 pessoa	-
		Pingadeira	~ 80 s 01 pessoa	-
<div>Selamento</div> <div>(Manual, pincel e selador)</div> <div>Ver item 3.6.2</div> <div> </div>	<div>A última etapa executada foram o selamento dos topos das peças, alguns com pentox e outros com selador a base água e após a secagem do produto (em torno de 1 hora) as peças estão prontas para a montagem</div>	Ombreira	~ 6 s 01 pessoa	-
		Travessa	~ 6 s 01 pessoa	-
		Montante	~ 6 s 01 pessoa	-
		Pingadeira	~ 6 s 01 pessoa	-
	Total	Ombreira	~ 7,2 min/peça	9% da peça aparelhada 0,00063
	Total	Travessa	~ 5 min/peça	18% da peça aparelhada 0,00072
	Total	Montante	~5min/peça	18% da peça aparelhada 0,00068
	Total	Pingadeira	~6,7 min/peça	14% da peça aparelhada 0,00085

* Idem ao Quadro 13

** Etapa onde a produção de resíduo foi desconsiderada devido ao baixo volume produzido.

Quadro 14. Síntese das etapas de processamento dos batentes de porta e janela.

A montagem dos batentes					
Etapas/ Equipamento/		Descrição da etapa	Compon.	Tempo méd/ peça (s) Nº pessoas*	Insumos consumidos /Componen.
Execução de furos (furadeira manual e gabarito)		Devido a facilidade da madeira de eucalipto sofrer rachaduras durante a etapa de pregação, as peças de pingadeira e travessas foram previamente perfuradas para facilitar a introdução dos pregos. A marcação foi realizada por meio de um gabarito	Porta	~ 40 1 pessoa	-
			Janela	~ 80 1 pessoa	-
Montagem das peças (mesa de gabarito, esquadro, martelo de madeira)		Para aumentar o ritmo e a precisão desta etapa, foram fabricadas duas mesas de gabarito (uma para batentes de porta outra para os de janela) para o encaixe das peças com o auxílio de um pedaço de madeira evitando-se o contato direto do martelo e marcas indesejadas no componente	Porta	~ 300 2 pessoas	-
			Janela	~ 240 2 pessoas	-

<p>Pregação e Colocação travas</p> <p>(martelo e gabarito)</p>		<p>Os pregos são introduzidos nos furos e fixados nos topos dos montantes. Finalizando esta etapa travas são fixadas ao componente para evitar deformações posteriores durante seu manuseio e instalação.</p>	Porta	~ 300 2 pessoas	4 pregos 17/27			
			Janela	~ 300 2 pessoas	8 pregos 17/27			
<p>Tratamento</p> <p>(tanque impermeabilizado com piche)</p> <p>(a descrição do produto utilizado encontra-se no item 3.4.2)</p>		<p>Após o travamento do batente, o componente foi submetido ao tratamento em um tanque contendo ácido pirolenhoso. Após imersão de aproximadamente 1 minuto o excesso do produto é escoado e a peça é colocada em local arejado para a finalização do processo de secagem.</p>	Porta	~ 120 1 pessoa	Ácido pirolenhoso ~ 0,5L			
			Janela	~ 120 1 pessoa	Ácido pirolenhoso ~ 0,5L			
<p>Fixação das grapas</p> <p>(martelo e apoios em madeira)</p>		<p>Após a secagem do ácido pirolenhoso as grapas (pregos) são fixadas. Durante a pregação são utilizados apoios de madeira para evitar o desprendimento das peças ou a perda do esquadro.</p>	Porta	~ 300 2 pessoas	14 pregos 17/27			
			Janela	~ 300 2 pessoas	12 pregos 17/27			
<p>Armazenamento</p>		<p>O armazenamento das peças prontas é realizado empilhando os componentes uns sobre os outros</p>	Porta	~ 60 2 pessoas	-			
			Janela	~ 60 2 pessoas	-			
			Total	Porta	~ 19min	-		
			Total	Janela	~ 18min	-		

* As atividades de montagem dos batentes ocorreu simultaneamente ao processamento das peças pelo grupo de 6 pessoas, para que as máquinas não ficassem ociosas e houvesse o número necessário de peças para a montagem. Geralmente eram direcionadas 3 pessoas para as etapas de montagem, com rotatividade entre os demais integrantes (este cenário ocorreu no 3º momento da marcenaria, já que no 1º momento a marcenaria apresentava apenas 3 participantes e o instrutor).

Quadro 15. Síntese das etapas de montagem dos batentes de porta e janela.

A partir do Quadro 15, é possível verificar que a etapa de montagem dos batentes de porta e janela demandou um tempo muito próximo um do outro e, devido às dimensões dos componentes, a maioria das etapas exigiu sua realização em número de duas pessoas.

3.5.4. Processamento secundário: o componente Folha

A Figura 66 mostra a decomposição das atividades na forma de um fluxograma adotado para o componente folha de janela desde a definição do projeto e aquisição da matéria-prima até sua instalação no canteiro de obras.

Os Quadros 16 a 19 mostram a seqüência de etapas adotadas para a execução de cada peça que compõe o componente folha, seguida do tempo médio de execução e a produção de resíduo por peça.

Processamento secundário das folhas de janela: Montante lateral			
Etapas/ Equipamento	Descrição da etapa	Tempo méd/ peça (s) Nº pessoas	Resíduo produzido (% da peça e m³)
Marcação dos furos para introdução das espigas (Esquadro e lápis)	<p>Inicialmente esta etapa era realizada por meio da regulagem do maquinário (furadeira horizontal), mas devido ao fato dos furos das extremidades e do meio possuírem comprimentos diferentes este procedimento não se mostrou ser o mais ideal (regulagem e desregulagem da máquina). Desta forma adotou-se um gabarito (uma peça pronta), para que os furos de introdução das espigas das demais peças seguissem a mesma orientação.</p>	-Várias peças executadas ao mesmo tempo 1 pessoa	-
Execução dos furos para introdução das espigas (furadeira horizontal)	<p>Em um primeiro momento achava-se que seria difícil os integrantes respeitarem as linhas limites do furo, sem a máquina regulada, mas o método da marcação acabou trazendo melhores resultados e agilidade na execução da etapa</p>	~ 180 1 pessoa	8% (3 furos) 0,00016
Lixamento da face interna do montante (máquina lixadeira)	<p>Para a eliminação das ferpas e fibras soltas após a perfuração dos montantes, agravada pela espécie da madeira utilizada, muito fibrosa e de difícil acabamento, a peça é levada à lixadeira para o acabamento do furo e da face que ficará do lado interno do componente.</p>	~ 10 1 pessoa	-
Peça acabada	<p>Contraposição da peça lixada e outra sem acabamento.</p>	-	-
Total		~ 3 min	8% 0,00016

Quadro 16. Seqüência de fabricação do montante lateral da folha de janela.

Processamento secundário das folhas de janela: Travessa superior e inferior			
Etapas/ Equipamento	Descrição da etapa	Tempo méd/ peça (s) Nº pessoas	Resíduo produzido (% da peça)
Execução das espigas no sentido da espessura e largura (esquadrejadeira)	<p>No caso das travessas superior e inferior, as espigas foram executadas no sentido da espessura (nas duas faces) e na largura (uma face). Na falta de uma máquina respigadeira esta etapa foi realizada na esquadrejadeira com movimentos no sentido horizontal da esquerda para a direita, encontrando-se com a serra regulada na altura da área retirada</p>	~ 120 1 pessoa	7% 0,0001
Execução dos furos com auxílio do gabarito (furadeira horizontal)	<p>Os furos nas travessas foram executados com o auxílio de um gabarito que limita seu início e fim. A utilização do gabarito só é possível quando os furos da face perfurada são da mesma dimensão, diferentemente dos montantes laterais que apresentavam dimensões diferentes</p>	~ 40 1 pessoa	3% 0,00004

Grosagem das espigas (grosa)		Devido aos furos de introdução das espigas serem executados na máquina furadeira horizontal, as arestas do mesmo são arredondadas, por isso, as espigas também devem apresentar arestas arredondadas para o encaixe mais preciso, obtidas por meio de uma ferramenta chamada grossa.	~ 60 1 pessoa	-
Lixamento das faces internas (máquina lixadeira)		As peças são lixadas na face voltada para a parte interna do componente.	~ 10 1 pessoa	-
Selamento de topo (Manual, pincel e selador) Ver item 3.6.2		As peças prontas foram seladas em seus topos com pentox ou o selador a base água ou ainda podem pertencer ao lote destinado às testemunhas	~ 40 1 pessoa	-
		Total	~ 4,5min	10% 0,00014

Quadro 17. Seqüência de fabricação da travessa superior e inferior da folha de janela.

Processamento secundário das folhas de janela: Montante e travessa central (respectivamente)				
Etapas/ Equipamento		Descrição da etapa	Tempo méd/ peça (s) Nº pessoas	Resíduo produzido (% da peça e m³)
Execução do rebaixo central (esquadrejadeira)		São executados na esquadrejadeira rebaixos para a justaposição da travessa com o montante central	~ 60 1 pessoa	3% 0,00004 e 0,00002
Execução das espigas no sentido da espessura (esquadrejadeira)		Da mesma forma que as travessas superior e inferior, as espigas foram executadas na máquina esquadrejadeira, mas somente no sentido da espessura (nas duas faces).	~ 120 1 pessoa	6% 0,00008 e 0,00004
Grosagem das espigas (grosa)		Assim como as travessas as arestas das espigas foram arredondadas por meio de uma ferramenta chamada grossa.	~ 60 1 pessoa	-
Lixamento das faces internas (máquina lixadeira)		Nesta etapa as peças foram lixadas nas duas faces voltadas para a parte interna do componente	~ 10 1 pessoa	-
Selamento dos topos (Manual, pincel e selador) Ver item 3.6.2		As peças prontas foram seladas em seus topos (inclusive o rebaixo central) com pentox ou o selador a base água ou ainda podem pertencer ao lote destinado às testemunhas	~ 50 1 pessoa	-
		Total	~ 5 min	9% 0,00012 e 0,00006

Quadro 18. Seqüência de fabricação do montante e travessa central da folha de janela.

Processamento secundário das folhas de janela: Baguetes				
Etapas/ Equipamento	Descrição da etapa		Tempo méd/ peça (s) Nº pessoas	Resíduo produzido (% da peça)
Corte da peça na largura e espessura final (tupia)		Na fabricação das baguetes é possível aproveitar várias dimensões de peças. Serradas inicialmente na tupia, tira-se a peça com a largura e espessura final.	-	-
1º Destopo no comprimento (esquadrejadeira)		É realizado o primeiro destopo, com uma sobra de aproximadamente 5cm.	-	-
Lixamento das arestas externas (máquina lixadeira)		As baguetes são lixadas na lixadeira, para o arredondamento de duas arestas (as que ficarão voltadas para o lado externo).	-	-
2º Destopo no comprimento (esquadrejadeira)		Logo após o lixamento é realizado o 2º destopo, no comprimento final.	-	-
Corte chanfrado (esquadrejadeira)		Após o segundo destopo uma das extremidades é chanfrada em ângulo de 45°.	-	-

Quadro 19. Sequência de fabricação das baguetes de fixação dos vidros das folha.

Os Quadros 20 e 21 trazem respectivamente, a sequência de montagem adotada para as folhas de janela e a continuação do processamento do componente.

A montagem do componente folha				
Etapas/ Equipamento/	Descrição da etapa		Tempo méd/ peça (s) Nº pessoas	Insumos consumidos /Component.
Fixação do montante e travessa central (martelo, esquadro)		O montante e a travessa são primeiramente testados a fim de verificar seu perfeito encaixe, logo após é adicionada a cola sobre seus rebaiços centrais e encaixados com a ajuda de um martelo, sobre um pedaço de madeira, a fim de não marcar o componente.	~ 180 1 pessoa	Cola branca Cascorez
		Os ângulos são verificados com a ajuda de um esquadro e caso não haja nenhum problema fixa-se um prego s/ cabeça na justaposição das peças	~ 60 1 pessoa	1 prego (s/ cabeça)
Pré-montagem		A peça central é testada (montada) juntamente com as demais peças que compõem a folha antes da montagem definitiva do componente.	~ 600 2 pessoas	-

Montagem final (martelo de madeira, pincel, esquadro)		A cola é aplicada sobre as espigas (travessas) e dentro dos furos de introdução das espigas (montantes).	~ 60 1 pessoa	Cola branca Cascorez
		As peças que já foram pré-montadas são encaixadas novamente e fixadas com a cola	~ 600 2 pessoas	-
Verificação do esquadro (esquadro português)		A folha após sua montagem é submetida à aferição de seu esquadro, com o auxílio do “esquadro português”, trata-se de uma peça em madeira colocada na direção das duas diagonais, verificando se possuem a mesma medida.	~ 60 1 pessoa	-
Prensagem (sargentos)		Na etapa de prensagem foram usados dois sargentos como prensa, colocados em todos os pontos de encaixe de espiga permanecendo o equipamento por aproximadamente 2 minutos em cada encaixe. Posteriormente, os componentes permaneceram armazenados de 12 a 24h para a secagem total da cola e início da próxima etapa.	~ 750 2 pessoas	-
Total			38,5min	

Quadro 20. Sequência de montagem do componente folha.

O processamento do componente folha de janela				
Etapas/ Equipamento		Descrição da etapa	Tempo méd/ peça (s) Nº pessoas	Resíduo produzido (m³/janela)
Execução do rebaixo de fixação dos vidros (tupia)		As folhas montadas foram levadas à tupia para a execução dos rebaixos para introdução dos vidros. A fresa só permite cantos arredondados os quais foram posteriormente retirados. Nas primeiras folhas os rebaixos foram executados no plano superior da folha.	~ 1500 1 pessoa	0,00056
		Após alguns estudos verificou-se a possibilidade de regular a fresa para a execução dos rebaixos no plano inferior, isso minimizaria muito o risco de acidentes, já que esta etapa da fabricação revelou ser uma das mais perigosas de todo o processo. Após a execução de cada folha a superfície da máquina é submetida a uma limpeza e aplicação de parafina permitindo que o componente deslize com maior facilidade sobre a superfície de trabalho.	~ 1500 1 pessoa	0,00056
Retirada dos cantos (formão, tupia manual, gabarito, grampios)		Os cantos são demarcados, formando um ângulo de 90°, logo após estes foram retirados.	~ 120 1 pessoa	-
		Inicialmente os cantos foram retirados com o auxílio de um formão, seguindo as linhas demarcadas em ângulo de 90°.	~ 3600 1 pessoa	0,00002
		Devido ao tempo de execução desta etapa ser muito elevado, procurou-se novos caminhos para substituir o formão, isso foi possível por meio da tupia manual, que além de agilizar o processo, proporcionou um acabamento bem melhor em relação à ferramenta inicialmente utilizada.	~ 2400 1 pessoa	0,00002

Alinhamento da folha (esquadrejadeira)		O excesso deixado no comprimento do montante lateral foi para que a peça não rachasse durante a aplicação dos esforços para a introdução das espigas, que deve entrar justa ao montante. Este excesso é retido na serra circular antes do lixamento da folha.	~ 80 1 pessoa	0,00017
Lixamento (maquina lixadeira)		A folha semi-pronta é submetida ao lixamento evitando-se imperfeições na superfície do componente e o acabamento superficial adequado.	~ 600 1 pessoa	-
Execução do batedor (tupia)		As folhas que comporão cada uma das janelas são separadas aos pares para execução dos rebaixos de encaixe entre elas.	~ 60 1 pessoa	0,00011
Marcação dos seladores (caneta)		As peças que já haviam sido separadas durante a fabricação pelo tipo de tratamento dos topos, foram demarcadas para que houvesse um maior controle durante a saída dos componentes, com a anotação dos números na planilha de cada família com o tipo de selador que a sua folha foi tratada, ou se fazem parte do grupo das testemunhas.	-	-
Correção de defeitos (massa e corante na tonalidade da madeira)		Pequenas falhas e eventuais imperfeições foram corrigidas com massa	-	-
Ajuste das baguetes (caneta e esquadrejadeira)		Cada uma das peças de baguete que já possuem uma de suas arestas chanfrada foi ajustada a cada folha e, posteriormente, a outra extremidade também chanfrada em ângulo de 45° na esquadrejadeira.	-	-
Fixação baguetes (martelo de madeira)		As peças de baguetes são fixadas à folha por meio de um martelo de madeira finalizando o processo de fabricação do componente	~ 600 1 pessoa	-
		Total	1h29min	0,00086m3/ folha

Quadro 21. Seqüência de processamento do componente folha.

3.5.5. Síntese da produção de batentes e folhas

O Quadro 22 apresenta na forma de uma síntese a produção descrita nos Quadros 13 a 21, contemplando os componentes de batentes e folhas de abrir e projetante.

Componente (m)	Peça	Quant. peças/ Componente (un)	Quantidade geral produzido (un)	Tempo médio/peça (min)	Tempo médio/comp (min)	Resíduo produzido/peça (m³)
Batente Porta (0,80x2,10)	Ombreira	02	428	10min	20min	0,006 (2)*
	Travessa	01	214	4,7min	4,7min	0,0013 (1)
	Montagem				18,6min	
				Total	43,3min	0,0073
Batente Janela	Montante	02	408	6,3min	12,6min	0,0034 (2)

de abrir (1,20x1,20)	Travessa	01	204	6,5min	6,5min	0,0017 (1)
	Pingadeira	01	204	8,2min	8,2min	0,0023 (1)
	Montagem				18,3min	
				Total	45,6min	0,0074
Batente Janela projetante (76x60)	Montante	02	56	5,2min	10,4min	0,002 (2)
	Travessa	02	56	5,2min	10,4min	0,0016 (2)
	Montagem				10min	
				Total	30,8min	0,0036
Folha Janela de abrir 2 folhas	Montante lateral	04	576	4,6min	18,4min	0,0028 (4)
	Travessa superior	02	288	5,9min	11,8min	0,0013 (2)
	Travessa inferior	02	288	5,9min	11,8min	0,0013 (2)
	Montante central	02	288	6,4min	12,8min	0,0013 (2)
	Travessa central	02	288	6,4min	12,8min	0,001 (2)
	Montagem		288		1h16min (2)	
	Processamento		288		2h58min (2)	0,00086 (1)
				Total (2 folhas)	5h21min	0,017 (2)
Folha Janela projetante	Montante lateral	02	56	3,2min	6,4min	0,0008 (2)
	Travessa sup./inf.	02	56	4,7min	9,4min	0,0006 (2)
	Montante central	01	28	5,5min	5,5min	0,0004 (1)
	Montagem				14min	
	Processamento				35min	0,0002 (1)
				Total	1h10min	0,002
Janela (Batente + 2 folhas de abrir)					6h 7min	0,024
Janela (Batente + folha projetante)					1h 40min	0,0056
Total / toda produção (212 batentes porta)						1,55
Total / toda produção (144 janelas de abrir – batente e 2 folhas)						3,45
Total / toda produção (28 janelas projetante – batente e 1 folha)						0,16
Total / toda produção (batentes de porta e janelas de abrir e projetante)						5,16
(*) número de peças ou componentes considerados para o cálculo.						

Quadro 22. Quadro síntese sobre a produção de componentes.

Cada componente de janela (de abrir), incluindo batente e folha possui 0,028m³ na forma de madeira processada; de acordo com o Quadro 22 o volume de resíduo gerado durante a fabricação do mesmo componente está em torno de 0,024m³. Isso significa que durante a fabricação dos componentes de janela na marcenaria do assentamento estudado, quase o dobro

do volume de madeira transformou-se em resíduo, durante a etapa de processamento primário e secundário. No caso dos batentes de porta, o mesmo possui em sua composição $0,018\text{m}^3$ em madeira, durante o processo de fabricação foram gerados $0,0073\text{m}^3$ de resíduo correspondendo a 40% do volume utilizado.

Como já comentado neste item, a coluna referente ao tempo médio demandado tanto para a fabricação das peças que compõem o componente como para a montagem e processamento do mesmo, foram baseadas na cronometragem de produção de cinco componentes. Embora o acompanhamento *in loco* dentro de um contexto real, estes dados não refletem o tempo demandado para a produção geral, quando outras variáveis como: as paradas para manutenção, falta de matéria-prima, conflitos intra-grupos, frequência descontínua, etc., influenciaram diretamente na síntese destes dados como forma de mensurar o tempo médio de produção de todas as peças.

De acordo com o Quadro 23 a produtividade obtida no 1º momento da marcenaria foi de 5,10 h.h (homem.hora) por componente, quando a marcenaria apresentava apenas três integrantes, com uma produção média de 3,5 batentes/dia. Já no 3º momento da marcenaria a produtividade alcançada foi de 9 h.h/folha, ou seja 18 h.h/janela, com um grupo composto por seis integrantes e uma média de produção de 4 folhas/dia, ou seja, 2 janelas/dia. Estes dados foram obtidos por meio do acompanhamento da produção e o acesso aos documentos referentes à frequência e horas trabalhadas pelos integrantes neste período.

Período	Quantidade de dias trabalhados	Horas trabalhadas/dia	Número de pessoas/dia	Produção diária (un)	Número de componentes fabricados (un)	Produtividade alcançada (h.h)/componente
1º momento	60	6 h	03	3,5 batentes	212	5,1
3º momento	75	6 h	06	4 folhas	300	9

Quadro 23. Produtividade alcançada na marcenaria nos dois momentos dedicados à produção das esquadrias.

Embora a produtividade alcançada no 3º momento tenha sido mais baixa (ver Quadro 23), a partir dos dados contidos no Quadro 22 é possível fazer um comparativo do nível de complexidade entre os dois componentes fabricados: batentes e folhas, por meio do tempo demandado para cada um deles. Desta forma, conclui-se que a produtividade no terceiro momento foi muito satisfatória dada a diferença dos produtos fabricados e considerando também que três dos integrantes que ingressaram posteriormente no grupo não tinham iniciado o processo de capacitação.

A apresentação dos dados referentes à produtividade alcançada mostra-se pertinente como número comparativo, possibilitando que produções futuras possam superar o tempo alcançado nestes períodos que, embora tenha se mostrado satisfatório, reflete um contexto onde houve o emprego de equipamentos limitados com a possibilidade de substituição e otimização de várias etapas.

- Algumas considerações sobre a etapa de processamento

Quanto às etapas do processo de fabricação o principal gargalo foi a etapa de retirada dos cantos do rebaixo de fixação dos vidros com o formão, no que se refere à qualidade de acabamento e ao tempo de execução da atividade. A fim de otimizar o processo de execução desta etapa foi adotada a tupa manual que, embora eficiente, também se mostrou ineficaz frente à falta de cuidado dos integrantes, que preferiam apoiar o gabarito com as próprias mãos ao invés de colocar grampos de fixação e rotacioná-los em cada canto, alegando que este procedimento despendia muito tempo, embora fosse a maneira mais correta de manusear o equipamento.

Outra etapa que acabou gerando muitos conflitos entre os integrantes da marcenaria foi o selamento de topo, devido ao tempo demandado para a aplicação do produto aliado aos cuidados do processo de controle interno recomendados pela equipe técnica. Embora tenham sido realizadas reuniões constantes de conscientização para aplicação do produto, ao fim da etapa alguns participantes ainda desconfiavam da eficácia dos mesmos.

Quanto ao fluxo produtivo e a disposição das máquinas no local para a produção das esquadrias, não foi possível utilizar inicialmente o espaço útil integral do galpão (ver Figura 36), devido a esta situação muitas máquinas foram dispostas próximas umas às outras, reduzindo o espaço para armazenamento e dificultando a circulação da matéria-prima bruta e acabada. O layout das máquinas deve ser reavaliado por propiciar o cruzamento de muitas etapas, principalmente as executadas na máquina esquadrejadeira a qual, por estar localizada na parte central do galpão e ser a primeira máquina utilizada no processo, encadeou o atravancamento de etapas posteriores, seja por ocupar um grande espaço como também por receber as primeiras peças para destopo (peças longas), dificultando a circulação de pessoas e peças dentro do galpão, a Figura 67 exemplifica de forma esquemática as dificuldades encontradas devido ao layout adotado durante a fabricação dos batentes.

Figura 67. Esquema sequencial adotado para a produção de batentes na marcenaria.

Outra questão relevante a ser comentada refere-se ao depósito de cepilho, armazenado dentro do próprio local de trabalho e, diante da dificuldade de comercialização foi aumentando de volume a

ponto de ocupar um espaço útil considerável, dificultando também a circulação e provocando o risco de acidentes. Outro agravante provocado pelo depósito de cepilho dentro do local de trabalho foi sua contribuição para a geração de pó, devido à pouca ventilação do local (apenas uma janela de abertura para circulação de ar), colaborando para tornar o ambiente de trabalho ainda mais desagradável.

3.5.6. A instalação dos componentes

A instalação dos batentes seguiu basicamente a ordem de execução da cobertura no canteiro de obras, somente as casas cobertas e que começariam a etapa do reboco é que poderiam iniciar o chumbamento dos batentes, sendo a instalação das folhas de janela e porta uma das últimas etapas realizadas no canteiro.

a) O mecanismo de fixação adotado

O mecanismo de fixação utilizado (grapas) foram pregos, pregados em pares. Nos primeiros componentes fabricados na marcenaria os pregos foram fixados com a cabeça torcida, Figura 68a, já no restante da produção as grapas foram executadas formando um ângulo próximo de 45° Figura 68b, este último ofereceu maior agilidade de execução. De acordo com a Figura 68c, os sarrafos (travas) foram fixados nos componentes ainda na marcenaria sendo conservados até sua instalação no canteiro de obras, a fim de garantir que a umidade natural do local não provocasse o inchamento ou empenamento dos componentes, além de manter o esquadro durante o processo de fixação.

Figura 68. Estilos de grapas empregadas nos componentes de batente e fixação do sarrafos na marcenaria.

b) A instalação dos batentes

Os batentes de madeira geralmente possuem entre 14,5 e 15cm de largura, a mesma dimensão de uma parede acabada, sendo posteriormente finalizada a instalação com o fechamento da interface interna com a guarnição (no caso de batentes internos de porta a guarnição é fixada nas duas faces). Os batentes fabricados na marcenaria do assentamento, como já comentado anteriormente no item 3.3.2 adotaram a dimensão de 10cm no sentido da largura, o que indica a impossibilidade de alinhamento das duas faces do componente com a parede. O alinhamento correto ocorre no sentido da abertura da janela, para que além de proporcionar a abertura completa (180°) os cantos do requadro não sofram lasqueamento, de acordo com a Figura 69.

Figura 69. Desenho com a planta-baixa de duas janelas, uma com o alinhamento convencional e a outra com o proposto para as casas do assentamento.

Durante a fixação dos componentes nos vãos foi detectado que a folga deixada de cada lado, entre o batente e a alvenaria, apresentava grande variação entre as casas, em torno de 20 a 30 mm

de cada lado. Para a fixação dos batentes foram realizados cortes na alvenaria na altura das grapas e, posteriormente, os vãos preenchidos com argamassa. Como alternativa a adoção deste procedimento pode ser utilizada a espuma de poliuretano⁵⁰, que traria ganhos quanto à limpeza, agilidade e ausência de algumas patologias (Figura 70a). Para o nivelamento dos batentes no vão foram utilizadas cunhas de madeira, sendo estas retiradas posteriormente à secagem da argamassa (Figura 70b). Os componentes foram fixados ainda com as travas, sendo indicado que a retirada fosse realizada somente após a proteção da superfície com stain e a instalação das folhas (Figura 70c), mas infelizmente nem todas as casas seguiram esta recomendação, sendo em alguns casos as travas retiradas durante o chumbamento dos batentes, colaborando que o mesmo sofresse pequenas deformações provocadas pela exposição direta às intempéries, sem a adequada proteção.

a
Batente de janela posicionado no vão e recortes da alvenaria na altura das grapas.

b
Utilização de cunhas para ajustar o nível da janela.

c
Chumbamento dos batentes ainda com as travas fixadas.

Figura 70. Fixação dos batentes na obra.

Antes do chumbamento o ideal é que os batentes sejam revestidos por uma seladora, a fim de evitar que o mesmo sofra ataques da argamassa de assentamento. Nas casas do assentamento em “Pirituba II”, devido ao elevado custo do produto os batentes ao serem instalados não foram submetidos à proteção com o revestimento, proporcionando o aparecimento de manchas em vários componentes, como pode ser visto na Figura 71.

⁵⁰ Esta alternativa não foi estudada para ser utilizada nas casas do Assentamento.

Batente após sua fixação na alvenaria com argamassa.

Aparecimento de manchas no batente após a limpeza da argamassa de assentamento devido à falta da aplicação do selador de revestimento.

Figura 71. Aparecimento de manchas nos batentes provocadas pela argamassa de assentamento.

c) A instalação das folhas de porta e janela

A execução das folhas na marcenaria ocorreu somente para os componentes de janela, no caso das folhas de porta optou-se pela sua compra no mercado da região. E, embora a compra da madeira para esta finalidade já tivesse ocorrido, esta decisão foi tomada devido à seguinte análise:

- A experiência com a fabricação dos batentes gerou dados sobre o rendimento dos lotes adquiridos e, assim como nos batentes de porta o componente folha também demandaria a utilização de peças longas, onde o rendimento obtido foi extremamente baixo elevando o custo do componente. Com o cruzamento das informações provenientes da produção de batentes e de uma primeira pesquisa com a cotação de folhas tanto externas como internas no mercado da região, verificou-se que economicamente seria mais viável a compra do componente pronto;
- Outro ponto analisado o qual contribuiu para a decisão de compra do componente foi o cronograma do canteiro de obras, que apresentava um período extremamente curto para a fabricação de um número tão elevado e, diante do ritmo atingido até aquele momento não seria possível finalizar as folhas de porta dentro do cronograma até então estabelecido;
- Diferentemente das folhas de janela as folhas de porta são encontradas no mercado de forma independente do batente, possibilitando sua compatibilidade com os componentes que já haviam sido executados.

Para a atividade de instalação das folhas de janela e porta, com ajustes das folhas aos batentes e para a instalação das ferragens foram contratados dois mestres de obra, após a análise de duas outras possibilidades:

- primeiro, a capacitação das marceneiras para a execução deste trabalho, onde elas poderiam ter o contato com a última etapa da cadeia produtiva do componente adquirindo conhecimentos pertinentes para sua formação, mas esta decisão demandaria um período prolongado para a suficiente capacitação, sendo que a produção dos componentes de folha de janela não havia sido finalizada, ocorrendo de forma paralela à instalação. Além disso, o trabalho demandaria grande esforço físico, não recomendável para o perfil das trabalhadoras.
- a segunda opção analisada foi a contratação de um carpinteiro, com a experiência e equipamentos adequados para a execução desta atividade. Mas as cotações adquiridas com os profissionais da região não eram compatíveis com os recursos financeiros disponíveis pelo projeto e pelas famílias.

Após o levantamento destes cenários a solução mediadora foi a contratação dos mestres de obra do próprio local, os quais já estavam envolvidos com a construção das casas. O grupo de pesquisa auxiliou com 50% do valor e cada família complementaria o restante do montante a ser pago.

Foram gastos na maioria das casas aproximadamente 01 dia/casa, com a colocação de 06 janelas (05 folhas de abrir e 01 folha projetante) e 03 folhas de porta (02 externas e 01 interna). As atividades realizadas foram: o ajuste das folhas aos batentes com a plaina manual e a instalação das ferragens (fechaduras e dobradiças nas portas; tarjetas e dobradiças nas folhas de abrir e haste de comando e dobradiças nas folhas projetantes).

As Figuras 72 e 73, ilustram a sequência de fotos das etapas de instalação das folhas de porta e janela, respectivamente.

(a) e (b) - Primeiramente foram realizados os ajustes necessários na folha para o perfeito encaixe ao batente já instalado, por meio da plaina manual. (c) e (d) - Na sequência foi realizada a fixação das dobradiças em três pontos entre a folha e o batente e por fim a instalação das fechaduras.

Figura 72. Sequência de fotos com a instalação da folha de porta.

(a) Após a fixação das dobradiças foi realizada a colocação das tarjetas com o seu parafusamento. (b) e (c) - Posteriormente foram realizados os furos na travessa superior e inferior do batente para introdução do fecho da tarjeta, no caso das folhas terem sua abertura voltada para o exterior. (d) - Quando a abertura é voltada para o interior (caso das folhas dos quartos) utilizou-se o acessório complementar da tarjeta, para introdução do fecho.

Figura 73. Sequência de fotos com a instalação das ferragens das folhas de janela.

A Figura 74 ilustra com uma sequência de fotos uma das casas com todos os componentes de esquadrias instalados e revestidos, estando a casa em fase de utilização.

Figura 74. Sequência de fotos da casa pronta em fase de utilização.

d) Análise dos procedimentos adotados na etapa de instalação das esquadrias

Durante a execução da instalação das esquadrias no canteiro de obras foi verificado que alguns dos procedimentos adotados poderiam sofrer alterações na intenção de garantir maior proteção aos componentes, como é o caso *da instalação dos batentes* e *da execução da pintura*. As considerações mais relevantes a serem citadas são:

- A inexistência de verga sobre as janelas (substituídas por três barrinhas de aço), não ocasionou deformações imediatas nos vãos dos componentes das casas de alvenaria convencional, mas ao longo do tempo deve ser realizado o monitoramento para que não surjam patologias (pequenas flechas) nas janelas decorrentes da falta deste elemento estrutural na edificação.⁵¹
- A excessiva exposição dos batentes às intempéries por um período muito prolongado sem nenhuma proteção à espera da execução do reboco e da instalação das folhas, propiciou o surgimento de manchas, pequenos empenos e alteração na coloração da madeira. Recomenda-se que esta etapa seja realizada quando a obra estiver em estágio mais avançado e com o reboco já executado, evitando-se que os componentes sofram com o contato excessivo da argamassa de revestimento e fiquem desprotegidos ao tempo. No caso das janelas, é preferível que os componentes de batentes e folhas venham juntos da marcenaria, para que sejam executados em canteiro apenas ‘pequenos’ ajustes, evitando-se problemas de difícil solução em obra. Também é recomendável que a pintura seja executada após a instalação, pois quando executada antes, ao serem feitos os ajustes com a plaina manual e durante a fixação das ferragens grande parte da pintura é retirada, gerando desperdícios e ao realizar o retoque destas áreas, não é possível atingir um acabamento satisfatório, ficando na maior parte dos casos os retoques aparentes. Em Pirituba II, devido à instalação dos batentes ter ocorrido antes mesmo da execução do reboco e terem ficado expostas às intempéries por um período prolongado de tempo estes foram os problemas que ficaram mais salientes principalmente durante a instalação das folhas, dificultando os devidos

⁵¹ Este problema foi verificado na casa de adobe, com a ocorrência de flechas acentuadas sobre os vãos de janela, sendo adotados reforços internos ao quadro deformado (a fim de não abalar a estrutura), solução esta paliativa na intenção de amenizar o problema;

ajustes e provocando o surgimento de algumas frestas. No caso da pintura, algumas casas efetuaram a pintura de seus componentes antes de sua instalação provocando os problemas supracitados;

- Outra questão observada foi a falta de conhecimentos específicos por parte dos mestres de obra, que apresentaram grande dificuldade na execução desta etapa, indicando a complexidade aliada à falta de capacitação adequada para o serviço de carpintaria, isto trouxe alguns inconvenientes, como frestas acentuadas na maior parte das janelas e falta de precisão nos encaixes e instalação das ferragens.

3.6. AS PARCERIAS DE PESQUISA

Paralelamente ao início da produção, foram pesquisados tipos de tratamento adequados para esta finalidade e ao contexto da pesquisa, preferencialmente de baixo impacto ambiental, a seguir estão relatados os caminhos adotados pelo grupo de pesquisa Habis, na intenção de trabalhar um dos assuntos referentes a durabilidade dos componentes de esquadrias: o tratamento preservativo.

3.6.1 Busca de um tratamento preservativo com baixo impacto ambiental – o Ácido pirolenhoso

Os preservativos de ação prolongada mais utilizados atualmente são o Creosoto, CCA, CCB e Pentaclorofenol e são responsáveis por 80% da madeira tratada mundialmente. Embora tenham uma eficiência inegável, o uso destes produtos tem gerado grandes problemas do ponto de vista ambiental, tais como: contaminação do lençol freático, do solo e dos rios através da lixiviação, provocando danos à saúde principalmente das pessoas que os manipula, além de apresentarem um custo elevado (SILVA, 2004).

Tendo em vista a adoção de alternativas para um tratamento de madeira menos impactante no Projeto Inovarural, buscou-se a parceria com a APAN - Associação de Produtores de Agricultura Natural de São Paulo, onde um dos associados vem pesquisando e produzindo o ácido pirolenhoso, este produto é extraído da condensação da fumaça durante a queima da madeira seca e é utilizado principalmente nas indústrias de insumos agrícolas e por produtores adeptos ao combate natural de fungos e insetos. Após a condensação, as gotículas são encaminhadas para recipientes onde passam pelo processo de decantação, para a deposição do alcatrão no fundo dos recipientes, proporcionando uma aparência mais clara, sem alterar o aspecto natural da madeira. Ao cogitar a possibilidade da utilização do pirolenhoso no tratamento dos componentes de madeira a serem fabricados na marcenaria, buscou-se informações técnicas a respeito da eficácia do produto contra o ataque de insetos e fungos apodrecedores da madeira sendo efetivadas as seguintes atividades:

- Levantamento de fornecedores do ácido pirolenhoso;
- Fabricação do tanque de madeira para o tratamento;
- Teste de imersão das peças com extrato de diferentes fornecedores.

Paralelamente, surgiu a possibilidade de realizar na própria instituição (EESC-USP) os testes laboratoriais com o produto, já que as fontes bibliográficas traziam poucas informações sobre a composição química do mesmo. Após um ano, os estudos tiveram que ser interrompidos pela falta de equipamentos específicos para os testes em laboratório e, devido à simultaneidade do andamento da intervenção, a utilização do produto já havia ocorrido⁵². Diante do novo cenário novas parcerias foram firmadas no segundo semestre de 2005, neste segundo momento com o IPT, para a obtenção de resultados mais consistentes e seguros sobre a eficácia do produto. Os ensaios foram realizados somente contra cupins de madeira seca, com o mesmo produto usado na intervenção, o qual não demonstrou eficiência contra este tipo de problema. No caso dos

⁵² As peças a serem tratadas com o produto pirolenhoso foram os batentes de porta e janela, ficando as folhas sem a aplicação do produto.

ensaios contra fungos deterioradores da madeira não foram realizados ensaios em laboratório, devido à algumas evidências já obtidas sobre a eficácia do produto para este fim específico. Após a comunicação destes resultados, foram tomadas algumas providências a fim de não comprometer o desempenho dos componentes já tratados. No caso dos componentes de cobertura foram tratados posteriormente com produto pentox, no caso das esquadrias, seus topos já estavam sendo tratados com dois tipos de produtos: pentox e seladora base água e após instaladas receberam a proteção com pintura stain.

3.6.2 A parceria Habis e Embrapa/Floresta

Foi realizada em setembro de 2004, uma visita à Embrapa – Floresta⁵³ em Colombo - PR, na intenção de consolidar uma parceria, mediante a manifestação da Instituição em estudar e transferir os conhecimentos gerados pela mesma para o Projeto Inovarural, em processo de intervenção no município de Itapeva. Na reunião realizada com os pesquisadores do Projeto e representantes da Embrapa foram definidos pontos comuns de interesse, que foram divididos em assuntos de atuação imediata e outros a serem realizados a médio-longo prazo.

O item de interesse comum no qual a parceria pôde ser consolidada foi a adoção da técnica do *selamento de topo* das esquadrias, em fase de estudos por um de seus pesquisadores: o topo da peça de madeira é a parte mais suscetível ao ataque dos organismos deterioradores do material, desta maneira, o selamento desta área da peça proporcionaria uma maior durabilidade ao componente.

Foram estipulados por um dos pesquisadores da Embrapa – Floresta, dois tipos de produtos para o selamento:

- Pentox Super dupla ação: protege contra cupim e é hidrorrepelente, Montana Química.
- Selador Base Água: Dacar Química, diluição 10 a 20% de água.

⁵³ Embrapa Floresta – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Floresta, localizada na cidade de Colombo – Paraná.

Desta forma, foram obtidos três tipos de tratamento: *testemunha*, *fungicida* e *selador*. Os produtos foram doados e enviados pela Embrapa no início de dezembro de 2004.

O objetivo principal desta experiência foi acompanhar e descrever o processo de aplicação da técnica do selamento de topo nas esquadrias de madeira na marcenaria autogestionária do Assentamento Pirituba II, propondo mecanismos para o monitoramento do comportamento e eficácia dos produtos aplicados quando submetidos às reais condições de exposição, tendo em vista transferir a técnica para outras experiências similares.

Esta experiência também poderia proporcionar:

- Identificação do produto mais eficaz contra os agentes deterioradores após um certo período de utilização do componente;
- Capacitação das pessoas envolvidas na produção das esquadrias para a introdução de mais uma etapa na cadeia produtiva do componente;
- Desenvolvimento de planilhas de controle de saída de componentes da marcenaria e para o monitoramento posterior à instalação em campo, a médio e longo prazo;
- Contribuição para o aumento da viabilidade da madeira na produção de esquadrias para habitação social possibilitando aumentar a vida útil do componente.

Para dar início à atividade foi realizada a primeira reunião de sensibilização e conscientização de aplicação da técnica com as pessoas envolvidas na produção, onde foram discutidos os propósitos da pesquisa e o que isso proporcionaria aos componentes fabricados. O único ponto que gerou controvérsias foi o fato de acrescentar mais uma etapa na cadeia produtiva do componente com o aumento do trabalho e o prolongamento do tempo de fabricação, mas diante dos benefícios que a técnica poderia gerar todos aceitaram participar do experimento.

Após a compreensão e aceitação da nova etapa na cadeia produtiva do componente considerou-se como as testemunhas (componentes sem tratamento), os batentes de porta e janela fabricados antes do recebimento dos produtos de aplicação, sendo os componentes de batentes produzidos posteriormente, divididos em dois lotes, cada um tratado com um tipo de selador diferente (duas

demãos com o produto): Pentox super dupla ação (produto hidrorrepelente e cupinícida) e Seladora Base Água. A Figura 75, apresenta as regiões de cada peça que compõem os componentes nas quais foram aplicados os produtos.

Figura 75. Regiões de topo onde foram aplicados os produtos de selamento.

O resultado deste capítulo retrata o desenrolar dos trâmites ocorridos em Pirituba II abrangendo a articulação de parcerias e o diálogo entre moradores e assessores na intenção de implantar a marcenaria e viabilizar a produção dos componentes.

No próximo capítulo é apresentada a análise da experiência, trazendo dados sobre o potencial da madeira de eucalipto comercializada na região quando direcionada à fabricação de esquadrias, o rendimento obtido, os custos do componente e os ganhos e perdas do contexto técnico e organizacional adotados para a fabricação.

CAPÍTULO 4:

ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA NA MARCENARIA EM PIRITUBA II

4.1. A Dinâmica de Comercialização da Madeira de Eucalipto na Região Sudoeste do Estado de São Paulo

4.2. As relações inter e intra grupos

4.3. Características da Madeira de Eucalipto Utilizada e as principais Patologias Decorrentes do Processo de Fabricação na Marcenaria e da Instalação no Canteiro de Obras

4.4. Índice de Rendimento e a Apropriação dos Custos de Produção

INTRODUÇÃO:

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados, frutos do acompanhamento da experiência vivenciada na marcenaria em Pirituba II já descrita no capítulo anterior. Os dados aqui expostos permitem uma reflexão acerca da hipótese inicialmente suscitada que defendia a possibilidade de produção de esquadrias para habitação social com madeira de eucalipto disponível na região e, paralelamente, possibilitar a capacitação dos moradores de assentamentos rurais dentro da cadeia produtiva do componente desde a aquisição da madeira até a montagem final do componente, identificando as potencialidades e os limites de sua fabricação.

Os resultados alcançados referem-se a oferta e características dos lotes de madeira de eucalipto fornecidos à intervenção os quais proporcionaram um determinado rendimento. Também foi possível fazer a apropriação de custo do componente com o levantamento das principais dificuldades encontradas nas diversas etapas da produção.

Estes dados propiciaram algumas simulações de alternativas que indiquem a viabilidade de se produzir esquadrias de qualidade para habitação social em uma marcenaria coletiva autogestionária, acessíveis a população de baixa renda com a utilização de madeira de eucalipto atualmente disponíveis (de florestas não manejadas para madeira serrada), na perspectiva de examinar as condições essenciais de transferência dos procedimentos adotados a outros locais.

4.1. A DINÂMICA DE COMERCIALIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO NA REGIÃO SUDOESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Sobre o potencial florestal da região sudoeste paulista, segundo o último Inventário Florestal publicado em 2002, o pólo de reflorestamento que pertence à área de estudo (Itapeva) possui a maior área de plantios de pinus do Estado igualando-se a área coberta com plantios de eucalipto⁵⁴.

⁵⁴ O assunto relativo à disponibilidade florestal na região sudoeste paulista está detalhado no item 2.3.

Na primeira fase do projeto de Políticas Públicas financiado pela Fapesp foi realizado um diagnóstico sobre o setor produtivo da madeira na região do município de Itararé, município vizinho à Itapeva, e uma proposta de melhoria para o setor, elaborados pelo SEBRAE e a UNESP-Bauru (Relatório Fapesp – Fase I, 2001). Na segunda fase realizou-se um novo levantamento que foi comparado ao diagnóstico anterior, possibilitando a elaboração de uma avaliação das mudanças ocorridas no cenário das serrarias da região. O diagnóstico elaborado na primeira fase revelava que as serrarias operavam em condições precárias e acumulavam prejuízos estando sujeitas à “mortalidade”. Os problemas enfrentados pelas serrarias no início do Projeto de Políticas Públicas podem ser sintetizados nos seguintes itens:

- Situação irregular;
- Condições precárias (tecnológica e organizacional);
- Baixa oferta de matéria-prima (toras acima de Ø25cm);
- Aproveitamento inadequado das toras (baixo valor agregado);
- Preço de venda dos produtos de menor valor agregado (caixaria e madeira serrada) equiparado ao custo de produção;
- Geração de grande quantidade de resíduos;
- Tendência ao desaparecimento;
- Tendência para o mercado externo;
- Mão de obra de baixa capacitação.

O levantamento realizado em março de 2004, na segunda fase, mostrou que de uma forma geral, essa condição não sofreu significativas mudanças, sendo em alguns casos confirmada a previsão inicial por meio da experiência vivenciada pelo projeto Inovarural, quando dado início aos trâmites para a aquisição de madeira de eucalipto e também de pinus na região.

Uma das mudanças mais significativas ocorridas ao longo desse período está relacionada ao destino dos resíduos (serragem, cavacos, cepilhos e maravalhas), que inicialmente se acumulavam nos pátios das serrarias, acarretando em graves problemas ambientais. Atualmente, todo o

resíduo é comercializado, principalmente para as indústrias que utilizam para queima. Ainda sobre a valorização dos resíduos ocorrida nos últimos anos, de acordo com o levantamento realizado em uma serraria (de médio porte) fornecedora de madeira serrada ao Projeto, em 1998 o pó gerado pelas serras era obrigatoriamente separado do cavaco, passando por um processo de seleção por meio de uma peneira vibratória, separando o que era pó do restante do material. O cavaco nesta época era vendido a R\$1,60 o m³, quanto ao pó gerado, era necessário pagar para retirá-lo. Hoje, todo o material é introduzido no picador (com a retirada da peneira vibratória), juntando-se o pó com a casca e o cavaco, esse material chegou a ser comercializado em 2005 à R\$16,00 o m³, apresentando um aumento dez vezes superior entre 1998 e 2005.⁵⁵

Embora a valorização atribuída aos resíduos, foi observado em contrapartida, que os maiores problemas de grande parte das serrarias residem na utilização de equipamentos ultrapassados, que não possibilitam o maior rendimento na forma de madeira serrada, gerando maior quantidade de rejeito. A saída para a maioria das serrarias diante do custo da matéria-prima, seria a melhor conversão possível, com a adoção de equipamentos com serras de menor espessura para a diminuição da produção de pó. Tudo que é produzido e gerado na serraria deve ser absorvido pelo mercado, a preocupação primordial está no maior aproveitamento possível da matéria-prima, diferente de anos atrás em que a maior preocupação era a produtividade.

Outra questão agravante observada são os interesses dos grandes detentores de florestas da região: as indústrias papelarias e de celulose. O manejo realizado por estas empresas volta-se ao benefício próprio não demonstrando interesse no fornecimento de matéria-prima para as pequenas serrarias da região, esta prática não gera retornos aos municípios e também às comunidades locais. Percebe-se, portanto, que a questão central do problema está localizada numa instância superior às necessidades das serrarias e que, provavelmente, a solução passe por questões mais políticas e estratégicas e menos tecnológicas.

⁵⁵ Entrevista realizada em 05/2006.

Até o momento a maior parte da matéria-prima beneficiada na região é proveniente de florestas plantadas na década de 70, implantadas sem nenhuma preocupação com o manejo ou finalidade pré-estabelecida, cujo objetivo central foi a obtenção dos incentivos fiscais⁵⁶. Estas florestas foram sendo exploradas para a construção civil ao longo do tempo sem a devida preocupação com sua reposição, com exceção das empresas verticalizadas, escasseando desta forma a matéria-prima em idade de corte na região o que trouxe dificuldades aos pequenos empreendimentos para obtenção de toras, tornando as fontes cada vez mais distantes das serrarias. Este cenário provocou o encarecimento cada vez maior do produto, cujo valor dificilmente pode ser repassado aos clientes, inviabilizando a prática do mercado. Um exemplo pertinente que mostra a oscilação do mercado de madeira na região foi obtido com o levantamento em uma destas serrarias, localizada no município de Taquarivaí (refere-se a mesma entrevista supracitada), a qual em março de 2003 conseguia colocar em seu pátio um estéril de madeira de eucalipto (toras), a R\$38,00, já em dezembro de 2005 chegou a R\$65,00, ou seja, um aumento de 71% entre 2003 e 2005. Mesmo com a busca de mercados alternativos, o maior aproveitamento dos resíduos e a utilização mais nobre da madeira, várias serrarias foram sendo sufocadas, sobressaindo dois principais motivos: de um lado o *valor da matéria-prima* e do outro o *consumidor final*, que não aceita um aumento de preço desta ordem (aproximadamente 71% na empresa entrevistada). Com o estreitamento das margens de lucro que já não eram boas quando não negativas, tornou-se este um dos principais motivos que levou muitos empreendimentos à falência nos últimos anos e, conseqüentemente, a dificuldade atual na obtenção de madeira serrada.

O cenário madeireiro local refletido sob o prisma do projeto Inovarural mostra-se no presente momento parcialmente inapropriado para a sustentabilidade de determinadas práticas, como a produção de esquadrias para habitações de interesse social quando produzidas em um

⁵⁶ Estas reflorestadoras se instalaram na região devido às terras apresentarem um custo extremamente baixo neste período, na verdade plantava-se eucalipto ou pinus com a finalidade de receber incentivos fiscais, não havia uma meta pré-definida. De acordo com a entrevista realizada em 05/2006 com um dos fornecedores de matéria-prima da região tendo o mesmo vivenciado este acontecimento, na época da explosão dos incentivos fiscais faltou sementes, e as reflorestadoras passaram a comprar mudas onde encontravam, então plantou-se mudas de eucalipto de diversas espécies: Alba, Grandis, Urophila, etc. Esses projetos após amadurecerem acabaram sendo explorados nos últimos anos, mas a maior parte destas áreas não foram submetidas à reposição florestal, atingindo também o escaqueamento.

empreendimento autogestionário, como é o caso da marcenaria instalada no assentamento Pirituba II, os principais motivos que levaram a esta reflexão foram:

- A necessidade de assessores frente às negociações com empresas para obtenção da matéria-prima, devido à credibilidade e bagagem técnica requeridos durante a compra de produtos com determinados critérios: valor acessível e qualidade;
- A região apresenta baixa oferta de madeira de eucalipto, onde a maior parte dos plantios não estão disponíveis para serraria, pertencendo na maior parte delas ao setor celulósico-papeleiro, sendo apenas 10% pertencente a organismos governamentais, representando um percentual baixo para atender à demanda requerida ou estabelecer parcerias entre poder público e empreendimentos desta natureza.
- A maior parte da madeira oferecida apresenta características inapropriadas para madeira serrada, com a exigência de um alto volume de madeira para realizar a classificação que o componente requer, encarecendo desta forma os produtos fabricados pela marcenaria devido a grande quantidade de rejeitos, tornando-os menos competitivos em relação aos do mercado;
- Outro fator que está interligado ao último item é a falta de garantias sobre o fornecimento contínuo de madeira, criando um cenário de incerteza sobre a sustentabilidade do empreendimento no que se refere à disponibilidade e, conseqüentemente ao custo da matéria-prima;

A análise apresentada neste item revela as dificuldades enfrentadas para a sustentabilidade de empreendimentos semelhantes ao implantado em Pirituba II, como a marcenaria coletiva, principalmente para a implantação do processo de autogestão. Deixa explícita a importância da articulação dos diferentes agentes atuantes na cadeia produtiva do componente em favor da viabilização de empreendimentos de cunho social, com a dependência da sensibilização de entidades privadas ou a diminuição das questões burocráticas que envolvem parcerias com organismos governamentais.

4.2. AS RELAÇÕES INTER E INTRA GRUPOS

Como já descrito no item 3.3, a partir da decisão tomada entre famílias e grupo de pesquisa em constituir uma marcenaria para produção de componentes fez-se necessária a elaboração de diversas estratégias, as quais ao serem colocadas em prática sofreram alterações até se compatibilizarem com o contexto e atingirem a consolidação de um grupo comprometido. O Quadro 24 traz uma síntese da trajetória percorrida pelos integrantes durante o processo de formação do grupo para a fabricação das esquadrias:

Período	Estratégia	Nº de participantes	Resultados/Causas
01/2004	Cinco dias de capacitação realizada na marcenaria da Esalq com a participação somente dos homens do grupo, com a fabricação de painéis de vedação e a primeira versão da laje-forro, ainda em fase de estudo.	Variação entre 05 e 09 pessoas (04 homens)	O Grupo capacitado acabou se diluindo, juntamente com a experiência promovida, não sendo colocada em prática. O principal motivo levantado para que isso ocorresse foi que os homens (na maioria chefes de família) teriam outras atribuições diferentes das mulheres, principalmente na contribuição orçamentária familiar, obtidas na maior parte das atividades no campo.
04/2004	Contratação de um instrutor marceneiro. Tentativa de inserção dos jovens cursando o 2º grau, para as atividades profissionalizantes de marcenaria		Os jovens não se interessaram para as atividades de marcenaria, onde o principal motivo alegado foi a falta de remuneração durante este período, dando preferência ao envolvimento com pequenos trabalhos temporários no campo ou na cidade.
05/2004 a 01/ 2005	Manter somente as pessoas que tivessem a constância e envolvimento nas atividades	03 mulheres, donas de casa da faixa etária de 40 a 50 anos	Esta nova decisão teve uma implicação direta na questão da troca de serviços da marcenaria com o restante do grupo das casas. Os grupos de famílias que estivessem em dívida e sem representante, poderiam fazer uma troca com base de cálculo das horas de trabalho gastas para produzir cada componente de madeira. Embora a adesão de somente três mulheres, representando um número reduzido de participantes, com elas a marcenaria pôde iniciar uma atividade de capacitação mais intensa e consolidar um grupo fixo criando as condições necessárias para o início de um empreendimento autogestionário.
08/ 2005	Com a retomada da produção das esquadrias, houve a tentativa de ampliar o grupo de 3 pessoas. Para isso, foi proposto que cada grupo indicasse dois representantes para a marcenaria, isto proporcionaria: capacitação mais rigorosa, ritmo mais	09 pessoas (05 mulheres e 04 homens)	Com a aplicação desta estratégia foi verificado que faltava trabalho para toda a equipe, pois devido à maior complexidade do processo de produção o instrutor não conseguia capacitar muitas pessoas ao mesmo tempo e, devido ao número limitado de máquinas não havia atividades para todos

	constante e eficiente além de diminuir a rotatividade		os integrantes. No momento de iniciar uma nova etapa era preciso um número considerável de peças, e cada uma delas passava por um processo demorado de execução, aumentando o tempo para compor um volume suficiente para iniciar as próximas etapas.
09/2005	Diminuição da equipe, sendo proposto que permanecesse apenas um representante por período	09 pessoas (05 mulheres e 04 homens), divididos em dois grupos, um para cada período	Os integrantes não se adequaram ao esquema de trabalho por períodos, sendo argumentada a dificuldade em conciliar as atividades pessoais que ocorriam paralelamente
10/2005	Os próprios integrantes acabaram estabelecendo entre si os acordos que seriam mais fáceis de serem cumpridos como: um representante por semana, realizando os dois períodos; outros preferiram intercalar os dias para cada um dos representantes e outros adotaram a 2ª estratégia, de ir cada representante de seu grupo em um período.	09 pessoas (05 mulheres e 04 homens)	Em um primeiro momento esta estratégia foi aceita com maior êxito e o ritmo de produção dos componentes conseguiu atingir um resultado constante.
10/2005 a 02/2006	Com o decorrer das semanas os homens que faziam parte do grupo acabaram optando pelos serviços do canteiro de obras e abandonaram as atividades da marcenaria. Os integrantes que permaneceram foram as três marceneiras que já faziam parte do grupo fixo juntamente com outras duas mulheres com o mesmo perfil, após algumas semanas mais uma mulher aderiu à causa da marcenaria. O trabalho passou a ser realizado por este grupo fixo em período integral.	06 pessoas (mulheres)	Com este grupo foi possível finalizar toda a produção das esquadrias, proporcionando uma capacitação mais constante e aprofundada para o grupo.

Quadro 24 – Síntese das estratégias elaboradas e aplicadas na marcenaria ao longo da produção dos componentes de esquadrias para as casas do assentamento.

Ao longo da experiência foram observadas várias mudanças no cotidiano das atividades pessoais de cada uma das marceneiras na intenção de conciliarem as atividades domésticas com o novo trabalho. Para viabilizarem esta compatibilização passaram a trabalhar depois do expediente em suas casas ou executavam estas atividades nos fins de semana. Nos períodos de plantação ou colheita de determinados produtos no assentamento, algumas delas se afastavam da marcenaria para a prestação de serviços à terceiros como forma de aumentar e contribuir na renda familiar,

retomando as atividades de fabricação dos componentes após o término destes trabalhos na lavoura. Antes de assumirem estes serviços paralelos e deixarem as atividades da marcenaria eram realizadas reuniões com todo o grupo, a fim de serem expostas as necessidades individuais de cada uma delas e como poderia ser realizada a conciliação sem prejudicar o grupo, desta forma todos participavam na concessão do aval.

As dificuldades observadas intra-marcenaria no que tange aos aspectos de relacionamento foram geradas por conflitos inter-pessoais de várias naturezas: terceirização de serviços, gênero, afinidades, intrigas entre integrantes e instrutor, empenho nas atividades e ausências não justificadas. Quanto às dificuldades relacionadas aos aspectos técnicos o nível de escolaridade das integrantes acabou influenciando no grau de assimilação das atividades ensinadas pelo instrutor e pela equipe técnica.

As dificuldades inter-grupos (marcenaria e canteiro de obras) podem ser atribuídas ao pagamento das horas trabalhadas na casa das marceneiras, pois estas ficavam impossibilitadas de participarem do canteiro de obras juntamente com os demais integrantes de seus grupos. Mesmo com os acordos firmados no início do projeto, onde cada marceneira fabricaria componentes de esquadrias para todo o seu grupo e em troca, o seu grupo trabalharia em sua casa no canteiro de obras, com o passar do tempo grande parte dos grupos abandonavam os acordos com o seguinte argumento: achavam injusto darem uma casa pronta às marceneiras em troca somente de batentes e janelas, já que o kit cobertura foi fabricado em processo de mutirão com a participação de um integrante por família. Este cenário causou grande desânimo na equipe e esse desestímulo acompanhado da falta de reconhecimento passou a refletir no ritmo de trabalho. Neste e em vários outros momentos a equipe técnica procurou intermediar, com a realização de reuniões periódicas a fim de conciliar os serviços nas diferentes áreas (canteiro e marcenaria) e resolver os pontos pendentes com o estabelecimento de novos acordos.

Embora a credibilidade que a equipe técnica gozava junto às famílias os acordos firmados eram quebrados constantemente ao longo da produção, com extrema volatilidade de opiniões,

sobressaindo os interesses individuais em relação ao coletivo. Este envolvimento em questões interpessoais por parte da equipe técnica trouxe conseqüências eficientes em um primeiro momento, mas negativas quando analisadas sob outra vertente: pois ao mesmo tempo em que os conflitos eram sanados de forma mais rápida com o estabelecimento de novas estratégias e, inicialmente acatados devido ao excesso de confiança depositado na equipe, esta prática acabou prejudicando os grupos e/ou integrantes a resolverem seus próprios problemas, ficando à espera da próxima ida da equipe ao assentamento para resolver muitas vezes desentendimentos banais de trabalho, quando poderiam sanar os conflitos de forma mais ágil e independente da assessoria, de acordo com os princípios da *autogestão*.

4.2.1. Como ocorreu a adesão exclusivamente feminina na marcenaria

A composição efetivamente feminina do grupo da marcenaria durante a fabricação da maior parte dos componentes, mostrou ser um desafio inédito e instigante à equipe técnica mas, ao mesmo tempo que facilitou o relacionamento, a cumplicidade e o companheirismo entre as integrantes, também inibiu a entrada e permanência de outros homens talvez interessados nas atividades, os quais contribuiriam principalmente na realização de determinadas atividades por vezes pesadas para o perfil das trabalhadoras.

A adesão das mulheres ocorreu de forma gradativa e espontânea, perpassando por motivos comuns e individuais. Em entrevista, quatro delas relataram as causas reais do envolvimento nas atividades até então inusitadas⁵⁷.

No caso da primeira marceneira entrevistada, entre as opções de trabalho entre marcenaria e canteiro, a primeira apresentava ser mais branda em relação à segunda, aliada também a questão do gênero, predominando no canteiro de obras integrantes do sexo masculino, o que inibiu a presença de pessoas do gênero oposto.

⁵⁷ A entrevista foi realizada em 02/03/07, à quatro marceneiras que permanecem até o presente momento nas atividades de consolidação do empreendimento.

Para a segunda marceneira entrevistada o ingresso à marcenaria foi efetivado por uma questão de necessidade, devido à troca de serviço e as dificuldades de relacionamento com os integrantes do seu grupo no canteiro de obras.

No caso da terceira marceneira, para ela o ingresso esteve condicionado assim como na primeira à natureza dos serviços, que exigiam menor esforço físico em relação ao canteiro de obras. Esta constatação foi levantada após uma primeira experiência neste ambiente de trabalho, além disso, a questão do gênero predominantemente masculino no canteiro também acabou contribuindo para sua permanência na marcenaria.

O motivo para o ingresso e permanência da quarta marceneira difere um pouco das anteriores, a qual através da fabricação do kit cobertura teve seu primeiro contato com as atividades neste ambiente de trabalho, quando manifestou à equipe Habis e ao grupo da marcenaria o interesse em permanecer e também compor o grupo. Os motivos que a levaram a esta decisão foram: por gostar das atividades ligadas à madeira, pelo desafio de enfrentar as máquinas e pela necessidade da troca de serviços entre seu grupo e marcenaria, já que o mesmo não havia indicado nenhum representante até aquele momento.

Uma questão da qual todas compartilharam com a mesma intensidade foi a necessidade da inserção dos jovens. Devido à idade que a maioria delas se encontram a participação desta faixa etária de integrantes facilitaria as atividades e daria maior perspectiva para a continuidade dos trabalhos após o término das casas, para o processo de incubação da marcenaria

4.2.2. As desistências posteriores

No início da produção e ao longo dela ocorreram muitas mudanças no número de componentes de esquadrias a serem fabricados na marcenaria devido a algumas desistências. Os argumentos levantados por algumas famílias na intenção de desistirem e comprarem seus componentes no mercado basearam-se principalmente:

- Na política da troca de serviço entre marcenaria e canteiro de obras, de forma a mensurarem as atividades nestes dois ambientes de trabalho distintos. Esta questão pôde ser observada no momento que foram firmados os acordos entre os grupos e durante a aplicação das estratégias de trabalho, verificando-se que as famílias não tinham idéia do esforço que demandaria determinadas atividades, pois quando eram colocadas em prática, mesmo sem pesar as conseqüências, acabavam por quebrar os acordos no meio da produção (principalmente no canteiro de obras) ou, em alguns casos extremos, chegavam até mesmo a desistir dos componentes já prontos. Achavam injusto trabalharem na casa das marceneiras em troca somente de batentes e folhas de janela, com a elaboração da seguinte equação por parte da maioria das famílias: 01 casa = 06 janelas + 06 batentes de porta.
- Desinteresse pelo trabalho coletivo entre alguns grupos sobressaindo o trabalho individual, algumas posturas também podem estar relacionadas ao histórico de algumas famílias, envoltas pela desconfiança, seja para com a equipe ou por algumas famílias do próprio assentamento. Este ponto pôde ser observado em alguns grupos que preferiram ir à marcenaria fabricar seus próprios componentes (achavam o trabalho extremamente simples em relação ao canteiro de obras) ao invés de trabalharem na casa das marceneiras.
- As famílias que não haviam participado da produção das VLPs por não aceitarem o projeto proposto para a cobertura também não quiseram as esquadrias da marcenaria, os argumentos levantados para o componente esquadria não esteve ligado ao projeto e sim porque não queriam estabelecer nenhuma relação com o empreendimento, estas foram as principais famílias que não aderiram ao trabalho coletivo.

O Quadro 25, apresenta uma síntese do número de famílias que participaram dos acordos e retiraram os componentes de esquadrias da marcenaria instalando-os em suas casas e também, o número de famílias desistentes de acordo com o já descrito.

Batentes de Porta		
	Número de famílias interessadas	Número de famílias desistentes
Início do projeto	49	-

Após 2ª reunião	36	13
Ao fim da produção	36	13
Durante a instalação	35	14
Folhas de Janela		
	Número de famílias interessadas	Número de famílias desistentes
Início do projeto	49	-
Após 2ª reunião	36	13
Ao fim da produção	30	19
Durante a instalação	27	22

Quadro 25. Síntese do número de famílias que optaram pela esquadria em madeira da marcenaria e o número de desistências ao longo da produção.

No início das reuniões havia um total de 49 famílias interessadas em fabricar seus componentes na marcenaria, na intenção de barateá-los e obterem um produto de melhor qualidade em relação ao que poderiam comprar no mercado com o mesmo recurso. No caso dos batentes após a 2ª reunião sobre os modelos o número de famílias interessadas baixou para 36 (73%), após a produção e durante a instalação 35 famílias (71%) optaram pelos componentes da marcenaria. No caso das janelas após a 2ª reunião 36 famílias estavam interessadas (73%), ao longo da produção este número baixou para 30 famílias (61%), mas somente 27 famílias retiraram seus componentes da marcenaria e instalaram em suas casas (55%). O que pode ser observado é que as desistências na maior parte delas não estiveram condicionadas ao projeto, mas à política da troca de serviços.

4.3. CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA DE EUCALIPTO UTILIZADA E PRINCIPAIS PATOLOGIAS DECORRENTES DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO

4.3.1. Características da madeira utilizada

Foram observados ao longo da cadeia produtiva do componente alguns aspectos referentes ao desempenho da madeira utilizada, desde o período de secagem até o término da produção na

marcenaria, estas características influenciaram na qualidade e custo alcançados durante a produção dos componentes, devido ao rendimento obtido com cada um dos lotes.⁵⁸

Quanto às características dos lotes utilizados temos:

a) 1º lote

Proveniente de uma floresta da região, com espécies e idades diversificadas (*urophila*, *Alba*, *E. grandis*, *saligna*), devido à heterogeneidade do lote a etapa de secagem apresentou algumas dificuldades no monitoramento do índice de umidade, acarretando no emprego de peças ainda úmidas, as quais alcançaram o teor de umidade adequado durante o aparelhamento ou após o componente já montado, provocando alguns empenos e perdas. No processamento e acabamento do componente este lote apresentou boa usinabilidade e acabamento superficial. Com este lote foi possível a produção de 105 batentes de porta (utilização de 18% do lote para esta finalidade) e 117 batentes de janela (utilização de 30% do lote).

b) 2º lote – Não utilizado

c) 3º lote

Trata-se de um lote proveniente de uma floresta da região, do município de Guapiara, manejada para celulose e não para madeira serrada, um lote homogêneo da espécie *grandis*, idade entre 17 e 18 anos e toras com aproximadamente 30 cm de diâmetro com variação de 10%. Como principais defeitos podem ser citados os que provocaram a diminuição considerável no aproveitamento dos lotes: os empenos e as rachaduras de topo, advindos da etapa de secagem. Ao ser realizada a classificação visual das peças levantou-se alta incidência de nós, principalmente soltos, que pode ser considerado como o segundo principal defeito presente no lote que comprometeu o rendimento. A dimensão e a profundidade de alguns nós foram apenas detectados durante o aparelhamento e fresamento, esta situação provocou a perda de muitas peças em estágio avançado de processamento, influenciando não só no rendimento como

⁵⁸ O desdobro das toras na serraria não foi acompanhado de forma sistemática, sendo obtidos apenas alguns dados sobre o desdobro do 3º lote, os quais são insuficientes para uma análise mais precisa sobre as perdas decorrentes desta etapa.

também no tempo despendido para a produção. Outra característica observada na madeira utilizada foi sua trabalhabilidade durante o processo de fresamento, apresentando grande tendência de lasquear, por ser muito fibrosa, desprendendo algumas partes com facilidade ao longo da região trabalhada. Devido a grande facilidade de rachar nos encaixes durante a introdução das espigas nos montantes deixou-se um comprimento maior nas peças verticais para evitar o problema durante a aplicação da força de introdução das peças.

A madeira de eucalipto utilizada deste lote pode ser considerada macia, de tonalidade clara e de baixa densidade (ver Quadro 25), estas características estão diretamente relacionadas ao acabamento superficial atingido, detectando-se que o lixamento manual não é recomendável, pois contribuiu para um acabamento com aparência felpuda. Obteve-se na máquina lixadeira um resultado mais satisfatório, ficando somente sem acabamento as faces onde não foi possível a máquina alcançar, como os rebaixos. O comportamento à cola também foi satisfatório, apresentando boa aderência nos encaixes.

Outro entrave observado foi a dificuldade dos integrantes em assimilar os critérios de classificação, onde muitas vezes a peça ao chegar em um nível de processamento avançado, era rejeitada em uma etapa mais adiantada trazendo atrasos à produtividade. Foi possível fabricar com este lote 20 batentes de porta (correspondendo a apenas 8% do lote), 115 batentes de janela (utilizando 67% do lote) e 288 folhas de abrir e 28 folhas para janela projetante (com a utilização de 50% do lote).

O Quadro 26 traz algumas características levantadas em laboratório, esta análise foi realizada somente para o 3º lote, por se tratar do mais homogêneo e volumoso em relação aos demais.

Os corpo-de-prova para a determinação da densidade da madeira, segundo a norma NBR 7190/97, devem ter forma prismática com seção transversal retangular de 2,0 x 3,0 x 5,0cm. Para a determinação da densidade, foram utilizados os procedimentos prescritos no anexo B, da referida norma.

Foram realizados apenas ensaios de caracterização física, obtendo-se os valores referentes à densidade e variação dimensional (não foram realizados ensaios de arrancamento das articulações), esta averiguação foi feita em 12 corpos de prova.

Proveniência dos dados	Densidade (g/cm ³)	Contração (%)		
		volumétrica:	radial	tangencial
3º lote de eucalipto usado pela marcenaria	0,50	9,08	3,5	4,7

Quadro 26. Valores de ensaio para caracterização física do 3º lote de madeira adquirida para o projeto.

Como já descrito anteriormente no Capítulo 2, a norma EN 942 traz como valor para a densidade mínima aceitável para espécies destinadas à fabricação de perfis: 450kg/m³ para a madeira de coníferas e 530kg/m³ para a madeira de folhosas. Pela espécie trabalhada ser o eucalipto, dever-se-ia considerar o valor destinado às folhosas, sendo assim, de acordo com esta fonte a madeira do lote utilizado apresenta densidade abaixo do normal quando destinada à produção de esquadrias. Para os valores de contração, a relação T/R obtida foi de 1,3, que é satisfatória, os valores de contração radial e tangencial quando analisados isoladamente apresentaram-se baixos e aceitáveis.

Figura 76. Comparativo entre o 1º e o 3º lote utilizados na fabricação de esquadrias em Pirituba em relação à densidade. A diferença pode ser vista a olho nu, apresentando-se a peça do primeiro lote com aparência mais densa que a peça do 3º.

c) 4º e 5º lotes

O 4º lote também é proveniente da região, da espécie *grandis*, mas apresentou um desempenho melhor quando comparado ao lote anterior no que se refere aos problemas de processamento e acabamento.

O 5º lote, da espécie cambará, apresentou o melhor desempenho e aproveitamento em relação aos lotes anteriores, mas devido às seções das peças não condizerem com as dos lotes anteriores, foi necessário durante o aparelhamento produzir uma quantidade maior de resíduos para alcançar as seções de projeto.

4.3.2. Principais patologias detectadas

Como já citado no item 2.5.1 com relação ao comportamento das janelas de madeira, são muitos os fatores que podem comprometer o desempenho do componente, pois da mesma forma que encontramos componentes colocados em uso há muitos anos e em perfeito estado, alguns componentes com pouco tempo de utilização já manifestam sérios problemas, vários podem ser os fatores como: a baixa qualidade da madeira e outros materiais utilizados, problemas no processo de fabricação e instalação e também pela exposição e manuseio desfavoráveis aos quais ela está sujeita (BOBADILLA, 1997).

O Quadro 26 apresenta a síntese dos problemas detectados até o presente momento nas esquadrias fabricadas na marcenaria, as principais causas e os encaminhamentos tomados na intenção de solucioná-los ou minimizá-los. Inicia-se pela apresentação dos defeitos provenientes das características da madeira utilizada, onde a maior parte dos problemas desta natureza foram somente detectados durante o processamento pelo desempenho da madeira. Outros problemas apresentados foram decorrentes do método adotado durante a produção dos componentes e da capacitação simultânea realizada com os integrantes. Completando o quadro são apresentados os defeitos oriundos do processo de instalação dos componentes no canteiro de obras.

Devido às características da madeira

Problema	Origem/Características	Encaminhamentos/ Possíveis soluções
<p>- Presença de nós profundos</p>	<p>Durante a classificação das peças eram aceitos a presença de alguns nós de acordo com critérios descritos no item 3.5.1. Mas durante o processamento alguns destes nós apresentaram profundidade maior que o esperado. Em outros casos a presença de nós não aceitáveis ocorreu devido a má seleção das peças ocasionada ora pela capacitação insuficiente ora pela falta de cuidado por parte dos integrantes.</p>	<p>Nos casos onde foi possível colocar as peças comprometidas para a face interna os defeitos foram corrigidos com massa recebendo a tonalidade desejada por meio de corante artificial. As peças que não foi possível aplicar este procedimento foram descartadas mesmo já estando aparelhadas ou realizado os rebaixos pois, as peças se não forem devidamente protegidas ou ficarem excessivamente expostas podem comprometer o componente, levando até mesmo a sua substituição.</p>
<p>- Fissuras e rachaduras</p>	<p>Foi observada a tendência de algumas peças fissurarem durante o aparelhamento ou fresamento, devido a madeira apresentar-se fibrosa</p>	<p>Devido ao fato da maior parte dessas fissuras aumentarem de profundidade com a continuidade do processo de fabricação e montagem, as peças comprometidas geralmente eram descartadas.</p>
<p>- Lasqueamento de cantos e grã levantada</p>	<p>Algumas peças apresentaram facilidade de lasqueamento de cantos e superfícies com aparência áspera, com fibras (grã) levantadas resultando em um acabamento insatisfatório. Principalmente durante o arredondamento das espigas foi possível observar a grande dificuldade de acabamento. Isso ocorreu devido à espécie utilizada ser extremamente fibrosa não voltada para esta finalidade e pelo contato com a grossa (ferramenta com superfície muito áspera), a qual favoreceu chegar-se neste resultado.</p>	<p>Um procedimento o qual minimiza este efeito ao manusear espécies com esta característica é evitar o lixamento manual e durante a execução do lixamento na máquina sempre atentar para a orientação das fibras, dispondo o componente e o instrumento de maneira a seguir a orientação normal destas. No caso das espigas deve ser estudado outro procedimento que substitua a grossa, ferramenta não indicada para madeiras tão fibrosas</p>
<p>- Presença de fibras curtas</p>	<p>Embora em menor incidência algumas peças foram descartadas por terem algumas regiões arrancadas durante o processamento por apresentarem fibras curtas</p>	<p>As peças com este problema foram todas descartadas</p>
<p>- Presença de medula</p>	<p>Devido a homogeneidade da madeira utilizada (dificuldade em diferenciar o cerne do alburno e os anéis de crescimento) ocorreu a utilização de algumas peças com a presença de medula, ocorrendo em alguns casos fissuras nesta área ou até mesmo o lasqueamento</p>	<p>Sendo o problema passível de ser detectado ainda durante o processamento, com a presença de fissuras nesta região, as peças eram descartadas</p>

Devido ao processo de fabricação	Problema	Origem/Características	Encaminhamentos/ Possíveis soluções
	<p>- Falta de precisão entre encaixes</p>	<p>Algumas peças como por exemplo montantes e espiga tiveram problemas de encaixe devido a não compatibilização nas dimensões durante o processo de montagem, originando pequenas frestas. Foram causadas principalmente pela dificuldade no controle nas regulagens das máquinas aliada ao processo de capacitação ocorrer de forma simultânea</p>	<p>Quando o problema é detectado antes da montagem, a peça pode ser submetida à correção ou substituição por outra que proporcione um encaixe mais satisfatório. Após a montagem do componente as frestas podem favorecer a introdução de umidade e tornar-se um provável ponto de deterioração.</p>
	<p>- Superfícies queimadas</p>	<p>A falta de monitoramento sobre a troca de peças das máquinas favoreceu a queima da superfície de algumas peças durante a execução dos rebaios na tupa, com o aparecimento de manchas escuras.</p>	<p>O aparecimento das manchas não comprometeu a funcionalidade da peça. Sendo um problema estritamente estético (amenizado após a pintura), sem a necessidade de inutilizar a peça.</p>
	<p>- Encaixe entre batente e folha</p>	<p>As folgas entre batente e folha devem ser adequadas para assegurar o manuseio e a estanqueidade, permitindo ao mesmo tempo a variação dimensional da madeira devido à umidade. As folgas são geralmente deixadas durante a instalação, ao retirar-se o excedente, variando em torno de 3mm. Em Pirituba devido aos batentes terem ido anteriormente às folhas de janela para o canteiro, ao serem fixadas notou-se uma diferença nas dimensões, em alguns casos a folha apresentando-se menor que o batente. Isso ocorreu pelo fato dos dois componentes não irem juntos para o canteiro e ao longo da produção ocorrerem pequenas alterações nas dimensões de alguns componentes (diminuição da seção para aumentar o aproveitamento)</p>	<p>Neste caso a única solução foi a emenda das travessas que apresentavam este problema com outra peça em madeira (não houve o encontro na orientação das fibras na região dos topos do montante da folha). As emendas foram realizadas com cola branca o que não é indicado para componentes expostos ao ambiente externo, devido a isso a durabilidade desta área colada é limitada, devendo estar sujeita a constantes monitoramentos e eventuais manutenções</p>
	<p>- Favorecer o maior rendimento do lote</p>	<p>Na intenção de proporcionar a utilização das peças existentes na marcenaria a fim de não comprar novas peças para fechar a produção de montantes laterais (devido ao alto índice de defeitos apresentados) para a finalização da produção destas peças houve a necessidade de colar peças adicionais no sentido da largura a fim atingir a dimensão de projeto</p>	<p>Assim como no problema acima apresentado, a região colada também deve ficar em observação durante o período de utilização, para que não apresente frestas e retenção de umidade.</p>

<p>- Inclinação insuficiente da pingadeira</p>		<p>Alguns componentes apresentaram suas pingadeiras com inclinação insuficiente, provocando o acúmulo de água nas peças inferiores. Este problema foi condicionado por diversos motivos: em alguns casos devido à instalação ter ocorrido em estágio muito antecipado, ficando exposto às intempéries por muito tempo, onde algumas peças sofreram pequenos empenos. Em outros casos devido à fabricação, saindo da marcenaria com inclinação diferente da indicada em projeto.</p>	<p>Em alguns casos, como leves empenos ou execução da inclinação insuficiente podem ser realizados os ajustes em canteiro com uma plaina manual, regularizando a superfície. No caso de empenos acentuados destas peças recomenda-se a sua substituição, para que o perfil não atinja seções muito esbeltas, acarretando em outros problemas futuros.</p>
<p>- Fissuras nos topos do componente</p>		<p>Embora com baixa incidência, alguns componentes apresentaram algumas fissuras de topo, principalmente batentes, a causa mais provável é a espécie utilizada ter esta propensão aliada a falta de cuidado durante a etapa de montagem do componente. Estas fissuras dependendo da espessura e profundidade pode não ser encoberta pelo revestimento permitindo a entrada de umidade e, conseqüentemente a deterioração.</p>	<p>De acordo com a espessura da fissura, caso o revestimento não cubra esta região recomenda-se usar massa e vedar a região antes da pintura final.</p>

Devido à Instalação no canteiro de obras	Problema	Origem/Características	Encaminhamentos/ Possíveis soluções
	<p>- Falta de esquadro entre batente e folha (frestas)</p>	<p>A mão de obra utilizada para a instalação dos componente de esquadrias (dois mestres de obra) não possuía a capacitação necessária para a atividade, sendo verificados em vários componentes a presença de frestas ocasionada pela retirada excessiva de madeira durante os ajustes entre folha e quadro.</p>	<p>Os componentes que apresentaram este problema não foram submetidos a nenhuma intervenção, devido ao problema até o presente momento ser mais estético que funcional.</p>
	<p>- Lasqueamento</p>	<p>Algumas janelas apresentaram lasqueamento de suas arestas devido à falta de cuidado no manuseio durante o processo de instalação.</p>	<p>Não foi tomada nenhuma providência para sanar este problema (estético).</p>
	<p>- Pintura antes da instalação</p> <p>Região com pintura</p> <p>Área retirada</p>	<p>Devido a orientações equivocadas algumas janelas foram pintadas antes de sua instalação, com a suposição que esta ordem traria resultados mais satisfatórios de acabamento, devido à altura das janelas quando instaladas. Mas o que ocorreu foi a origem de novos problemas, que ocorreram durante o ajuste das folhas aos batentes e com a fixação das ferragens, onde algumas regiões pintadas foram retiradas ou danificadas tendo que ser retocadas posteriormente.</p>	<p>A primeira orientação a ser dada neste caso foi consentir as famílias a realizarem a pintura após a instalação dos componentes. As esquadrias instaladas e que apresentaram este problema acabaram ficando com algumas regiões manchadas devido aos retoques.</p>
	<p>- Recolocação do componente e/ou ferragens</p>	<p>Alguns componentes tiveram ferragens mudadas de posição o que ocasionou furos e imperfeições na superfície exposta.</p>	<p>Embora tenha sido feita a recomendação de retocar as áreas afetadas, várias famílias mantiveram o componente sem as devidas correções.</p>
	<p>- Empenos na travessa inferior</p>	<p>Alguns componentes apresentaram pequenos empenos nas peças de pingadeira devido a exposição do componente às intempéries antes da instalação das folhas e da execução do revestimento, propiciando a acumulação de água e umidade nestas áreas. Estas acumulações, embora ainda não detectadas nas casas do assentamento podem provocar variações dimensionais e deformações do quadro, afetando sua estanqueidade e manuseio.</p>	<p>Facilitar a evacuação de água da peça inferior, mediante uma adequada inclinação do parapeito (16° foi a medida usada no assentamento). As peças já comprometidas puderam sofrer intervenção <i>in loco</i> nos casos mais amenos, com a correção da superfície por meio da plaina manual, em outros casos com problema mais acentuado este recurso não foi possível de ser utilizado devido a isso os defeitos permaneceram.</p>

	- Ausência da folha cega	O projeto original previa para as áreas de dormitório a fabricação de quatro folhas, onde as folhas translúcidas teriam sua abertura voltada para a face interna e as outras duas, chamadas de cegas, a abertura se daria para a face externa, mas devido a problemas ligados ao custo e ao cronograma, aliado à falta de interesse as folhas cegas não foram executadas até o presente momento. Devido a isso ocorreram problemas relacionados à estanqueidade somente nestes ambientes, acelerando o processo de deterioração das peças inferiores e problemas na interface	A principal solução neste caso seria a instalação das folhas externas (cegas), ou a retirada das folhas de vidro e sua recolocação voltando sua abertura para a face externa.
	- Ausência de produto vedante entre vidro e baguete	Devido a questões relacionadas ao custo, foi suprimida a massa de vidraceiro colocada entre o vidro e a baguete de madeira, este recurso contribui para a estanqueidade do componente. Embora sua ausência os problemas relacionados a estanqueidade em algumas janelas do assentamento não estiveram relacionadas a ausência deste produto e sim a orientação da abertura das janelas.	Caso o problema de estanqueidade estiver comprovadamente relacionado a ausência deste recurso é indicado sua aplicação. Mas recomenda-se que em outras experiências seja colocado algum produto vedante, a fim de contribuir para o desempenho do componente frente à ação das chuvas.

Quadro 27. Síntese dos principais defeitos surgidos nas esquadrias do assentamento advindos da espécie de madeira utilizada, do processo de fabricação e dos procedimentos adotados durante a instalação do componente.

A síntese apresentada pelo Quadro 27, com os problemas detectados até o presente momento nas esquadrias das casas do assentamento revela as dificuldades apresentadas pelo processamento de madeira proveniente de fontes não manejadas para madeira serrada, a adoção do processo de fabricação simultaneamente ao processo de capacitação de pessoas e a adoção de mão-de-obra também não adequada para a instalação dos componentes. A pertinência da explicitação destes problemas e sua origem, revela-se pela possibilidade da realização de um levantamento pós-ocupação, onde devem ser levadas em consideração as possíveis causas para problemas posteriores a estas etapas, estendendo-se como fonte de estudos para outras experiências que queiram executar práticas semelhantes, evitando desta forma a replicação de problemas que possam estar sob a governabilidade da assessoria.

4.4. ÍNDICE DE RENDIMENTO OBTIDO E A APROPRIAÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO

4.4.1. Índice de Rendimento

Segundo Ponce (1997), há dois tipos básicos de classificação da madeira serrada, em um dos casos a madeira é analisada para ser usada inteira, isto é, não recortada para sua aplicação, por exemplo, viga de piso ou peça de assoalho. No outro, a tábua ou prancha é classificada de acordo com o produto que ela pode render através de seu retalhamento em peças menores, por exemplo, componentes de móveis, portas ou janelas.

O mesmo autor comenta que as madeiras para industrialização, isto é, aquelas que serão recortadas para produção de componentes são classificadas tendo em vista separar em classes de rendimento e de tamanho de cortes limpos. No momento da classificação, a peça é mentalmente dividida em “cortes” limpos delimitados pelos defeitos contidos na peça. Cada classe tem limites inferiores de tamanho de corte, de percentagem de área em cortes limpos, de número de cortes e de tamanho de peças. A Tabela 20 apresenta o resumo das principais classes e critérios de classificação de madeira serrada de folhosa da NHLA⁵⁹, retirado de Haygreen & Bowyer⁶⁰ (1989 apud PONCE, 1997).

Tabela 20 – Principais classes e critérios de classificação de madeira serrada de folhosas segundo o NHLA.

Classe	Rendimento Exigido (%)*	Dimensão mínima dos cortes usados no corte do rendimento (cm)	Tamanho mínimo da tábua ou prancha(cm)
FAS (first & second)	83	10x150 ou 7,5x210	15x240
Select	83	Similar a FAS	10x160
Nº 1 Comum	66	7,5x90 ou 10x60	7,5x120
Nº 2 Comum	50	7,5x60	7,5x120
Nº 3 Comum	33	7,5x60	7,5x120

⁵⁹ NHLA - National Hardwood Lumber Association – EUA.

⁶⁰ HAYGREEN, J. G.; BOWYER, J. L. Forest Products and Wood Science – An Introduction, Iowa State University Press – Ames, 500 p. 1989.

Nº 4 Comum	25	7,5x60	7,5x120
------------	----	--------	---------

* Percentagem da tábua ou prancha em cortes que devem ser livres de defeitos em uma face.

Fonte: Haygreen & Bowyer (1989) apud Ponce (1997).

Neste método de classificação a distribuição dos defeitos pode ser mais importante que seus tamanhos, por exemplo, uma peça de madeira que tenha um grupo de grandes nós no centro pode render uma peça classificada como FAS, desde que seus cortes limpos rendam mais de 83% da área da peça e que seja respeitado o tamanho mínimo para os cortes. A mesma peça teria classificação inferior se tivesse uma série de nós menores distribuídos ao longo da peça, pois não renderiam cortes limpos de tamanho exigidos pelas classes mais altas. Para finalidades estruturais, uma peça com um grupo de grandes nós no centro provavelmente a colocaria em uma classe bastante baixa, enquanto que uma peça com pequenos nós distribuídos ao longo da mesma, receberia uma boa classificação sob o aspecto estrutural.

Na experiência em Pirituba II, não foi possível aplicar esta técnica em sua íntegra, mas procurou-se fazer adaptações de acordo com o contexto e as limitações do projeto. Os critérios empregados levaram em consideração a ausência dos defeitos já mencionados no item 3.5.1, sendo apenas tolerados os nós são ou aderentes, sendo consideradas neste caso as especificações estabelecidas pela norma EN 942, que no caso dos defeitos ficarem expostos nas faces externas estes devem ser menores que 50mm e devem ocupar menos de 50% da face onde se manifestam e, quando presentes em superfícies ocultas, foram admitidos sem limitação de tamanho. Em algumas exceções foram admitidos nós escuros, desde que fossem menores que 2/3 da largura da face e também nós soltos, sendo neste caso realizada a correção necessária com pequenas peças de madeira ou massa e desde que estivessem voltados para a face interna do componente, evitando-se o contato direto da região afetada com o exterior.

O Quadro 28 apresenta a porcentagem geral do aproveitamento da madeira de eucalipto adquirida, obtida nos diversos lotes de acordo com o tamanho de classificação para cada peça

específica, revelando a grande dificuldade de seleção de peças com qualidade voltada para esta finalidade.

LOTE	Seção das peças (cm)	Quant. peças (un)	Volume (m³)	Quant. Compon. Produz.			Rendimento / Comprimento das peças (%)			Contribuição em relação à produção total* (%)		
				Batente Porta	Batente Janela	Folha Janela	Comp > 2,2m	Comp < 1,3m	Comp < 1,2m	Batente Porta	Batente Janela	Folha Janela
1º lote 13,2m³	4,5x10,5x235	1189	13,2	105	117		18%	30%***		49%	50,5%	
2º lote	Lote não utilizado para esquadrias											
3º lote 14,55m³	4,5x10,5x230	508	5,52	20	115		8%	67%***		9,5%	49,5%	
	3,5x7,0x230	1160	6,54	288/28					50%			100%
	3,5x8,5x230	654	4,47									
	3,5x10,5x230	568	4,80									
4º lote 2,85m³	4x10x250	285	2,85	53			37%			25%		
5º lote 1,4m³	4x10x250	140	1,4	36			95%**			16,5%		
<p>* Meta a ser atingida:</p> <ul style="list-style-type: none"> 214 batentes de porta 232 batentes de janela 288 folhas de abrir (144 janelas) 28 folhas projetantes <p>** Somente 51% do lote foi utilizado para esta finalidade, ficando o restante depositado no estoque.</p> <p>*** Durante a classificação, as peças indicadas para finalidades acima de 2,2 m também podem ser utilizadas para finalidades que se requer comprimentos abaixo de 1,3m. Sendo assim, os valores da coluna de Rendimento para peças <1,3m também podem apresentar-se como: 48% (18 + 30%) e 75% (8+67%).</p>												

Quadro 28 – Rendimento dos lotes adquiridos para o componente esquadria.

Os números destacados neste quadro indicam qual dos lotes apresentou o maior rendimento para cada componente especificamente, e também qual dos lotes apresentou a maior contribuição em relação ao número total de componentes a serem fabricados. Em relação ao rendimento, durante a classificação de peças longas acima de 2,20 m, destinadas para as ombreiras de porta o 5º lote apresentou um rendimento superior aos demais, com 95%. Já o 3º lote proporcionou um rendimento maior na classificação de peças abaixo de 1,30m, destinadas aos batentes de janela com um rendimento de 67%. A utilização de peças para a produção de folhas, peças abaixo de 1,20m, foi realizada inteiramente com o 3º lote, o qual apresentou um rendimento de 50%.

O mesmo quadro traz a análise da contribuição de cada lote para a produção total de componentes para o projeto. De acordo com o mesmo, para a fabricação de batentes de porta o lote que mais contribuiu foi o 1º lote, com 49%, seguido do 4º lote com 25%, o 5º lote com 16,5%, e a menor contribuição veio do 3º lote com 9,5%, consequência da grande incidência de defeitos, sobressaindo os empenos, obrigando a aquisição dos dois últimos lotes para finalizar a produção. Para a produção de batentes de janela o lote que mais contribuiu também foi o 1º lote, com 50,5%, sendo possível finalizar a produção destes componentes com o 3º lote, o qual contribuiu com 49,5% da produção. Para a produção das folhas foi utilizado inteiramente o 3º lote, sem a necessidade de adquirir novas remessas de madeira.

4.4.2. Apropriação dos custos de produção

O objetivo deste item é apresentar os custos envolvidos nas etapas de produção das janelas na marcenaria em Pirituba II. Estes dados subsidiam as análises finais para a realização de estimativas de preços que permitam posicionar corretamente os produtos no seu segmento de mercado.

Para isso, tomou-se como base os dados levantados durante o acompanhamento das etapas de produção das esquadrias (batente porta, batente janela e folhas janelas) na marcenaria estudada, sendo possível a composição do custo real de produção e seu impacto no custo geral das casas em Pirituba. Foram elaborados alguns cenários possíveis, de acordo com o encadeamento de algumas variáveis: considerando ou não a mão-de-obra e madeira adquirida na forma de parceria ou pelo valor normal de mercado da região, resultando em quatro cenários diferentes para os componentes de: Porta 70; Porta 80; Janela de abrir (120x 120 cm) e Janela Projetante (76 x 60 cm).

1º Cenário –

Aquisição da madeira com valor de parceria de R\$365,00, (valor referente a dezembro de 2004) sem a consideração da mão-de-obra (cenário vivenciado na experiência);

COMPOSIÇÃO DE CUSTO DOS COMPONENTES								
Porta de 70	Matéria-prima	Peça	Dimensões bruta (cm)			Volume (m³)	Quantidade/ compon. (un)	Custo/componente (R\$)
			largura	espessura	comprimento			
		Ombreira	10	4	215	0,0086	02	6,28
		Travessa	10	4	95	0,0038	01	1,38
	Total (+50% perda na classificação*)							11,49
	Ferragens/ Acessórios**	Produto	Quantidade/ componente			Unidade	Custo unitário (R\$)	Custo total/ componente (R\$)
		Pregos (fixação – 17/27)	04			Un	0,02	0,08
		Pregos (grapas – 17/27)	12			Un	0,02	0,24
		Fechadura	01			Un	11,50	11,50
		Dobradiça	03			Un	1,06	3,18
		Pintura stain	0,6			litro	16,11	9,80
		Tratamento (pirolenhoso)	1/2			litro	1,50	0,75
		Folha interna	01			Un	28,00	28,00
	Total							53,55
	Insumos	Produto	Quantidade/geral Projeto			Unidade	Custo geral projeto (R\$)	Custo componente (R\$)
		Cola	09			litro	-	-
Lixa (cinta)		04			Un	-	-	
Ferramenta (desgaste)							2,00	
Energia		Gasto diário=R\$8,50 /3,5 componentes					2,40	
Total							4,40	
Mão-de-obra		(instalação)					5,50	
TOTAL							74,94	

Porta de 80	Matéria-prima	Peça	Dimensões bruta (cm)			Volume (m³)	Quantidade/ comp. (un)	Custo/componente (R\$)
			largura	espessura	comprimento			
		Ombreira	10	4	215	0,0086	02	6,28
		Travessa	10	4	105	0,0042	01	1,53
	Total (+50% perda na classificação*)							11,71
	Ferragens/ Acessórios**	Produto	Quantidade/ componente			Unidade	Custo unitário (R\$)	Custo total/ componente (R\$)
		Pregos (fixação – 17/27)	04			Un	0,02	0,08
		Pregos (grapas – 17/27)	12			Un	0,02	0,24
		Fechadura	01			Un	15,50	15,50
		Dobradiça	03			Un	1,06	3,18
		Pintura stain	0,68			litro	16,11	10,92
		Tratamento (pirolenhoso)	1/2			litro	1,50	0,75

	Folha externa	01	Un	74,00	74,00			
	Total				104,67			
Insumos	Produto	Quantidade/geral Projeto	Unidade	Custo geral projeto (R\$)	Custo componente (R\$)			
	Cola	09	litro	-	-			
	Lixa (cinta)	04	Un	-	-			
	Ferramenta (desgaste)				2,00			
	Energia	Gasto diário=R\$8,50 /3,5 componentes			2,40			
Total				4,40				
Mão-de-obra	(instalação)				5,55			
TOTAL					126,28			
Janela de abrir	Matéria-prima (Batente)	Peça	Dimensões bruta (cm)			Volume (m³)	Quantidade/comp. (un)	Custo total/ componente (R\$)
			largura	espessura	comprimento			
		Montante	10	4	120	0,0048	02	3,50
		Travessa	10	4	125	0,005	01	1,82
		Pingadeira	15	4	125	0,0075	01	2,73
	Matéria-prima (Folha)	Montante lateral	6,5	3,3	120	0,0026	04	3,80
		Travessa superior	6,5	3,3	70	0,0015	02	1,09
		Travessa inferior	10	3,3	70	0,0023	02	1,68
		Montante central	5	3,3	113	0,0019	02	1,39
		Travessa central	5	3,3	70	0,0011	02	0,80
		Total (+50% perda na classificação*)						25,21
	Ferragens/ Acessórios**	Produto	Quantidade/ componente		Unidade	Custo unitário (R\$)	Custo total/ componente (R\$)	
		Pregos (fixação – 17/27)	08		Un	0,02	0,16	
		Pregos (grapas – 17/27)	12		Un	0,02	0,24	
		Tarjetas	02		Un	1,00	2,00	
		Dobradiças	04		Un	1,06	4,24	
		Pintura stain	0,35		litro	16,11	5,72	
		Vidro (3mm)	0,92		m²	23,00	21,16	
		Tratamento	1/2		litro	1,50	0,75	
		Total						34,27
	Insumos	Produto	Quantidade/geral Projeto/compon.		Unidade	Custo geral projeto (R\$)	Custo total/ componente (R\$)	
		Cola	09/0,06		litro	90,00	0,60	
		Lixa (cinta)	04		Un	160,00	0,50	
Ferramenta (desgaste)						2,00		
Energia		Gasto diário=R\$8,50 / 2 componentes				4,25		
Total				7,35				
Mão-de-obra	(instalação)				5,55			
TOTAL					72,33			

Janela projetante	Matéria-prima (Batente)	Peça	Dimensões bruta (cm)			Volume (m³)	Quantidade/comp. (un)	Custo total/componente (R\$)
			largura	espessura	comprimento			
		Montante	10	4	60	0,0024	02	1,75
		Travessa	10	4	80	0,0032	02	2,33
	Matéria-prima (Folha)	Montante lateral	6,5	3,3	60	0,0013	02	0,95
		Travessa superior e inferior	6,5	3,3	75	0,0016	02	1,17
		Montante central	5	3,3	60	0,001	01	0,36
	Total (+50% perda na classificação*)							9,84
	Ferragens/Acessórios**	Produto	Quantidade/componente			Unidade	Custo unitário (R\$)	Custo total/componente (R\$)
		Pregos (fixação – 17/27)	08			Un	0,02	0,16
		Pregos (grapas – 17/27)	08			Un	0,02	0,16
		Haste de comando	01			Un	7,50	7,50
		Dobradiças	02			Un	1,06	2,12
		Pintura stain	0,133			litro	16,11	2,20
		Vidro (3mm)	0,27			m²	23,00	6,21
		Tratamento	1/4			litro	1,50	0,37
	Total							18,72
	Insumos	Produto	Quantidade/geral Projeto/compon.			Unidade	Custo geral projeto (R\$)	Custo total/componente (R\$)
		Cola	09/0,06			litro	90,00	0,40
		Lixa (cinta)	04			Un	160,00	0,25
		Ferramenta (desgaste)						2,00
		Energia	Gasto diário=R\$8,50 / 4 componentes					2,12
	Total							4,77
	Mão-de-obra	(instalação)						5,55
	TOTAL							38,88

* Os 50% não utilizados para a produção dos componentes não foram descartados por completo, sendo direcionados para a fabricação de objetos/componentes de outras dimensões passíveis de aproveitamento das seções existentes.

** Valores referentes a dezembro de 2005.

Quadro 29. Composição de custo dos componentes fabricados, correspondendo ao 1º cenário.

2º Cenário - Aquisição da madeira com valor de parceria a R\$365,00, (referente a dezembro de 2004) considerando como valor da mão-de-obra a praticada durante o período de incubação da marcenaria com o acréscimo de um fundo coletivo. Neste cenário não foram elaborados os custos relativos às portas, devido à produção de batentes não ter tido continuidade pelo baixo

Janela projetante

Peça	Dimensões bruta (cm)			Volume (m³)	Quantidade/ comp. (un)	Custo total/ componente (R\$)	
Matéria-prima (Batente)	1	e	c				
	Montante	10	4	60	0,0024	02	1,75
	Travessa	10	4	80	0,0032	02	2,33
	Montante lateral	6,5	3,3	60	0,0013	02	0,95
Matéria-prima (Folha)	Travessa superior e inferior	6,5	3,3	75	0,0016	02	1,17
	Montante central	5	3,3	60	0,001	01	0,36
Total (+50% perda na classificação*)							9,84
Produto	Quantidade/ componente			Unidade	Custo unitário (R\$)	Custo total/ componente (R\$)	
Ferragens/ Acessórios**	Pregos (fixação – 17/27)			08	Un	0,02	0,16
	Pregos (grapas – 17/27)			08	Un	0,02	0,16
	Haste de comando			01	Un	7,50	7,50
	Dobradiças			02	Un	1,06	2,12
	Pintura stain			0,133	litro	16,11	2,20
	Vidro (3mm)			0,27	m²	23,00	6,21
	Tratamento			1/4	litro	1,50	0,37
	Total							18,72
Produto	Quantidade/geral Projeto/compon.			Unidade	Custo geral projeto (R\$)	Custo total/ componente (R\$)	
Insumos	Cola			09/0,06	litro	90,00	0,40
	Lixa (cinta)			04	Un	160,00	0,25
	Ferramenta (desgaste)						2,00
	Energia			Gasto diário=R\$8,50 / 4 componentes			2,12
	Total							4,77
Finalidade	Nº de pessoas			Produção diária (Un)	Valor hora de trabalho (R\$)	Custo/ componente (R\$)	
Mão-de-obra/fundo/ Impostos***	fabricação			06	08****	3,30**	13,20
	instalação			02	07	-	5,55
	Fundo coletivo						3,56
	Impostos						3,75
	Total							26,06
TOTAL							59,39

* Os 50% não utilizados para a produção dos componentes não foram descartados por completo, sendo direcionados para a fabricação de objetos/componentes de outras dimensões passíveis de aproveitamento das seções existentes.

** Os valores de aquisição das ferragens referem-se a dezembro de 2005.

*** Valores fornecidos em 08/2007, pela equipe técnica responsável pela incubação do empreendimento, ver Anexo B.

Quadro 30. Composição de custo dos componentes fabricados, correspondendo ao 2º cenário.

3º Cenário – Aquisição da madeira sob valor de mercado a R\$540,00, (valor referente ao 2º semestre de 2005) sem a consideração da mão-de-obra (cenário também vivenciado na experiência);

COMPOSIÇÃO DE CUSTO DOS COMPONENTES								
Porta de 70								
	Matéria-prima	Peça	Dimensões bruta (cm)			Volume (m³)	Quantidade/ compon. (un)	Custo/componente (R\$)
			l	e	c			
		Ombreira	10	4	215	0,0086	02	9,29
		Travessa	10	4	95	0,0038	01	2,05
	Total (+50% perda na classificação*)						17,01	
	Ferragens/ Acessórios**	Produto	Quantidade/ componente			Unidade	Custo unitário (R\$)	Custo total/ componente (R\$)
		Pregos (fixação – 17/27)	04			Un	0,02	0,08
		Pregos (grapas – 17/27)	12			Un	0,02	0,24
		Fechadura	01			Un	11,50	11,50
		Dobradiça	03			Un	1,06	3,18
		Pintura stain	0,6			litro	16,11	9,80
		Tratamento (pirolenhoso)	1/2			litro	1,50	0,75
		Folha interna	01			Un	28,00	28,00
		Total						53,55
	Insumos	Produto	Quantidade/geral Projeto			Unidade	Custo geral projeto (R\$)	Custo componente (R\$)
		Cola	09			litro	-	-
Lixa (cinta)		04			Un	-	-	
Ferramenta (desgaste)							2,00	
Energia		Gasto diário=R\$8,50 /3,5 componentes					2,40	
Total						4,40		
Mão-de-obra	(instalação)						5,50	
TOTAL						80,46		
Porta de 80								
	Matéria-prima	Peça	Dimensões bruta (cm)			Volume (m³)	Quantidade/ comp. (un)	Custo/componente (R\$)
			l	e	c			
		Ombreira	10	4	215	0,0086	02	9,29
		Travessa	10	4	105	0,0042	01	2,27
	Total (+50% perda na classificação*)						17,34	
	Ferragens/ Acessórios**	Produto	Quantidade/ componente			Unidade	Custo unitário (R\$)	Custo total/ componente (R\$)
		Pregos (fixação – 17/27)	04			Un	0,02	0,08
		Pregos (grapas – 17/27)	12			Un	0,02	0,24
		Fechadura	01			Un	15,50	15,50
Dobradiça		03			Un	1,06	3,18	

Janela de abrir		Pintura stain	0,68	litro	16,11	10,92
		Tratamento (pirolenhoso)	1/2	litro	1,50	0,75
		Folha externa	01	Un	74,00	74,00
		Total				104,67
		Produto	Quantidade/geral Projeto	Unidade	Custo geral projeto (R\$)	Custo componente (R\$)
		Cola	09	litro	-	-
		Lixa (cinta)	04	Un	-	-
		Ferramenta (desgaste)				2,00
		Energia	Gasto diário=R\$8,50 /3,5 componentes			2,40
		Total				4,40
		Mão-de-obra (instalação)				5,55
		TOTAL				131,96
Janela de abrir						
		Matéria-prima (Batente)	Peça	Dimensões bruta (cm)		Volume (m³)
				l	e	c
			Montante	10	4	120
			Travessa	10	4	125
			Pingadeira	15	4	125
		Matéria-prima (Folha)	Montante lateral	6,5	3,3	120
			Travessa superior	6,5	3,3	70
			Travessa inferior	10	3,3	70
			Montante central	5	3,3	113
			Travessa central	5	3,3	70
		Total (+50% perda na classificação*)				
		Ferragens/Acessórios**	Produto	Quantidade/ componente	Unidade	Custo unitário (R\$)
			Pregos (fixação – 17/27)	08	Un	0,02
			Pregos (grapas – 17/27)	12	Un	0,02
			Tarjetas	02	Un	1,00
			Dobradiças	04	Un	1,06
			Pintura stain	0,35	litro	16,11
			Vidro (3mm)	0,92	m²	23,00
			Tratamento	1/2	litro	1,50
		Total				34,27
		Insumos	Produto	Quantidade/geral Projeto/compon.	Unidade	Custo geral projeto (R\$)
			Cola	09/0,06	litro	90,00
			Lixa (cinta)	04	Un	160,00
			Ferramenta (desgaste)			2,00
			Energia	Gasto diário=R\$8,50 /2 componentes		4,25
		Total				7,35
		Mão-de-obra (instalação)				5,55
		TOTAL				84,49

Janela projetante

Matéria-prima (Batente)	Peça	Dimensões bruta (cm)			Volume (m³)	Quantidade/comp. (un)	Custo total/ componente (R\$)
		l	e	c			
	Montante	10	4	60	0,0024	02	2,59
	Travessa	10	4	80	0,0032	02	3,45
	Montante lateral	6,5	3,3	60	0,0013	02	1,40
	Travessa superior e inferior	6,5	3,3	75	0,0016	02	1,73
	Montante central	5	3,3	60	0,001	01	0,54
	Total (+50% perda na classificação*)						14,56
	Ferragens/ Acessórios**	Produto	Quantidade/ componente		Unidade	Custo unitário (R\$)	Custo total/ componente (R\$)
		Pregos (fixação – 17/27)	08		Un	0,02	0,16
Pregos (grapas – 17/27)		08		Un	0,02	0,16	
Haste de comando		01		Un	7,50	7,50	
Dobradiças		02		Un	1,06	2,12	
Pintura stain		0,133		litro	16,11	2,20	
Vidro (3mm)		0,27		m²	23,00	6,21	
Tratamento		1/4		litro	1,50	0,37	
Total					18,72		
Insumos	Produto	Quantidade/geral Projeto/compon.		Unidade	Custo geral projeto (R\$)	Custo total/ componente (R\$)	
	Cola	09/0,06		litro	90,00	0,40	
	Lixa (cinta)	04		Un	160,00	0,25	
	Ferramenta (desgaste)					2,00	
	Energia	Gasto diário=R\$8,50 /4 componentes				2,12	
	Total					4,77	
Mão-de-obra	(instalação)					5,55	
TOTAL						43,60	

* Os 50% não utilizados para a produção dos componentes não foram descartados por completo, sendo direcionados para a fabricação de objetos/componentes de outras dimensões passíveis de aproveitamento das seções existentes.

** Valores referentes a dezembro de 2005.

Quadro 31. Composição de custo dos componentes fabricados, correspondendo ao 3ºcenário.

4º Cenário - Aquisição da madeira sob valor de mercado (R\$540,00, valor referente ao 2º semestre de 2005) considerando o valor da mão-de-obra a praticada durante o período de incubação da marcenaria com o acréscimo de um fundo coletivo. Assim como no segundo cenário, também neste não foi elaborada a composição de custo para as portas, devido aos mesmos motivos colocados.

[illegible]

Janela projetante

Matéria-prima (Batente)	Peça	Dimensões bruta (cm)			Volume (m³)	Quantidade/ comp. (un)	Custo total/ componente (R\$)
		l	e	c			
	Montante	10	4	60	0,0024	02	2,59
	Travessa	10	4	80	0,0032	02	3,45
	Montante lateral	6,5	3,3	60	0,0013	02	1,40
Matéria-prima (Folha)	Travessa superior e inferior	6,5	3,3	75	0,0016	02	1,73
	Montante central	5	3,3	60	0,001	01	0,54
Total (+50% perda na classificação*)							14,56
Ferragens/ Acessórios**	Produto	Quantidade/ componente			Unidade	Custo unitário (R\$)	Custo total/ componente (R\$)
	Pregos (fixação – 17/27)	08			Un	0,02	0,16
	Pregos (grapas – 17/27)	08			Un	0,02	0,16
	Haste de comando	01			Un	7,50	7,50
	Dobradiças	02			Un	1,06	2,12
	Pintura stain	0,133			litro	16,11	2,20
	Vidro (3mm)	0,27			m²	23,00	6,21
	Tratamento	1/4			litro	1,50	0,37
	Total							18,72
Insumos	Produto	Quantidade/geral Projeto/compon.			Unidade	Custo geral projeto (R\$)	Custo total/ componente (R\$)
	Cola	09/0,06			litro	90,00	0,40
	Lixa (cinta)	04			Un	160,00	0,25
	Ferramenta (desgaste)						2,00
	Energia	Gasto diário=R\$8,50 / 4 componentes					2,12
	Total							4,77
Mão-de- obra/fundo/ Impostos***	Finalidade	Nº de pessoas			Produção diária (Un)	Valor hora de trabalho (R\$)	Custo/ componente (R\$)
	fabricação	06			08	3,30	13,20
	instalação	02			07	-	5,55
	Fundo coletivo						3,56
	Impostos						3,75
Total							26,06
TOTAL							64,11

* Os valores referentes à mão-de-obra, fundo e impostos sobre o valor dos batentes não foram realizados na composição deste cenário, por não se mostrarem economicamente e tecnicamente viáveis e fazerem parte dos componentes fabricados pela marcenaria em fase de incubação.

** Valores referentes a dezembro de 2005.

*** Valores fornecidos em 08/2007, pela equipe técnica responsável pela incubação do empreendimento, ver Anexo B.

Quadro 32. Composição de custo dos componentes fabricados, correspondendo ao 4º cenário.

- Análise Comparativa

A partir da elaboração de alguns cenários para a composição de custo alcançada durante a experiência em Pirituba II, a Figura 78 ilustra os gráficos com os elementos que compõem o componente e quanto cada um deles impacta no valor final do mesmo, considerando para o componente itens até seu acabamento final em obra e não como geralmente são adquiridos no mercado. Estes gráficos possibilitam visualizar os itens de maior relevância na composição dos custos e, quando possível, interferir nos itens de maior significância. Esta análise foi realizada apenas para o componente janela de abrir, no caso da janela projetante, a mesma apresenta proporções semelhantes não havendo a necessidade de transformar na forma de gráficos seus dados, os quais resultariam conseqüentemente, nas mesmas conclusões que a janela de abrir.

Figura 78. Síntese dos quadros 29 a 32 na forma de gráficos.

Segundo Santiago (1996), o custo das esquadrias em uma casa varia de 5 a 10% do custo total da edificação. Mascaró (1985) fala que esquadrias internas e externas podem representar um custo de até 14% (padrão médio). Para Hachich (1991) o custo com esquadrias representa uma média de 11% do custo do edifício (padrão médio). A partir do Quadro 33, é possível avaliar e mensurar quanto os componentes de esquadrias impactaram no custo total das casas em Pirituba II, em relação ao seu custo final de R\$ 9 500,00.

Contribuição das esquadrias na composição geral do custo da casa			
Componente	Quantidade/casa (Un)	Valor Unitário (R\$)	Valor/casa (R\$)
Porta de 70 (batente e folha)	01	74,94	74,94
Porta de 80 (batente e folha)	02	126,28	252,56
Batente	03	12,78	38,34
Folha de abrir	05	72,33	361,65
Folha projetante	01	38,88	38,88
Total			766,37

Quadro 33. Contribuição das esquadrias na composição geral do custo da casa.

De acordo com o Quadro 33 e levando em consideração os valores contidos no Quadro 29 desenvolvido no 1º Cenário, por representar a maior parte do contexto da experiência, as esquadrias fabricadas na marcenaria em Pirituba II impactaram 8% no custo total da habitação, estando dentro da margem indicada pelos autores supracitados. Deve ser salientado que estes dados referem-se a uma habitação popular e não foram considerados a mão-de-obra, o fundo de reservas e também a aquisição de madeira sob valor de mercado.

Na intenção de situar no mercado as esquadrias fabricadas na marcenaria, o Quadro 34 traz o custo das janelas metálicas adquiridas pelas famílias que optaram pela compra destes componentes na região, na intenção de não aderirem aos acordos firmados por seus grupos de trabalho. Os dados levantados para a composição do custo das esquadrias de madeira foram baseados no 4º cenário, pois reflete dados mais consistentes para sua futura comercialização no

mercado local ao considerar: a mão-de-obra, o fundo de reservas e também valor do m³ de madeira praticado na região.

Comparação entre preços das esquadrias metálicas da região e as fabricadas em madeira na marcenaria do assentamento		
Componente	Tipologia	Custo (R\$)
Janela metálica	De correr c/ veneziana (1,20x1,00 m)	93,00*
Janela metálica	Basculante (0,60x0,60 m)	24,90*
Janela de madeira**	De abrir (1,20x1,20 m)	103,62
Janela de madeira**	Projetante (0,76x0,60 m)	50,14

* Valores obtidos no 2º semestre de 2006.

** Para a realização do comparativo mais próximo ao real, para a composição do custo das janelas de madeira foram subtraídos os itens referentes ao vidro, à pintura e à instalação.

Quadro 34. Comparativo entre as janelas metálicas da região adquiridas pelas famílias e as de madeira fabricadas na marcenaria.

Embora as janelas fabricadas no assentamento tenham atingido um valor maior em relação às janelas metálicas comercializadas na região, a qualidade atingida e os ganhos sociais embutidos durante todo o processo de sua fabricação como a utilização de mão-de-obra e matéria-prima local, com geração de renda às famílias com baixos recursos, são variáveis difíceis de serem mensuradas e que torna o componente competitivo ou até mesmo superior ao comumente empregado em habitações de baixa renda.

A seguir é apresentado o Capítulo 5 com as condições essenciais de transferência para outras experiências, de acordo com os objetivos traçados e os resultados alcançados pelo Projeto Inovarural, explicitando os caminhos adotados e as principais dificuldades e ganhos da experiência vivenciada durante a produção das esquadrias.

CAPÍTULO 5:

**CONDIÇÕES ESSENCIAIS DE TRANSFERÊNCIA PARA
OUTRAS EXPERIÊNCIAS**

Os objetivos do macro projeto Inovarural perpassam várias instâncias da cadeia produtiva da madeira no que se refere ao processo, gestão e proposta de novos produtos e técnicas construtivas, a aplicação destes aspectos estendem-se às diversas atividades realizadas na marcenaria instalada no local da intervenção. Além disso, o processo de fabricação das esquadrias pode ser considerado como uma Tecnologia Social (item 2.1), este debate não havia sido considerado inicialmente, no desenvolvimento das atividades do Projeto, tomando este caráter ao longo da experiência, o que o torna ainda mais rico e abrangente.

O acompanhamento do processo de fabricação das esquadrias neste ambiente de trabalho permitiu a verificação de algumas hipóteses previamente suscitadas dentro de um contexto real, possibilitando que os dados coletados contribuam com outras práticas, as quais terão a oportunidade de serem implantadas com maiores chances de sucesso sem o cometimento dos mesmos erros. Desta forma, foi possível através da experiência na marcenaria em Pirituba II estabelecer algumas diretrizes na intenção de viabilizar sua reaplicabilidade para outras intervenções, com as adaptações necessárias de acordo com a singularidade de cada contexto.

Todas as diretrizes perpassam pela ação e pela pesquisa simultaneamente, de acordo com o método da *pesquisa-ação* e, em todas elas houve a necessidade da presença de uma assessoria técnica à frente das ações, devido principalmente, da atuação ocorrer dentro de um grupo sem organização consolidada como em Pirituba II. Outras experiências devem analisar quais diretrizes são passíveis de implementação, de acordo com a explicitação das condições essenciais de transferência de cada uma delas.

a) Quanto ao PROCESSO – levou-se em consideração em Pirituba a *participação* das pessoas envolvidas no processo decisório e a criação de oportunidades para *geração de trabalho e renda* durante as etapas da produção da habitação.

Durante a fabricação das esquadrias buscou-se envolver os integrantes em todas as etapas do processo, desde a elaboração do projeto, no firmamento de parcerias e na tomada de decisão em todos os assuntos que envolveram a produção, sensibilizando-os para sua co-responsabilidade nos resultados alcançados. Além disso, a marcenaria se tornou a principal oportunidade de geração de trabalho e renda para os integrantes após o término das casas.

Com o propósito de viabilizar o empreendimento para a produção de componentes para as casas e também consolidá-lo posteriormente, serão expostos os procedimentos adotados durante a aplicação da diretriz PROCESSO na marcenaria, acompanhados dos resultados alcançados e o que poderia ser melhorado para a transferência de cada item:

- *Encontrar demandas que acreditem e aceitem adotar novos materiais/técnicas construtivas, em parceria com a pesquisa* - Em Pirituba, por meio de reuniões de sensibilização houve inicialmente um consenso por parte das famílias na adoção de novos produtos na construção de suas casas, como a madeira proveniente de plantios florestais, mas gradativamente, os interesses de uma parte das famílias foram convergindo para outras direções durante a produção das VLPs (em madeira de pinus), esta situação gerou conflitos, desistências, problemas orçamentários e técnicos. No caso da produção das esquadrias este cenário não se refletiu com o mesmo peso, onde o preconceito acerca do desempenho do componente fabricado com madeira de eucalipto era muito baixo em relação ao pinus. Para que problemas como este não interfiram no andamento do projeto, a partir do resgate do processo de discussão do assunto, conclui-se que esta etapa deveria ter sido abordada de forma mais cuidadosa e clara, de forma que as famílias não tivessem qualquer tipo de dúvida acerca do produto que estão “adquirindo” de acordo com os diversos aspectos: custos financeiros e sociais que demandaria determinada técnica, aspectos ambientais e o desejo das famílias em relação a suas casas (dimensão simbólica). Recomenda-se também que a equipe técnica esteja respaldada de informações suficientes sobre o desempenho dos componentes que estão propondo, a fim de sustentar seu debate e transmitir segurança às famílias, possibilitando que a técnica seja transferida.

- *Definir os atores e sua forma de atuação junto ao Projeto* – Após a divisão dos grupos para a execução das atividades e sua subdivisão por áreas de atuação: marcenaria e canteiro de obras, foi estipulado que cada grupo indicasse um representante para a marcenaria, compondo assim um grupo, o qual ficou encarregado da execução das esquadrias para todas as casas. A atuação deste grupo esteve condicionada à luz de um Regimento Interno, definido juntamente com o grupão. Dependendo da dimensão e complexidade de determinados assuntos as decisões eram tomadas pelo grupo da marcenaria ou levadas ao macro grupo para os devidos encaminhamentos de forma democrática e esclarecida. Com a delineação dos acordos de interesse entre famílias e equipe técnica, o papel desta última foi estar à frente da organização, capacitação nas diversas atividades e da articulação junto aos atores externos ao projeto. Paralelamente, coube à equipe técnica documentar toda a experiência por meio de relatos escritos e fotográficos além de fornecer todas as informações necessárias para viabilizar a produção. As principais dificuldades vivenciadas nesta etapa foram os conflitos gerados pela diferença de opiniões em determinados assuntos e também, o excesso de atividades de que a equipe técnica ficou incumbida na intenção de compatibilizar a pesquisa com a ação. Para a realização desta etapa por outras experiências recomenda-se que seja feita uma cuidadosa reflexão para que sua organização não seja tratada de forma homogênea ou estar descolada das condições ou experiências de seus integrantes, seus valores culturais, históricos ou ideológicos. Por outro lado, há o aspecto técnico trazido dos pesquisadores que interferem nas decisões, portanto, há alguns aspectos que precisam ser compatibilizados à luz das diferenças de origem: de um lado o saber técnico e no outro extremo o saber popular. Quanto ao método da pesquisa-ação, vários fatores devem ser analisados antes de sua aplicação como: a distância do local de pesquisa e de intervenção, a disponibilidade da equipe técnica para a permanência no local e uma análise criteriosa da logística demandada entre as duas formas de atuação, para que não andem em ritmos muito descontínuos, impossibilitando a aplicação das informações

pesquisadas. Deve-se também, montar uma equipe técnica com o perfil adequado e conhecimentos necessários para se atingir os objetivos previamente colocados.

- *Adquirir a infra-estrutura e os recursos necessários* – Os recursos foram direcionados para a compra do maquinário e ferramentas de fabricação e também para viabilizar a contratação e permanência de um marceneiro instrutor no local. Também são necessários que se busquem recursos suficientes para que a pesquisa seja realizada pela equipe técnica, custeando os gastos relativos à viagens, alimentação, material de registro e bolsas de pesquisa. Para a obtenção dos recursos necessários para a experiência em Pirituba, houve a participação em diversos editais e a redação de projetos que possibilitaram arrecadar recursos junto a algumas agências de fomento e entidades financiadoras de projetos desta ordem. A infra-estrutura foi complementada por meio da articulação com órgãos locais como o Itesp, o qual realizou uma concessão de uso da edificação para a implantação da marcenaria, além de serrarias e marcenarias da região, as quais prestaram serviços (afiação de peças) e compartilharam com a equipe de conhecimentos necessários para a fabricação dos componentes. Cabe salientar que nesta etapa é imprescindível a presença de uma equipe técnica, principalmente na interlocução com empresas e órgãos públicos e privados. Outro ponto relevante é o perfil da equipe técnica à frente das articulações, o círculo de contatos adquirido em experiências anteriores e sua credibilidade junto a estes parceiros;
- *Elaborar estratégias de capacitação* - Seja no próprio local ou em estabelecimentos específicos como serrarias, marcenarias, etc., a partir da sensibilização de parcerias com outras instituições de ensino e/ou empresas privadas. Esta etapa no Projeto do assentamento foi inicialmente realizada com diversas tentativas para a consolidação de um grupo fixo para a execução das atividades. Outra questão cuidadosamente tratada foi adequar o processo de fabricação (com etapas complexas e perigosas) com o perfil dos integrantes (mulheres não capacitadas para as atividades, com idade acima de 45 anos). Isso foi possível por meio da rotatividade de atividades, anexação de peças extras em algumas máquinas ou a formulação de novas

estratégias de execução (como exemplo, o manuseio da tupia, diminuindo a proximidade entre as mãos e a máquina). Também foram realizadas atividades de treinamento durante a produção piloto de alguns componentes para que se apropriassem da técnica construtiva antes da produção em série. Esta etapa ao ser reaplicada em outras experiências deve ser analisada mediante cada contexto, de acordo com os perfis dos integrantes envolvidos, a fim de detectar suas limitações e explorar as potencialidades dos mesmos, possibilitando criar condições para que todos se apropriem igualmente do processo. Também é interessante proporcionar visitas e quando possível complementar o processo de capacitação em locais com critérios de qualidade satisfatórios.

- *Estabelecer acordos internos justos* – Por meio de um Regimento Interno foram estabelecidos os acordos a serem cumpridos durante a execução dos componentes na marcenaria, como a forma de organização do trabalho e os incentivos por meio de contrapartidas além da oportunidade de aprendizado. Em Pirituba foi estabelecida a troca de serviços entre canteiro de obras e marcenaria, esta política comparativa do trabalho prestado entre estes dois contextos diferenciados gerou os principais conflitos no assentamento e a maior causa para o desestímulo dos integrantes da marcenaria. Pelo fato dos acordos firmados não serem cumpridos de forma igualitária por uma das partes, desenvolveu-se ao longo do tempo formas de mensurar o trabalho como mais convinha a cada grupo, priorizando o individualismo em relação ao coletivo. Outras experiências devem evitar acordos complexos e, principalmente, aqueles que prejudicam ou beneficiam de forma desigual um dos lados e também, evitar acordos entre contextos diferentes, que não fornecem bases semelhantes para o cálculo de horas trabalhadas. Este maior cuidado deve ser tomado principalmente em grupos que não possuem uma estrutura organizacional solidificada como ocorreu em Pirituba, quando até mesmo conflitos incipientes e banais propiciaram a quebra de acordos.
- *Definição do projeto em participação com os moradores* – Por meio de reuniões específicas sobre este assunto foram apresentadas e discutidas as vantagens e desvantagens da fabricação local, a

diversidade de tipologias e matéria-prima disponíveis e quais seriam mais indicadas para o contexto do projeto e viáveis de serem fabricadas de acordo com os recursos financeiros e técnicos disponíveis. No caso de Pirituba este assunto foi abordado de forma participativa, com o número de reuniões necessárias até a definição do projeto considerando as sugestões propostas. Foi observada grande aceitação do projeto e das tipologias pré-indicadas pela equipe técnica, evitando desta forma mudanças posteriores ou desistências (as desistências ocorridas foram na maior parte condicionadas pelas questões da troca de serviços do que propriamente pelo projeto dos componentes). Este processo mostrou ser de extrema relevância para o esclarecimento das dúvidas e a explicitação por parte dos moradores do que esperavam para estes componentes e seus conceitos de qualidade para o bom desempenho da janela. Embora a etapa tenha sido desenvolvida de forma satisfatória recomenda-se que seja realizada juntamente com o projeto arquitetônico da casa e não posteriormente, como ocorreu em Pirituba, isso evita que se corram riscos relacionados à não aceitação, sendo esta a principal sugestão de alteração do processo adotado.

b) Quanto à GESTÃO – as famílias organizadas participam da gestão com vistas à *articulação* dos diferentes agentes envolvidos na cadeia de produção da habitação.

Na intenção de consolidar a marcenaria como um empreendimento gerador de trabalho e renda após o término das casas, buscou-se nas diretrizes ligadas à GESTÃO adotar alguns procedimentos os quais geraram resultados tanto positivos como também negativos. Sua explicitação e análise possibilita propor novas estratégias de atuação para os atores envolvidos em outras experiências, que compartilham das mesmas intenções propostas para a marcenaria:

- *Capacitação dos diferentes atores para a autogestão* – A principal estratégia proposta pela equipe técnica a fim de possibilitar que o empreendimento pudesse vir a se consolidar foi a introdução dos conceitos da autogestão. Durante a produção dos componentes das

esquadrias, tentou-se envolver os integrantes do grupo e também o instrutor no acompanhamento direto das articulações com os agentes da cadeia produtiva do componente, juntamente com os assessores. Esta estratégia propiciou que os integrantes se familiarizassem com os trâmites necessários para a fabricação como: a aquisição da madeira, seja na forma de toras ou peças serradas; acompanhamento do processo de secagem, tabicagem, etc. A intenção era que a partir desta primeira experiência pudessem tomar à frente nas negociações posteriores, no atendimento de encomendas externas durante a incubação do empreendimento. As dificuldades encontradas na aplicação desta estratégia foi o excesso de informações advindas de cada etapa, onde os integrantes ainda em fase de capacitação precisariam de um período mais longo para assimilar todos os conhecimentos necessários para gerenciar o empreendimento sem a intervenção da assessoria. Recomenda-se que seja dada continuidade ao acompanhamento após o término dos componentes, para que os integrantes adquiram a segurança necessária para se colocarem à frente das negociações e do processo de fabricação.

- *Distância do local de intervenção e pesquisa* – Para que se possa realizar um acompanhamento contínuo e permanente com avaliações e reuniões semanais, programação de novas etapas, processamento de conflitos, cumprir os prazos pré-estabelecidos e assegurar a qualidade dos componentes, a distância pode ser considerada como uma das principais variáveis que influenciam nestes aspectos. No caso do projeto Inovarural a distância entre o local de pesquisa (São Carlos/SP) e o de intervenção (Itapeva/SP), com a necessidade de 5h ida e 5h volta, dificultou o acompanhamento contínuo e deu margem ao surgimento de conflitos, refletindo também no ritmo produtivo dos componentes e na qualidade obtida. Esse ponto merece grande atenção, pois além de influenciar a produção, os pesquisadores possuem uma sobrecarga muito grande de trabalho advindos da pesquisa e da intervenção como: o registro dos fatos ocorridos, sistematização de dados, programação das atividades a serem executadas na próxima viagem, etc. É aconselhável que haja proximidade do local de trabalho e

intervenção, que além de proporcionar o maior controle das atividades, acarreta na diminuição dos gastos relativos às viagens.

- *Sensibilização de órgãos e empresas locais* - Promover a participação dos diversos agentes locais na perspectiva de aumentar as possibilidades de sustentabilidade do projeto e se experimentar uma alternativa de gestão para programas habitacionais e empreendimentos em contextos similares. Para isso é necessária a sensibilização de empresas e órgãos locais para que dêem credibilidade ao empreendimento, participando seja no fornecimento de matéria-prima ou por meio do consumo/compra dos componentes fabricados, inicialmente esta interlocução pode ser executada pelos assessores.
- *Propiciar a capacitação dos jovens* – como estratégia para a sustentabilidade do empreendimento pretendeu-se formar os jovens do assentamento como sujeitos ativos das atividades na marcenaria, como uma oportunidade de permanecerem no local de origem adquirindo uma profissão geradora de renda. Infelizmente não foi possível colocar em prática estas intenções, pois mesmo diante da oportunidade de adquirirem uma profissão, a maior parte dos jovens não se interessaram naquele momento pelas atividades desenvolvidas na marcenaria, onde o principal motivo observado foi a falta de remuneração durante o processo de capacitação. Este quadro poderia ser revertido com o fornecimento de bolsas para os jovens que ingressassem, mas mesmo com a remuneração, não significaria a total garantia de sua permanência, pois o aprendizado não se limita à duração da pesquisa e os retornos financeiros são obtidos à longo prazo.

c) Quanto ao PRODUTO – Desenvolvimento de componentes e sistemas construtivos com recursos locais e renováveis.

Diretamente ligada à presente pesquisa, a diretriz PRODUTO desenvolve-se perpassando toda a cadeia produtiva do componente, gerando dados relevantes sobre a região, a matéria-prima e o componente esquadria. Os caminhos adotados a fim de viabilizar o produto na experiência

apresentam-se de forma descritiva, seguidos dos resultados obtidos e sugestões de procedimentos mais satisfatórios para outras experiências:

- *Detectar os recursos disponíveis no local de intervenção* – A utilização de recursos locais e renováveis sempre foi um dos debates mais defendidos pelo grupo de pesquisa, para isso fez-se necessário, mapear a região de intervenção de maneira a detectar os materiais construtivos passíveis de serem beneficiados e utilizados nas unidades habitacionais e que apresentassem baixo impacto ambiental. Diante do potencial em plantios florestais na região sudoeste paulista, vislumbrou-se a possibilidade de utilização das espécies cultivadas: pinus e eucaliptus para a fabricação de alguns componentes. As principais dificuldades enfrentadas foram condicionadas às falsas hipóteses previamente levantadas, pois embora a região apresente vocação madeireira, houve grande dificuldade na aquisição de madeira no mercado da região com qualidade e características adequadas para a fabricação de esquadrias, devido à falta de manejo das florestas locais, a maior parte delas voltadas para celulose. Foi utilizado um alto volume para se atingir a quantidade de peças necessárias, encarecendo o produto e despendendo muito tempo para classificação. Outras experiências devem analisar de forma cautelosa a utilização de madeira proveniente de plantios florestais em seus projetos, como a proximidade a estas fontes, as características da madeira disponível, se é viável para a finalidade que se está propondo e também o volume que o projeto demanda, compatibilizando com o rendimento que possivelmente proporcionará.
- *Formar equipe técnica qualificada* – conciliar a pesquisa e a ação nas atividades que envolvem a produção dos componentes requer um perfil de assessoria adequado: de preferência um profissional que já tenha executado ou esteja em fase de desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao material madeira e tenha conhecimentos suficientes para manipular o material ou que tenha acesso às informações necessárias para a resolução dos problemas que envolvem a produção. Com relação ao processo de documentação o mesmo profissional ocupa-se desta tarefa, a qual despende tempo de registro, análise dos dados, elaboração de

novas estratégias e sua aplicação, retro-alimentando o processo caso seja necessário. Devido à experiência abranger questões que vão além da técnica, como a capacitação, organização e incubação dos grupos, outros perfis de profissionais são requeridos para completar a equipe. Em Pirituba procurou-se para a área técnica, profissionais que pudessem interligar os dados fornecidos pela experiência para suas pesquisas, na maioria pós-graduandos. Para atender as questões organizacionais e incubação do empreendimento deu-se preferência à profissionais atuantes na área de Economia Solidária e Cooperativas autogestionárias, estes dois perfis devem trabalhar de forma conjunta focando os mesmos resultados. A partir da adoção da interdisciplinaridade, a marcenaria obteve melhores resultados quanto à produtividade, qualidade e diminuição dos conflitos internos, pois o excesso de atividades impossibilita que um único profissional consiga atender a estas duas áreas, que num primeiro momento diferem uma da outra, mas que estão diretamente associadas. Este cenário pôde ser comprovado, principalmente quando comparado ao período anterior à adoção desta estratégia, quando profissionais com o mesmo perfil não supriam todas as questões que o projeto envolve.

- *Avaliar materiais e produtos* – Ao serem propostos produtos de uso incipiente ou inovadores, os mesmos devem ser submetidos aos ensaios técnicos necessários para a avaliação de seu desempenho ao longo de sua utilização. Na experiência das esquadrias foram firmadas parcerias com outros departamentos e instituições para a realização dos ensaios de caracterização física do lote de madeira de eucalipto e também para a avaliação da eficácia do produto de tratamento dos batentes. Pelo fato dos ensaios terem sido realizados posteriormente à sua utilização, os dados obtidos revelaram uma madeira com densidade abaixo do indicado em norma, não propícia para a finalidade a qual se destinou. Recomenda-se que estes dados sejam obtidos anteriormente à utilização do lote, sendo mais indicada a utilização de lotes homogêneos.

- *Buscar parcerias para aquisição de matéria-prima* – As parcerias entre projeto e empresas locais podem ser firmadas na forma de doação de matéria-prima ou fornecimento de material com valores abaixo do mercado na intenção de diminuir o custo do componente. Na marcenaria em Pirituba foi praticada três formas diferentes de aquisição de matéria-prima: doação, valor de parceria e valor de mercado. As articulações foram realizadas pela equipe técnica junto às empresas e órgãos do governo, encontrando-se grande resistência para a obtenção de madeira nas condições solicitadas pelo Projeto. O inconveniente da matéria-prima doada ou aquisição com valor de parceria encontra-se na baixa qualidade do material fornecido, não podendo ser exigidos critérios de qualidade mais rigorosos, ou a devolução dos lotes com excesso de defeitos, que proporcionam o baixo rendimento. Esta etapa apresenta duas vertentes a serem analisadas: se de um lado a doação de matéria-prima acarretou (no caso de Pirituba) na diminuição do custo do componente em 33%, por outro lado, é necessário um elevado volume a ponto de compensar a baixa qualidade da madeira. No caso da compra da matéria-prima pelo valor de mercado paga-se um montante maior, aumentando conseqüentemente o custo do componente, mas em contrapartida, caso sejam fornecidas peças com grande incidência de defeitos, existe a possibilidade de reposição das peças comprometidas mediante acordo firmado com o fornecedor anteriormente ao fechamento da compra. No caso de outras experiências deve-se analisar o contexto e se existem reais possibilidades de doação e verificar o produto anteriormente ao seu recebimento. Quanto aos trâmites burocráticos, deve-se estudar o tempo que demandam e os riscos de se obter uma resposta negativa, por isso, recomenda-se que a negociação ocorra de 5 a 6 meses antes do início da produção caso haja a necessidade da compra do lote (processo de secagem natural das peças).
- *Equacionar produtividade X qualidade* – O aumento da produtividade com vistas à redução do custo do componente pode dificultar a resolução de uma outra variável: a qualidade. Pode-se dizer que em determinados contextos são inversamente proporcionais, principalmente semelhantes ao da marcenaria em Pirituba, com mão de obra ainda em fase de capacitação.

Durante a fabricação das esquadrias a equipe atingiu um tempo ótimo de produção, compatível com o cronograma de obras e o aperfeiçoamento da qualidade. Ao sair deste intervalo, aumentando-se o número de componentes fabricados/dia tomando o caráter mesmo que incipiente, de produção seriada como em uma empresa, a qualidade poderia ser comprometida. Esta condição não foi verificada durante a produção de componentes para as casas, quando foi estabelecido um ritmo contínuo, mas sim posteriormente, durante o processo de incubação do empreendimento. Na intenção de se aumentar a produtividade seccionou-se etapas imprescindíveis como a melhor classificação das peças, a qual demanda um tempo razoável de execução. Percebe-se que o problema está numa instância superior à redução do tempo e, provavelmente a solução passe por questões mais técnicas, como a simplicidade do processo de fabricação e, se possível, a substituição de determinados equipamentos atualmente utilizados por outros mais eficientes, como exemplo pode ser citado o caso da execução das espigas, adquirindo-se uma máquina respigadeira. Esta consideração pode ser levada à outras experiências para que possam interferir na variável que mais aprouver com o contexto: mudança de maquinário, número de pessoas (caso haja a possibilidade de capacitar o maior número) ou alterações no projeto no sentido da simplicidade.

d) Transferência na forma de Tecnologias Sociais
--

Na intenção de encontrar soluções reais para as necessidades reais que envolvem o tema habitação social, muitas pesquisas têm adotado como diretrizes o conjunto de técnicas e metodologias desenvolvidas pela Tecnologia Social, como forma de se obter um resultado diferenciado a partir destas práticas. Um dos elementos diferenciadores é a maior proximidade entre tecnologia e população, pois muitas pesquisas acabam revelando-se inviáveis de

implantação, e de apropriação pelas pessoas envolvidas e, conseqüentemente, sua difusão para outros locais.

A impossibilidade de se encontrar o cenário ideal para a implantação destas práticas, faz que experiências como estas corram riscos. Em Pirituba, embora não fizesse parte dos objetivos iniciais, devido ao processo adotado para a fabricação das esquadrias pode-se considera-lo uma Tecnologia Social: produção de componentes com matéria prima de uso incipiente, a consideração de igual peso do aprendizado por meio da ação, introdução dos conceitos da autogestão capacitando-os para tomadas de decisão mais democráticas fugindo das práticas realizadas pela Tecnologia convencional, na intenção de que o empreendimento se consolide com estas características. Para que seja realmente possível a transferência desta experiência como uma Tecnologia Social, deve-se sensibilizar os diferentes atores: famílias, assessores, instituições de ensino e órgãos governamentais – para a possível disseminação da técnica usando-se o conceito de Rede.

Neste ponto o pesquisador tem papel fundamental para a transferência ao documentar os fatos ocorridos na experiência, transferindo-os com o devido suporte técnico-analítico para outros pesquisadores também interessados na coordenação de projetos similares.

CAPÍTULO 6:

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE CONTINUIDADE

Neste capítulo estão apresentadas as conclusões a partir dos resultados obtidos com o desenvolvimento da presente pesquisa. Confirma a hipótese inicial que considera viável a fabricação de esquadrias de madeira para habitação social em contextos com variáveis limitantes. A explanação desta averiguação foi baseada no Projeto Inovarural a partir de uma experiência real com a implantação de uma marcenaria no assentamento.

A partir desta hipótese foi delineado como objetivo geral a análise da cadeia produtiva de esquadrias desde a aquisição da madeira até a montagem final do componente, tendo em vista identificar as potencialidades e os limites de sua fabricação: com matéria-prima proveniente de florestas de eucalipto atualmente disponíveis; capacitação da mão-de-obra durante o processo produtivo e o emprego de infra-estrutura limitada.

Quanto à viabilidade da matéria-prima verificou-se grande dificuldade na obtenção de madeira de eucalipto na região, devido à maior parte dos plantios serem voltados para o setor de celulose com baixa pré-disposição dos agentes detentores em investir no setor da construção civil e até mesmo facilitar projetos de cunho social, sendo as tentativas de firmar parcerias envoltas de trâmites burocráticos. Do ponto de vista econômico, mesmo diante do baixo rendimento apresentado pelos lotes as duas formas de aquisição de madeira são viáveis: seja na forma de parceria ou não. Mas do ponto de vista técnico, o cenário vivenciado revelou que a maior parte dos lotes apresentaram características não favoráveis para esta finalidade, com baixa densidade, difícil trabalhabilidade e acabamento superficial não satisfatório, sendo necessário o acompanhamento rigoroso da equipe técnica para controlar esta situação em prol da qualidade. Diante da escassez cada vez maior de matéria-prima para a continuidade do empreendimento, o cenário local deve ser analisado de forma mais detalhada sobre o fornecimento contínuo de madeira.

Quanto à mão-de-obra utilizada, embora não capacitada para as atividades propostas, o projeto revelou a possibilidade de se realizar o processo de capacitação e fabricação de forma simultânea, desde que haja um acompanhamento contínuo e permanente de um instrutor marceneiro. Os

ganhos desta prática vão além do produto final obtido, estendendo-se ao social a partir da oportunidade de contribuírem diretamente para a construção de suas próprias casas e dos outros grupos do assentamento, e também, adquirirem conhecimentos que seriam impossíveis em outros processos, que não levam em consideração a força de trabalho e os desejos dos próprios usuários, questões estas que se refletem na apropriação e valorização dos espaços construídos e, conseqüentemente, em sua manutenção.

A utilização de uma marcenaria minimamente equipada também se mostrou viável para a fabricação seriada de um número elevado de componentes, mas que ainda existe a possibilidade da otimização de algumas etapas, como já descrito no Capítulo 4, pela explanação dos procedimentos adotados durante a fabricação.

Portanto, os componentes fabricados mostraram-se viáveis de fabricação dentro do contexto do assentamento Pirituba II, considerando as ressalvas colocadas e também a incontestável necessidade da presença de uma assessoria técnica. Contudo, trata-se de um cenário singular, não sendo aplicável em sua totalidade a outros contextos que queiram realizar práticas semelhantes, cabendo uma análise cautelosa dos caminhos a serem adotados em outras experiências.

Em relação aos objetivos secundários da pesquisa, comentários adicionais são colocados a seguir, de acordo com cada objetivo proposto inicialmente e os resultados alcançados para cada um deles.

1- Compilar informações a respeito do componente esquadria por meio do levantamento bibliográfico, na perspectiva de contribuir para as pesquisas sobre o assunto;
--

Pela análise do contexto de inserção do trabalho no Capítulo 2, fica clara a atual carência de trabalhos que tenham como foco o componente esquadria de madeira, principalmente quando voltado para habitação social e sua técnica de fabricação apropriada pelas próprias famílias.

A pesquisa bibliográfica possibilitou enquadrar a experiência em Pirituba como uma Tecnologia Social, o que a torna uma contribuição ainda mais significativa, pela pluralidade de assuntos que o trabalho geral contempla e para o próprio debate, o qual por ser ainda incipiente, necessita de práticas reais que aproximem a tecnologia da população, sendo estes os principais agentes disseminadores sobre o sucesso e desempenho dos produtos desenvolvidos.

Pode ser considerado dentre as principais contribuições deste trabalho, a compilação de informações sobre o componente esquadria de madeira, sendo realizada uma tentativa de abordar o assunto de todas as formas. A maior parte da bibliografia foi encontrada no contexto internacional e revela a discrepância entre as iniciativas de pesquisa em relação ao nosso contexto. A maior parte das informações contidas no capítulo supracitado não foram aplicadas na experiência da marcenaria, devido ao tempo demandado para obtê-las e organizá-las e o ritmo entre pesquisa e ação não terem atingido a mesma constância. Mas a grande relevância destes dados é que podem ser encarados como material de suporte para o desenvolvimento de novas tecnologias para outras experiências com as adaptações necessárias ao nosso contexto.

2- Analisar as estratégias para organização e participação das famílias para a produção dos componentes;
--

Este assunto desenvolvido no Capítulo 3 traz os procedimentos adotados para a organização da equipe para a produção de esquadrias na marcenaria. Devido às famílias possuírem um certo preconceito sobre o trabalho coletivo, devido às experiências negativas pelas quais passaram no passado, a etapa de organização dos participantes para a realização das atividades foi extremamente trabalhosa, caracterizada pela rotatividade de pessoas e desistências. Todo o processo de organização foi integralmente realizado pela equipe técnica, sendo escassas as iniciativas por parte das famílias. Pode-se considerar após a prática que nesta etapa ocorreram os

maiores conflitos fora da governabilidade da equipe técnica, devido aos acordos propostos pela própria assessoria: a troca de serviços entre canteiro de obras e marcenaria, que não revelou ser a forma mais indicada para este tipo de atividade, dificultando o processo de autogestão, que necessita de um grupo coeso e comprometido. Conclui-se que a forma de organização de grupos como em Pirituba merecem ser tratados de forma particular e não homogênea, as variáveis implicadoras no sucesso destes empreendimentos estão diretamente expostas a questões culturais, sociais, econômicas e políticas. Devido ao caráter dinâmico cada contexto deverá delinear uma forma de organização, e mesmo com um aprofundado estudo anterior não há garantias de acertos quando colocadas em prática.

3- Sistematizar as etapas da cadeia produtiva do componente esquadria, identificando eventuais falhas durante o processo de produção;

O item 3.5 traz de forma detalhada as principais considerações relacionadas ao processo de fabricação das esquadrias. O processo de produção apresentou algumas etapas ainda rudimentares, que podem ser otimizadas pela substituição de algumas máquinas, que trariam grandes benefícios nos aspectos relacionados à qualidade e produtividade. A experiência revelou ser viável a realização do processo de capacitação dos integrantes paralelamente à produção que, embora complexa, a técnica de fabricação de esquadrias de madeira é passível de apropriação pelas famílias desde que haja o acompanhamento de um instrutor e uma equipe técnica à frente das principais articulações junto aos atores. Ao mensurar os ganhos advindos do processo adotado, em relação ao aprendizado, custo, e perspectivas futuras de efetivação da equipe para a implantação do empreendimento, problemas como a falta de precisão encontrada nos primeiros componentes tomam uma dimensão bem menor.

Em relação à algumas etapas da cadeia produtiva do componente como o tabicamento e o acompanhamento da secagem, mostrou ser mais viável a compra de madeira já seca mesmo agregando um valor um pouco superior ao componente. Ao ser adquirido o lote já seco, são estabelecidos junto ao fornecedor critérios de qualidade para o recebimento da madeira, não sendo admitidos os advindos da etapa de secagem, cujo controle é realizado na serraria, que possui uma disponibilidade maior de recursos. A madeira de eucalipto requer principalmente nesta etapa um acompanhamento rigoroso a fim de amenizar os defeitos a que está sujeita.

4- Caracterizar a matéria-prima utilizada em relação ao seu desempenho e rendimento alcançados durante o processo de fabricação;

A experiência revelou além da dificuldade de se obter madeira de eucalipto no mercado da região, a despreocupação atual dos proprietários locais no investimento de plantios voltados para madeira serrada, discurso defendido pela maioria dos fornecedores de madeira ao Projeto. Devido a esta realidade vivenciada pela experiência o desempenho da madeira utilizada durante o processamento deixou a desejar, como já comentado no Capítulo 4, no item 4.3, as características da madeira do lote mais volumoso e homogêneo (que possibilitou fornecer dados mais consistentes) condicionou ao surgimento de algumas patologias, devido à baixa densidade, a aparência fibrosa e de difícil acabamento. Estas características e o excesso de defeitos apresentados principalmente na etapa de secagem e pela grande quantidade de nós, não devem ser generalizadas para o gênero *eucalyptus*, no sentido de cogitar sua viabilidade para esta finalidade e sim, atentar para a realidade do contexto da região refletida no Projeto, e a necessidade do setor ser abastecido por madeira manejada para finalidades mais nobres como esquadrias. Outra questão averiguada é que contextos semelhantes como o de Pirituba, que se utiliza de matéria-prima com comportamento que exige maiores cuidados em todas as etapas de

seu processamento, carecem indiscutivelmente de uma assessoria que lhes dê o suporte necessário para viabilizar a utilização.

5- Avaliar a tipologia adotada segundo alguns aspectos técnicos como a executabilidade da proposta e seu desempenho após a instalação;

A proposta da equipe técnica resultou em duas tipologias de janelas diferentes: de abrir (120x120 cm) e projetante (76X60 cm), as quais tiveram grande aceitação juntos às famílias tanto na fase de projeto como também depois de fabricadas.

O projeto mostrou ser viável de execução com os equipamentos disponíveis e o processo de fácil assimilação pelo grupo. Quanto à instalação recomenda-se que batentes e folhas sejam instalados ainda em marcenaria, pois a qualidade primada durante a fabricação foi comprometida no canteiro de obras pelo perfil dos profissionais encarregados, os quais deveriam ter sido submetidos a uma capacitação mais rigorosa. O detalhamento do processo de concepção do componente bem como a análise das etapas de produção encontram-se no Capítulo 3.

Em relação à orientação das folhas, por não terem sido executadas as folhas cegas do componente janela de quarto, a estanqueidade ficou comprometida, este problema foi condicionado aos conflitos inter-grupos e a gestão posterior do grupo, sendo atribuído ao componente complementar um custo acima do que seria acessível às famílias, dificultando sua aquisição.

Quanto à qualidade alcançada nas janelas de madeira em relação às metálicas, não foi realizada laboratorialmente uma análise de forma a mensurar por meio de números quanto uma é superior à outra em relação aos requisitos de desempenho estabelecidos pela norma. Mas ao comparar *in loco* algumas casas que adquiriram esquadrias metálicas no mercado da região, foi possível por meio do manuseio destes componentes, verificar que as janelas de madeira fabricadas no assentamento atingiram uma qualidade superior com relação ao acabamento, funcionalidade,

custo e estética agradável. Somente quanto ao requisito durabilidade, pelos componentes estarem expostos a muitos fatores: tipo de selamento de topo, forma de instalação, manuseio e manutenção, cada casa terá um cenário diferente merecendo um estudo complementar.

6- Realizar a apropriação dos custos de produção de acordo com o contexto onde se desenvolveu o projeto;

A apropriação de custos realizada no Capítulo 4 mostra que, de modo geral, a mão-de-obra é o item de maior representatividade em todos os cenários que foi considerado e a matéria-prima torna-se o segundo item de maior expressão somente quando adquirida no valor de mercado sem o firmamento de parcerias. Havendo a possibilidade de obter madeira com valor de parcerias ou por meio de doações o item de maior significatividade torna-se as ferragens e acessórios, sendo assim, de acordo com cada contexto, dever-se-á dar maior atenção à determinado item. Em Pirituba, foram vivenciados o 1º e o 3º cenários (expostos no Capítulo 4), sendo no primeiro caso ao se firmar parcerias com fornecedores de madeira os itens relativos às ferragens e acessórios apresentam maior expressividade e no 3º cenário quando houve a aquisição de madeira com valor de mercado, seu impacto tornou-se maior na composição dos custos tornando-se o item mais significativo. Uma questão que deve ser levada em consideração como vantagem em se adquirir madeira a preço normal de mercado é que a partir das negociações, pode-se exigir critérios de qualidade mais rigorosos para o recebimento da madeira comprada, com a possibilidade de reposição de uma porcentagem de peças comprometidas, aumentando-se assim o rendimento. Este cenário talvez não seja possível no caso de negociações a um valor abaixo de mercado ou no caso de doações.

7- Identificar os itens passíveis de reaplicabilidade da experiência desenvolvida na marcenaria instalada no assentamento Pirituba II para outras intervenções.

Este item está diretamente ligado a cada contexto onde se irá desenvolver determinada prática, quando será analisado os que são passíveis de replicação ou reaplicação. Os caminhos percorridos pelo projeto Inovarural, particularmente os procedimentos adotados durante a implantação e fabricação dos componentes, com a explanação dos resultados e possíveis caminhos de maior sucesso foram descritos detalhadamente no Capítulo 5.

Perspectiva de continuidade:

O trabalho apresentado apresenta-se como uma contribuição a temas de cunho social e ao componente esquadria de madeira, sem qualquer pretensão de esgotar o assunto e outras possibilidades de estudos. Mostra que é possível fabricar componentes para habitação social com a madeira de eucalipto atualmente disponível na região com a utilização de equipamentos encontrados em uma marcenaria minimamente equipada, atingindo qualidade semelhante ou superior às esquadrias metálicas comumente empregadas para habitações desta natureza, a partir de algumas alterações e interferência em algumas etapas do processo convencional de produção do componente. Um dos principais diferenciais do projeto são os ganhos sociais atingidos por meio da capacitação dos moradores, direcionada à criação de oportunidades de geração de trabalho e renda local, somente possível a partir da transformação do cenário aparentemente consolidado e seus atores.

Durante o desenvolvimento desta pesquisa outras questões acabaram vindo à tona as quais devido à sua pertinência podem ser indicadas como merecedoras de outros estudos mais aprofundados como:

- A necessidade de outras experiências práticas que venham não só a aumentar o repertório das Tecnologias Sociais, mas que se revelam como único caminho para se obter dados básicos da realidade, do que causa dano ou beneficia, impossíveis de serem verificadas dentro de outros contextos.
- A carência de pesquisas voltadas ao componente esquadria de madeira, de acordo com o contexto econômico, social, técnico e geográfico nacional. Verificou-se a partir desta pesquisa a amplitude do tema, sendo as pesquisas atualmente desenvolvidas direcionadas à normalização, sendo qualquer pesquisa voltada aos aspectos supracitados de grande contribuição aos estudos nacionais, os quais podem ter como suporte técnico as desenvolvidas no contexto internacional e já documentadas neste trabalho;
- Reavaliar as espécies indicadas por algumas bibliografias como satisfatórias à produção de esquadrias, analisar mediante os requisitos de desempenho as que são realmente pertinentes para esta finalidade e como introduzir novas espécies nativas ou exóticas;
- Realizar pesquisas mais aprofundadas sobre o setor de esquadrias nacionais e quais os principais gargalos que influenciam no maior desenvolvimento do setor seja ele voltado à programas habitacionais ou não como: caracterização do setor dentro do contexto nacional, oscilação do mercado, preconceitos, desempenho e adesão a programas de qualidade.
- Dar continuidade à pesquisa do selamento de topo realizada durante a produção de esquadrias em Pirituba, com a verificação da eficácia dos produtos aplicados;
- Buscar mediante a explanação realizada, novas formas de otimização do processo de fabricação e instalação das esquadrias em madeira de eucalipto, direcionadas a contextos diferenciados do industrial;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHOLA, P. et al. **Water protection of wooden window joinery painted with low solvent content paints with known composition.** Parte 1. Results of inter-laboratory tests. Holz als Roh – und Werkstoff, v. 57, p. 45-50, 1999.

ARAKAKI, E.M. **Avaliação de durabilidade em sistema construtivo pré-fabricado com madeira de rejeito comercial. Estudo de caso: Conjunto Habitacional Pedra '90.** 2000. 251 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

ARRUDA, M. P. de **Diretrizes para projeto arquitetônico de habitação social em Pinus produzida por mutirão.** 2000. 250 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho - AITIM. **La moderna tecnología de la ventana.** Boletim Técnico. Set/out. 1997. p. 20-21.

Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho AITIM. **Ventanas de médula Tri Fönster.** <http://www.aitim.cl>, acessado em 14/03/2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Caixilhos para edificação – Janela.** NBR 10821. Rio de Janeiro, 2000.

BAVA, S. C. Tecnologia Social e Desenvolvimento Local. In: **Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p. 103-116.

BECKETT, H.; GODFREY, J. **Ventanas. Tecnología y Arquitectura.** Barcelona. Editorial Gustavo Gili, S.A., 1978.

BOBADILLA, I. **Ventanas de madera – defectos e soluciones.** Boletim de Informação Técnica AITIM, nº 190, p. 27-30, 1997.

BRUNA, P. Caixilhos/ Histórico. In: **Manual Técnico de Caixilhos e Janelas:** aço, alumínio, vidros, PVC, madeira, acessórios, juntas e materiais de vedação. São Paulo: Pini, 1991.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Manual de avaliação de inovação tecnológica.** ITQC, 1999. CD-ROM.

CARDOSO, L. R. A. **Construção Habitacional por Mutirão – Caracterização, gerenciamento e custos.** 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

CARINI, M. **Boas janelas dependem de bons caixilhos.** Revista Arquitetura e Construção. nº 4. Ano 13. p. 98-101. abr. 1997.

CETEMO **A madeira de eucalipto na indústria moveleira.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA

TECNOLOGIA. 1998. Belo Horizonte. Encontro sobre tecnologia apropriada de desdobro, secagem e utilização da madeira de eucalipto. Anais. Viçosa: SIF/UFV/DEF, p. 191-195.

CREMONINI, R.A. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares na Região de Porto Alegre. Recomendações para projeto, execução e manutenção.** 1988. Dissertação (Mestrado) – CPGEC/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

DAGNINO, R. A Tecnologia Social e seus Desafios. In: **Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p. 187-210.

DAGNINO, R., BRANDÃO, F. C., NOVAES, H. T. Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. In: **Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p. 15-64.

DELLA NOCE, L. G. **Parâmetros para projeto e controle da fabricação e montagem em canteiro de painéis de madeira.** 1996. 162 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.

EUROPEAN NORMS - EN – **Timber in joinery. General classification of timber quality.** UNE EN 942: 1996.

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. **A genética lucrativa do papel.** Edição nº 70, nov/2001.

_____ **O verde em São Paulo.** Edição nº 91, 2003.

FERNANDES, V. C. **Janelas de pvc rígido : características da qualidade.** 1991. 222p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

GALVÃO, M. N.; CIFUENTES, R. **Cooperação, autogestão e educação nas novas configurações do trabalho.** Texto encaminhado para publicação na revista do Grupo “Organizações e Democracia” UNESP/Marília - Maio/2001.

GAVA, M. **Viabilidade técnica e econômica da produção de componentes construtivos para habitação social utilizando madeira serrada de pinus de terceira classe de qualidade.** 2005. 243 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

GONÇALVES, O. M., JOHN, V. M., PICCHI, F. A. **Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações.** Coletânea Habitare. V. 3. Normalização e Certificação na Construção Habitacional, 2003.

GRÜLL, G; ANDERL, T; SCHWEIGER, I. **Wood moisture content of coated wood/aluminium windows during three years of natural weathering.** Holz als Roh – und Werkstoff, p. 1 - 8, ago. 2005.

HABIS – Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade. **Habitação social em madeira de reflorestamento como alternativa econômica para usos múltiplos da floresta:** relatório parcial fase 1. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. Programa de Pesquisa em Políticas Públicas FAPESP, processo número 98/14124-1, fase 1, 2001.

HABIS – Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade. **Habitação social em madeira de reflorestamento como alternativa econômica para usos múltiplos da floresta: relatório final fase 2.** São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. Programa de Pesquisa em Políticas Públicas FAPESP, processo número 98/14124-1, fase 2, 2004.

HISLOP, P. J. **Wood Window – design, selection and installation.** TRADA. TBL 65, 1995.

INO, A. **O encontro de famílias e assessores: organizando grupos para projetos de habitação rural.** Coleção Cadernos Inovarural. Coordenação: Grupo Habis. Brasília: CAIXA, 80 p. 2007.

INO et. al. **Otimização do processo de fabricação de esquadrias de madeira no centro produtor da Região Sul e desenvolvimento de janelas de baixo custo para habitação social.** (Relatórios de Pesquisa FINEP). São Carlos: EESC-USP. Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 1998. v. 1, 2, 3, 800p.

INO, A.; SHIMBO, I.; SOUZA, A.D. de **Otimização do processo de fabricação de esquadrias de madeira no centro produtor da Região Sul e desenvolvimento de janelas de baixo custo para habitação social.** Coletânea Habitare. v. 2. Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional. 2003.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. **Formulação de critérios para avaliação de desempenho de habitações.** São Paulo. Divisão de edificação/ Relatório técnico nº 16.277/, 1986.

_____. **Critérios mínimos de desempenho de habitações térreas de interesse social.** Divisão de engenharia civil. IPT - DEC/ Texto para discussão. PBQP-H. São Paulo, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO 6241 **Performance Standards in Buildings: Principles of Preparation and Factors to be considered.** First Edition, Switzerland, 1984.

_____. – ISO 7162 **Performance Standards in Buildings: Content and Formats of Standards for Evaluation of Performance.** Switzerland, 1992.

JOHN, V.M. **Avaliação da durabilidade de materiais, componentes e edificações.** 1987. 115 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1987.

KÄRNFURU ÄR LÖSNINGEN TRI FÖNSTER. Corexor Industri AB. <http://www.tri.se>. Acessado em 23/04/2006.

KRONKA, F. J. N. **Inventário Florestal das áreas reflorestadas do Estado de São Paulo.** Francisco J. N. Kronka et al. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente/ Instituto Florestal, 2002.

LELIS, A.T. et al **Manual de Biodeterioração de madeiras em edificações.** São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo/IPT. Divisão de Produtos Florestais, 2001.

LEPAGE, S.E. et al **Manual de Preservação de Madeiras.** São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo/IPT. Divisão de Madeiras, 1986.

LOTURCO, B. **Padronização e Qualidade**. Revista Tèchne. n° 103, p. 32-37, out. 2005.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras**. IPT, São Paulo, 1989.

MARTUCCI, R. **Projeto Tecnológico para Edificações: utopia ou desafio?** 1990. 438 p. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

MASCARÓ, J. L. **Custo das decisões arquitetônicas**. São Paulo: Nobel, 1985.

MASCARÓ, L. **Tecnologia & Arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1989. p. 9.

MDIC. **Plano Estratégico para Ciência, Tecnologia e Inovação na Área de Tecnologia do Ambiente Construído, com ênfase na construção habitacional**. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Secretaria de Desenvolvimento da Produção. Brasília, abril 2002. 50 p. Disponível em www.antac.org.br/pdf/plano_estrategico.pdf. Acesso em 30 jul. 2004.

MIRANDA, F.; MITIDIERI, C. **Análise crítica da normatização nacional de portas de madeira**. Revista Tèchne. n° 107, p. 56-62, fev. 2006.

MIRANDA, M. J. A. C. **Estudo da Influência do espaçamento de plantio de *Eucalyptus saligna* Smith no rendimento em madeira serrada, nas condições verde e seca**. 1998. 188 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queirós – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

MITIDIERI FILHO, C. V. **Avaliação de desempenho de componentes e elementos construtivos inovadores destinados às habitações: proposições específicas à avaliação do desempenho estrutural**. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

ORTIZ, H. G. **Arquitetura e Indiferença. Carlos González Lobo e a busca de uma arquitetura apropriada**. jul. 2004. Texto Especial 243 – Arquitectos 050, Disponível em: http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp_243.asp Acesso em 29 ago. 2006.

ORTIZ, J.; MORENO, J. A. **Consideraciones generales al diseño de ventanas de madera con perfiles laminados**. Revista AITIM, artigo n. 154, set/out. 1991.

PALANTI, S. et al **A simple testing method for the measurement of the water vapour transmission of coated wood longitudinal and tangential to grain direction**. Holzforschung, v.55, p. 328-331, 2001.

PANSHIN, A. DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4ª edição. New York: Mc Graw Hill, 1980.

PELLI, V. S. Notas para uma Tecnologia Apropriada à Construção na América Latina. In: MASCARÓ L. (coord.). **Tecnologia & Arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1989. p. 11-32.

PERAZA, E. S. **Carpinteria: Puertas, Ventanas y Escaleras**. Madri: Programa PROFIT del Ministerio de Innovación y Tecnología, 2000.

PEREIRA, J. C. D. **Madeira de eucalipto para processamento mecânico.** Revista Folha da Floresta, v.2, n.3, p.12, 1994.

PONCE, R. H. **Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA. 1995, Piracicaba. Anais. IPEF/IPT/IUFRO/LCF-ESAUQ-USP. p. 50-58.

_____. **O potencial da madeira de florestas de eucalipto para a construção de edificações.** 1997. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

RABBAT, R. M. C. **Introdução ao Desenvolvimento de Esquadrias de Madeira de Eucalipto para Habitação de Interesse Social.** São Paulo. IPT, 1988. 93 p. Relatório Parcial 1.

SABATTINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – Formulação e aplicação de uma metodologia.** 1989. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SANCHÈZ, E. P. **Prioridad para el acabado de la madera.** Boletim de Informação Técnica ATTIM, nº 182, p. 61-66.

SANTIAGO A. J. **Concepção de Aberturas na Construção do Espaço: um enfoque Ecoergonômico.** 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

SHIMBO, L. Z. **“A casa é o pivô”: questões, conflitos e potencialidades do diálogo entre arquitetos e moradores em projetos de habitação rural.** Estudo de caso: Assentamento rural “Fazenda Pirituba (Itapeva-SP). 2004. 205 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

SILVA, J. C. **Caracterização da madeira de *Eucalipto grandis* Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira.** 2002. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

_____. **Eucalipto, a melhor madeira para o melhor produto.** Revista da Madeira, Curitiba – nº 57, p. 66-68, 2000.

SILVA, M. R da **Limites do Processo de Formulação de Propostas de Diretrizes para Políticas Públicas de Habitação Social com Desenvolvimento Local. Caso: Itararé (SP) e região.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

SILVA, R.; CALIL, C. **Determinação da Eficácia do Preservativo Extrato Pirolenhoso em Madeira de Pinus e Eucalipto,** VII SICEM, 2004.

SOARES, T. S; CARVALHO, R. M. **Multiprodutos em povoamentos de eucalipto.** Revista da Madeira, Curitiba, n. 80, p. 64-66, 2004.

SOUZA, R. de **A contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes: Aplicação às janelas de uso habitacional.** 1983. 181 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

_____. **Avaliação de desempenho de sistemas construtivos para habitações de interesse social.** São Paulo, IPT, 1982. II Simpósio Iberoamericano de Controle de Qualidade na Construção.

SOUZA, R. et al. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras.** São Paulo: Pini, 1996.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** São Paulo: Cortez, 1986.

TURNER, J. F. C. O Desafio do Apoio à Autogestão: tarefas para o arquiteto. In: MASCARÓ L. (coord.). **Tecnologia & Arquitetura.** São Paulo: Nobel, 1989. p. 102-119.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2001.

YUBA, A. N. **Cadeia produtiva de madeira serrada de eucalipto para produção sustentável de habitações.** 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

YUBA, A. N. **Análise da pluridimensionalidade da sustentabilidade da cadeia produtiva de componentes de construção em madeira de plantios florestais.** 2005. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – CRHEA – Universidade de São Paulo, 2005.

WILLIAMS, R. S. **Effect of water repellents on long-term durability of millwork treated with water – repellent preservatives.** Forest Product Journal, v. 49, n°2, p.52-58, 1999.

ANEXOS:

Anexo A – Espécies indicadas para esquadrias segundo as Fichas de Características das Madeiras Brasileiras, IPT.

Anexo B – Composição de custo das esquadrias fornecido pela INCOOP/HABIS, 2007.

Anexo A – Espécies indicadas para esquadrias segundo as Fichas de Características das Madeiras Brasileiras, IPT.

Espécie	Contr (%)			Relação T/R	Mod. Elast. (kg/cm ²)	Densidade (g/cm ³)
	V	R	T			
Achuarana	24,5	10,4	10,5	1,0	216.700	1,07
Almecegueira	19,3	5,7	11,7	2,0	113.800	0,75
Amarelinho	18,9	6,2	10,4	1,6	141.800	0,98
Andiroba	13,4	4,3	7,4	1,7	116.000	1,7
Angelim	21,3	6,7	11,9	1,7	187.300	0,93
Angelim Araroba	11	4,6	6,5	1,4	102.100	0,68
Angelim Vermelho	14,6	4,2	6,6	1,5	143.500	1,09
Angico Preto	13,9	4,9	8,1	1,6	166.800	1,05
Angico Vermelho	14,2	3,8	8,4	2,2	92.300	0,85
Braúna-Preta	10,5	3,6	7,4	2,0	192.500	1,05
Cabriúva-Parda	12,8	3,6	7,4	2,0	127.000	0,91
Cabriúva-Vermelha	11	4	6,7	1,6	127.800	0,95
Cambará	12,6	4	6,8	1,7	79.000	0,75
Canela preta	16,9	6	9,8	1,6	213.900	0,99
Canjerana	11,6	,6	7	1,9	95.600	0,67
Caovi	14	4,6	8,4	1,8	127.300	0,75
Carne de vaca	22,2	8	12,5	1,5	190.700	0,96
Caviúna	10,6	2,9	6,7	2,3	94.100	0,88
Copaíba	11,5	4,1	6,7	1,6	97.800	0,70
Coração de negro	14,4	4	8	2,0	127.900	0,99
Cumarú	13,6	5,3	8,2	1,5	189.130	1,09
Cumbaru	12,5	4,9	7,3	1,4	137.000	1,1
Cupiúba	16,1	4,8	9,1	1,8	139.600	0,87
Fava de rosca	14,1	2,8	9,1	3,2	126.300	0,79
Faveiro	12	3,5	6,8	1,9	130.400	0,94
Freijó	9,1	3,2	6,7	2,0	113.200	0,59
Garapa	14	4,4	8,5	1,9	143.850	0,83
Gibatão	13,4	4,3	8	1,8	172.200	0,97
Gonçalo Alves	17,6	5,9	9,3	1,5	134.300	1,07
Guaiuvira	13,2	4,3	8,2	1,9	110.500	0,78
Guarajuba	15,1	4,3	8,7	2,0	124.300	0,90
Guarantã	16,8	4,9	10,5	2,1	169.800	0,96
Guaruaia	12,5	3,7	7,9	2,1	99.800	0,80
Guatambu peroba	16,5	5,5	9,6	1,7	130.400	0,82
Imbuia	9,8	2,7	,3	2,3	78.900	0,65
Ipê pardo	10,9	4	5,9	1,4	156.000	0,01
Ipê roxo	11,4	4,3	7,2	1,6	165.000	0,96
Itauba preta	12,1	2,3	6,7	2,9	147.900	0,96
Jacarandá pardo	11,2	2,9	6,9	2,3	110.900	0,85
Jatobá	10,7	3,1	7,2	2,3	151.300	0,96
Leiteiro	15,4	4,5	9,1	2,0	117.300	0,84
Maçurã	18,6	5,3	11,8	2,2	134.600	0,85
Mogno	8,6	3,2	4,5	1,4	92.900	0,63
Muiracatiara	11,2	3,3	6,3	1,9	125.460	0,97
Murici	16	4,4	9,7	2,2	87.800	0,78
Oiticica amarela	7,3	2,2	4,4	2,0	81.200	0,56
Óleo pardo	18,7	6,8	11,1	1,6	199.300	1,01
Pau cepilho	20,4	6,9	11,8	1,7	141.500	0,91
Pau roxo	14,4	4,4	7,9	1,7	152.400	1,13
Pelada	12,2	4	8	2,0	123.600	0,79

Pequia	15,9	5,4	8,9	1,6	144.800	0,83
Peroba rosa	13,1	4	7,8	1,9	94.300	0,79
Pindabuna	15,6	3,6	11,3	3,1	148.500	0,90
Pinho do Paraná	13,2	4	7,8	1,9	109.300	0,55
Piquiarana	14,3	3,9	8	2,0	139.000	0,81
Piqui vinagreiro	21,1	5,7	13	2,2	135.200	0,85
Pítia de lagoa	17,3	4,2	9	2,1	124.500	0,74
Pitomba preta	20,3	5,8	12,2	2,1	200.800	1,06
Sacambu	11,2	3,9	7,2	1,8	130.500	0,89
Sapucaia vermelha	14,1	3,9	8,6	2,2	90.500	0,88
Sucupira	15,1	5,6	8,4	1,5	163.760	0,94
Sucupira Açú	10,2	4,4	5,6	1,2	141.900	0,80
Sucupira amarela	12,8	4,1	7	1,7	148.500	0,99
Sucupira parda	15,5	5,4	8,4	1,5	160.400	0,91
Taiuva	7,2	2,3	4,3	1,8	135.000	0,88
Tatajuba	11,4	5,5	7,1	1,2	161.690	0,82
Vinhático	7,7	2,1	4,7	2,2	74.400	0,50

Anexo B – Composição de custo das esquadrias fornecido pela INCOOP/HABIS, 2007.

Orçamento - 462 esquadrias Sepé

Prazo de entrega das esquadrias DEZ/2007

total de janelas 1,20 x 1,20 m		361	total de 60 x 60	101		
madeira serrada de eucalipto seca						
Prazo de entrega do 1º lote MAIO/2007						
Espécie	Recurso	Fornecedor	volume (m³)	valor / m³	valor madeira	estufa
						R\$ 150,00
saligna	RTS	Marco Moretto	11,41	R\$ 700,00	R\$ 7.990,00	
grandis	CAIXA	S. Santa Rosa	14,04	R\$ 425,00	R\$ 5.967,00	R\$ 2.106,00
grandis tábua	CAIXA	Reinaldo Ponce	10	R\$ 500,00	R\$ 5.000,00	
			Parcial		R\$ 18.957,00	R\$ 2.106,00
				investidor externo	R\$ 2.770,57	
				imposto / frete	R\$ 1.142,26	
					TOTAL GERAL	R\$ 24.975,83

mão-de-obra _esquadria 1,20 x 1,20

produção em meses	produção em h	valor hora trabalho	nº pessoas	valor total mão-de-obra	por esquadria
3,729338843	656,3636364	R\$ 3,30	5	R\$ 10.830,00	R\$ 30,00
mensal p/ cada trabalhador				R\$ 309,43	
Total para cada um dos 7 trabalhadores ao final da produção				R\$ 1.547,14	

energia elétrica _esquadria 1,20 x 1,20

tempo (meses)	dias de trabalho	valor / dia	total
3,729338843	82,04545455	R\$ 11,00	R\$ 902,50

insumos _esquadria 1,20 x 1,20

	consumo	valor unitário	parcial
cola (kg)	15	R\$ 8,00	R\$ 120,00
pregos (kg)	12	R\$ 7,00	R\$ 84,00
lixa (m)	24	R\$ 3,50	R\$ 84,00
	total		R\$ 288,00

telefone _esquadria 1,20 x 1,20

tempo (meses)	valor médio mês	% para esta produção	total
3,729338843	R\$ 150,00	80%	R\$ 447,52

fundo _esquadria 1,20 x 1,20

%	total fundo
10%	R\$ 35.413,85
	R\$ 3.541,38

frete _total

km	valor km	total
2000	R\$ 1,20	R\$ 2.400,00

Ferragens, vidro e pintura _esquadria 1,20 x 1,20

				por esquadria
pintura	R\$ 8,00		R\$ 2.888,00	
ferragens	R\$ 20,00		R\$ 7.220,00	
vidro m²	R\$ 32,00	0,8	R\$ 9.241,60	
		TOTAL	R\$ 19.349,60	R\$ 53,60

Valor com impostos esquadria 1,20 x 1,20

		total por item	impacto valor %	valor unitário
madeira		R\$ 22.945,83	37,80%	R\$ 63,04
mão-de-obra		R\$ 10.830,00	17,84%	R\$ 29,75
energia		R\$ 902,50	1,49%	R\$ 2,48
telefone		R\$ 447,52	0,74%	R\$ 1,23
frete		R\$ 2.400,00	3,95%	R\$ 6,59
fundo		R\$ 3.541,38	5,83%	R\$ 9,73
insumos		R\$ 288,00	0,47%	R\$ 0,79
pintura		R\$ 2.888,00	4,76%	R\$ 7,93
ferragens		R\$ 7.220,00	11,89%	R\$ 19,84
vidro		R\$ 9.241,60	15,22%	R\$ 25,39
impostos		R\$ -	0,00%	R\$ -
	total	R\$ 60.704,83		
	valor unitário	R\$ 168,16		