Maristela Gava

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE COMPONENTES
CONSTRUTIVOS PARA HABITAÇÃO SOCIAL UTILIZANDO MADEIRA
SERRADA DE PINUS DE TERCEIRA CLASSE DE QUALIDADE**

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: Profa. Dra. Akemi Ino

São Carlos
2005

À minha família, meu bem mais precioso.

AGRADECIMENTOS

*“Cada um que passa em nossa vida, passa sozinho, pois cada
pessoa é única, e nenhuma substitui a outra.*

*Cada um que passa em nossa vida, passa sozinho, mas não vai
só, nem nos deixa sós:*

leva um pouco de nós mesmos, deixa um pouco de si mesmo.

Há os que levam muito, mas não há os que não levam nada;

há os que deixam muito, mas não há os que não deixam nada.

*Esta é a maior responsabilidade da nossa vida e a prova
evidente de que duas pessoas não se encontram ao acaso.”*

Antoine Saint-Exupéry

À Profa. Dra Akemi Ino pela orientação e pelo aprendizado, mas principalmente pela amizade que pudemos construir nesses três anos de mestrado;

Ao Prof. Dr. Ioshiaqui Shimbo pela colaboração na pesquisa;

Aos Profs. Drs. José Nivaldo Garcia, Antonio Alves Dias e Carlito Calil Júnior pelo envolvimento e contribuição dados a esta pesquisa;

À Serraria Jaime Medeiros de Engenheiro Maia, Itaberá, SP, que doou a madeira;

Aos colegas do LaMEM, em especial à Elen e ao Johnny pelo apoio na etapa de classificação da madeira e ao Juliano, Jorge e Guilherme pela colaboração nas etapas de produção e ensaio dos painéis;

Aos técnicos do LaMEM: Samuel – que produziu o painel laminado pregado – Arnaldo e Jaime que realizaram os ensaios – e ao Bragatto, da biblioteca;

Ao Facco, técnico do laboratório de Madeiras da ESALQ em Piracicaba, que produziu os painéis laminados cavilhados;

Aos amigos: Paulo de Camargo, Josiane, Juliana Junko, Tatiana Imoto, pela colaboração na etapa de classificação da madeira e produção dos painéis;

Ao Marcelo Cover, que colaborou nos ensaios;

Ao Fernando pela paciência em me responder centenas de vezes as mesmas perguntas e por me ajudar a relembrar as lições de estruturas, aprendidas ainda no curso técnico;

Aos demais integrantes do Grupo de Pesquisa Habis;

À Núbia, minha *“vizinha preferida”* e minha *“secretária particular”* © e à Marininha, uma espécie de *“irmã mais nova”*. Às duas, um carinho todo especial;

À Nagui, uma das mais gratas surpresas em São Carlos, pela amizade, pelo apoio e pela *“co-orientação”*, ainda que extra-oficial;

Ao Renato, pelo carinho e incentivo constantes.

Às grandes amizades que pude fazer em São Carlos;

Sobretudo, agradeço a Deus por me proporcionar o convívio com pessoas tão especiais.

Ao ensino público e gratuito e

À FAPESP e ao CNPq pelo suporte financeiro.

A todos, muito obrigada!

*Se não houver frutos, valeu a beleza das flores.
Se não houver flores, valeu a sombra das folhas.
Se não houver folhas, valeu a intenção da semente.*

Henfil

RESUMO

GAVA, M. (2005) **Viabilidade técnica e econômica da produção de componentes para habitação social utilizando madeira serrada de pinus de terceira classe de qualidade**. Dissertação (mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica da utilização da madeira serrada de pinus, de terceira classe de qualidade, na produção de componentes para vedação vertical destinados à habitação social, empregando a técnica da laminação vertical cavilhada.

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizado um estudo de caso, que teve como unidade de análise o Assentamento Rural Fazenda Pirituba, localizado na Região Sudoeste do Estado de São Paulo.

A viabilidade técnica da proposta foi avaliada a partir da produção e experimentação por meios de ensaios exploratórios, de modelos em escala 1:1 e a viabilidade econômica, por sua vez, foi estudada através da simulação de diferentes cenários de produção dos componentes, considerando todas as etapas da cadeia produtiva da habitação em madeira.

Os resultados obtidos com os ensaios exploratórios, indicaram a possibilidade de que a proposta seja tecnicamente viável. Contudo, a simulação de cenários de produção indicou que, para que a mesma seja viável economicamente, torna-se necessária a introdução de políticas públicas que interfiram especialmente na dinâmica da produção de madeira serrada, desde a etapa de plantios, através do estímulo à reposição florestal em pequenas propriedades rurais e uso sustentável dos recursos florestais, passando pela produção, através da introdução de relações de trabalho mais justas, até a comercialização, a partir da expansão do mercado consumidor de produtos de madeira de plantios florestais.

Palavras-chave: habitação social, madeira de terceira, pinus.

ABSTRACT

This work has as objective to evaluate the technique and economic feasibility of the utilization of the third class sawed wood of pinus in the production of components for vertical seal for social housing, using the vertical wooden dowel lamination technique.

To the development of the research, was realized a study of case that had as unit of analysis the Fazenda Pirituba rural settlement, located in the Southwestern portion of the State of São Paulo, Brazil.

The technique feasibility of the proposal was evaluated through the production and experimentation by exploratories assays in models made in 1:1 scale and the economic feasibility, was studied through the different scenes of production of the components simulation, having considered all the stages of the productive chain of the habitation made by wood.

The gotten results had indicated the possibility that the proposal is technically feasible. However, the scenes of production simulation had indicated that: to the economic feasibility of the proposal, becomes necessary the introduction of public politics that intervene especially in the dynamic of the sawed wooden production, since the stage of plantation, by the stimulation to the forest replacement in small properties and sustainable use of the forest resources, passing through the production, by the introduction of the works relationship more justs, until the commercialization, from the expansion of the consuming market of the products made by wood from the planted forests.

Key-words: social housing, third class wood, pinus.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização	5
Figura 2 - Consumo de madeira em toras por segmento industrial.....	29
Figura 3 - Balanço entre oferta e demanda de madeira de pinus no Brasil.	33
Figura 4 - Evolução das importações brasileiras de madeira serrada de Pinus..	34
Figura 5 - Meta de reflorestamento por segmento industrial, prevista no PNF (x1.000ha/ano)	37
Figura 6 - Áreas reflorestadas do Estado de São Paulo.....	42
Figura 7 - Áreas reflorestadas com pinus nas Regiões Administrativas do Estado de São Paulo ...	42
Figura 8 - Pólo de Itapeva / Capão Bonito / Buri.....	43
Figura 9 - Áreas com reflorestamento de Pinus e Eucalyptus dos dez municípios mais expressivos do Pólo de Reflorestamento de Itapeva / Capão Bonito / Buri	45
Figura 10 - Evolução do reflorestamento no Estado de São Paulo, nos períodos de 1961-62, 1971-73, 1991-92 e 1999-2000	48
Figura 11 - Evolução do reflorestamento (<i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i>) no Estado de São Paulo.	48
Figura 12 - Níveis de reflorestamento e redução das áreas de plantios de pinus nas Regiões Administrativas analisadas por Kronka et al (2002)	49
Figura 13 - Planos de corte da madeira.....	54
Figura 14 - Corte tangencial da tora.	54
Figura 15 - Sistema de corte para toras com diâmetro até 18cm.	55
Figura 16 - Sistema de corte para toras com diâmetro igual ou superior a 25cm.....	55
Figura 17 - Sistema de secagem por meio de varais.....	59
Figura 18 - Sistema de secagem por entabicação	59
Figura 19 - Forma de armazenamento típico da madeira de terceira nas pequenas serrarias da região de Itapeva, SP.....	60
Figura 20 - Leiaute típico de uma unidade de processamento mecânico da madeira na Região Sudoeste do Estado de São Paulo.	62
Figura 21 - Aspecto de uma das serrarias pesquisadas na região de Itapeva, onde se observa a utilização de equipamentos ultrapassados, bem como as precárias condições de trabalho dos operários, incluindo a falta de equipamentos de proteção individual.	66
Figura 22 - Exemplo das precárias condições de trabalho e das instalações das serrarias pesquisadas na região de Itapeva.	66
Figura 23 - Resíduos gerados por uma serraria da Região Sudoeste do Estado de São Paulo, em foto tirada no período entre 1998 e 2001.	69
Figura 24 - Variação dos preços da madeira serrada, vis-à-vis aos preços das toras de pinus para serraria em pé e à inflação.	72
Figura 25 - Evolução do preço da tora de pinus no mercado doméstico vis-à-vis à inflação no período de janeiro de 2000 a julho de 2003	73
Figura 26 - Elevação dos preços das toras de pinus no mercado doméstico vis-à-vis a variação cambial no período de janeiro de 2000 a julho de 2003.	74
Figura 27 - Elevação dos preços das toras de pinus no mercado, vis-à-vis à inflação no período de janeiro a novembro de 2004.	75
Figura 28 - Elevação dos preços das toras de pinus no mercado, vis-à-vis à variação cambial no período de janeiro a novembro de 2004.....	76
Figura 29 - Exemplo de peças com finger-joint	88

Figura 30 - Diferentes tipos de junta: aparente na lateral (a) e na superfície (b).....	88
Figura 31 - Madeira laminada e seus elementos.....	89
Figura 32 - tipos de laminação: horizontal (a) e vertical (b).....	89
Figura 33 - Exemplos de peças compostas.....	91
Figura 34 - Projeto de habitação para assentamento rural elaborado pela CDHU.....	97
Figura 35 - Planta Baixa da unidade habitacional elaborada para uma Agrovila Sustentável, desenvolvida pela equipe do grupo HABIS para a EMBRAPA de São Carlos.	98
Figura 36 - Parcela de custo de materiais, representada pelos diferentes subsistemas e/ou serviços para uma unidade habitacional desenvolvida pela CDHU para assentamento rural em Araraquara, SP.	98
Figura 37 - Parcela de custo de materiais, representada pelos diferentes sub-sistemas e/ou serviços para uma unidade habitacional desenvolvida pelo grupo HABIS para uma Agrovila Sustentável em São Carlos, SP.	99
Figura 38 - Fluxograma da metodologia de desenvolvimento dos componentes construtivos em madeira de pinus de terceira.	101
Figura 39 - Distribuição das famílias por faixa de renda.....	104
Figura 40 - Aspecto característico de uma habitação precária do assentamento Rural da Fazenda Pirituba, Itapeva, SP.	105
Figura 41 - Distribuição das habitações por material utilizado no sub-sistema de vedação	106
Figura 42 - Composição da população do assentamento por sexo.....	108
Figura 43 - Distribuição da população por faixa de idade	109
Figura 44 - Planta baixa do protótipo a ser construído no Assentamento Rural Fazenda Pirituba, Itapeva, SP.	127
Figura 45 - Primeiro estudo dos painéis portantes, utilizando o processo de laminação vertical pregada	129
Figura 46 - Projeto do painel laminado cavilhado: Planta Baixa, Vista 1 e Vista 2	133
Figura 47 - Medição e quantificação da inclinação das fibras	139
Figura 48 - Exemplo de nó no centro da face larga.....	140
Figura 49 - Exemplo de nó no canto da face larga	140
Figura 50 - Nó na face estreita	140
Figura 51 - Exemplo de Fenda	141
Figura 52 - Medida dos nós em uma face larga	148
Figura 53 - Medida dos nós em ambas as faces largas.....	148
Figura 54 - Localização dos nós nas faces largas	149
Figura 55 - Medida do nó em uma face estreita.....	149
Figura 56 - Medida dos nós que aparecem em uma face larga e uma face estreita	149
Figura 57 - Diferença entre nós individuais (a) e conjunto de nós (b).....	150
Figura 58 - Medida da bolsa de resina.....	150
Figura 59 - Medida de uma rachadura de topo	151
Figura 60 - Medida do encurvamento	152
Figura 61 - Medida do arqueamento.....	152
Figura 62 - Medida da seção	153
Figura 63 - Aspecto do lote de madeiras classificado	156
Figura 64 - Exame visual das peças.....	157
Figura 65 - Numeração das peças	158

Figura 66 - Esquema de distribuição dos pregos no modelo de painel laminado pregado	160
Figura 67 - Esquema de montagem final do modelo de painel laminado pregado	161
Figura 68 - Modelos de Painéis em Madeira Laminada Cavilhada, produzidos na ESALQ.	163
Figura 69 - Peças de madeira a serem combinadas inicialmente com esquema de distribuição das cavilhas.....	167
Figura 70 - Combinações possíveis das peças com 60, 90, 150 e 180cm de comprimento e esquema de distribuição das cavilhas previsto.....	167
Figura 71 - Esquema de pré-montagem dos painéis	168
Figura 72 - Esquema de distribuição dos furos.....	169
Figura 73 - Esquema de montagem dos painéis laminados cavilhados.....	172
Figura 74 - Operações de montagem dos painéis laminados cavilhados: introdução das linhas centrais (a), primeira metade montada (b), montagem da segunda metade (b), painéis prontos (d).....	172
Figura 75 - Esquema das principais forças atuantes no painel: Força de compressão (P) e Empuxo lateral (E).....	180
Figura 76 - Esquema da deformação sofrida pelo painel portante, em consequência da atuação dos esforços de compressão	180
Figura 77 - Seção dos painéis ensaiados	181
Figura 78 - Aparato utilizado para a realização dos ensaios	182
Figura 79 - Montagem do primeiro ensaio	183
Figura 80 - Montagem do ensaio	184
Figura 81 - Gráfico carga x deslocamento, em relação ao eixo de menor inércia	185
Figura 82 - Montagem do segundo ensaio	186
Figura 83 - Gráfico carga x deslocamento, em relação ao eixo de menor inércia	187
Figura 84 - Ensaio destrutivo do painel 4: início do carregamento.....	188
Figura 85 - Ensaio destrutivo do painel 4: instante da ruptura.....	188
Figura 86 - Ensaio destrutivo do painel 4: corpo de prova rompido	188
Figura 87 - Ensaio destrutivo do painel 4: ponto de ruptura	189
Figura 88 - Gráfico carga x deslocamento do ensaio das lâminas de madeira	190
Figura 89 - Carga de ruptura das lâminas de madeira.....	190
Figura 90 - Montagem do ensaio de ruptura das lâminas e início do carregamento.....	191
Figura 91 - Deformação sofrida pelo corpo de prova e início da ruptura.....	191
Figura 92 - Corpos de prova rompidos	192
Figura 93 - Esquema do painel portante em madeira laminada cavilhada com revestimento do tipo deck de madeira, considerado para análise.....	199
Figura 94 Planta baixa e corte esquemático dos modelos de unidade habitacional considerados	204
Figura 95 - Esquema geral da cadeia produtiva da habitação em madeira	205

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ligações propostas por Cesar (2002)	14
Quadro 2 - Lista de componentes básicos pré-fabricados e seqüência de montagem – protótipo 1.	17
Quadro 3 - Lista de componentes básicos pré-fabricados e seqüência de montagem – protótipo 2.	18
Quadro 4 - Dados de produtividade de 10 serrarias pesquisadas na região de Itapeva.....	64
Quadro 5 - Simulação da produtividade de uma serraria da Região Sudoeste do Estado de S.Paulo.	68
Quadro 6 - Tipo, volume, valor de comercialização e destinação dos resíduos produzidos pelas serrarias da Região Sudoeste do Estado de São Paulo.....	70
Quadro 7 -Viabilidade do uso da madeira de pinus na construção civil.....	81
Quadro 8 - Exigências do usuário.	111
Quadro 9 - Classificação das funções de um componente de vedação vertical.....	112
Quadro 10 - Condições de uso e agente de deterioração	116
Quadro 11 - Critérios propostos para a elaboração dos componentes construtivos para vedação vertical em madeira de terceira de pinus sp, em relação aos requisitos definidos pelas características locais.	123
Quadro 12 - Análise da concepção inicial dos painéis portantes para vedação vertical	131
Quadro 13 - Tipos mais comuns de empenamento da madeira	141
Quadro 14 - Outros defeitos considerados pela norma brasileira para efeitos de classificação comercial da madeira.	142
Quadro 15 - Aspectos físicos das classes de qualidade consideradas pela ABPMEX.....	144
Quadro 16 - Classificação proposta para as tábuas de pinus.....	147
Quadro 17 - Resumo dos critérios de medição dos defeitos considerados para efeito de classificação da madeira.	153
Quadro 18 - Limitação proposta para os defeitos e características da madeira, para efeito de classificação visual da madeira serrada de pinus de terceira.	154
Quadro 19 - Processo de produção do painel laminado pregado	162
Quadro 20 - Seqüência das operações de aparelhamento da madeira com os respectivos equipamentos utilizados e resultado obtido em cada operação.	165
Quadro 21 - Seqüência de pré-montagem e furação das peças, com respectivos equipamentos utilizados e produtos obtidos.	170
Quadro 22 - Seqüência de preparação das cavilhas e respectivos equipamentos utilizados e resultados obtidos.....	171
Quadro 23 - Avaliação do painel laminado cavilhado, de acordo com os critérios referentes às características locais.....	177
Quadro 24 - Características do material ensaiado	181
Quadro 25 - Resultados obtidos para os ensaios realizados em relação ao eixo de menor inércia.	194
Quadro 26 - Resultados obtidos para os ensaios realizados em relação ao eixo de maior inércia.	194
Quadro 27 - Resultados obtidos para a determinação dos módulos de ruptura.	195
Quadro 28 - Fatores de produtividade para a floresta, serraria e unidade de pré-fabricação, necessários à produção de 50UH/ano.	204

Quadro 29 - Estudo dos valores possíveis para comercialização da madeira de 1ª e/ou resíduos, no caso da venda da madeira ao preço máximo que viabilize a produção dos componentes.....	206
Quadro 30 - Simulação do cenário de produção onde os usuários adquirem o equivalente em volume de toras, referente ao limite total do custo da madeira serrada de terceira, necessária à construção das 50UH, com acordo de desdobro por parte da serraria.	208
Quadro 31 - Demonstrativo de cálculo do valor máximo a ser pago pela tora de pinus, colocada no pátio da serraria, para viabilizar a produção dos componentes.....	209
Quadro 32 - Custos por hectare para implantação / manutenção de uma floresta de pinus resinífero em pequenos módulos rurais com espaçamento de 3,30 x 2,80 metros, e população inicial de 1.080 plantas.....	214
Quadro 33 - Custos por hectare para implantação / manutenção de uma floresta de pinus para usos múltiplos.....	215
Quadro 34 - Estudo sobre possíveis valores para os produtos do desdobro de toras de pinus provenientes de reposição florestal em pequenas propriedades rurais.	216
Quadro 35 - Programação para implantação de TUMP's, com ciclos de corte de 15 anos, visando a produção de 50UH/ano.....	218
Quadro 36 - Síntese do custo dos painéis para diferentes simulações.....	219
Quadro 37 - Síntese dos cenários de produção dos componentes construtivos para vedação vertical em madeira de terceira de pinus sp, avaliados de acordo com os ganhos e prejuízos de cada um dos agentes envolvidos.	222

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa da necessidade anual de plantio por segmento produtivo (x1000ha).....	35
Tabela 2 - Relação dos dez municípios com áreas de <i>Pinus</i> mais expressivas no pólo de reflorestamento de Itapeva / Capão Bonito / Buri e sua participação em relação ao total do pólo.....	44
Tabela 3 - Vinculação dos plantios de <i>Pinus</i> existentes no Pólo de Reflorestamento de Itapeva / Capão Bonito / Buri	45
Tabela 4 - Áreas de <i>Pinus</i> de acordo com as espécies e idades no Pólo de Reflorestamento de Itapeva / Capão Bonito / Buri.....	47
Tabela 5 - Condições de manejo das áreas de <i>Pinus</i> no Pólo de Reflorestamento de Itapeva / Capão Bonito / Buri	50
Tabela 6 - Capacidade instalada das unidades de serrados no Brasil.....	61
Tabela 7 - Propriedades mecânicas do <i>Pinus sp</i> e do <i>Eucalyptus Citriodora</i>	80
Tabela 8 - Possibilidades de aproveitamento da madeira: vantagens e desvantagens.....	92
Tabela 9 - Composição do custo total de um edifício, segundo planos horizontais, verticais e instalações, em edificações habitacionais.....	97
Tabela 10 - Classes de densidade definidas pela ASTM D245-93	142
Tabela 11 - Classes visuais descritas na National Grading Rule.....	143
Tabela 12 - Dimensões padronizadas da madeira serrada de coníferas para uso geral.	146
Tabela 13 - Limites relativos à área e diâmetro dos nós, em função da seção transversal das peças a serem classificadas.	155
Tabela 14 - Resultado da classificação visual das peças.....	159
Tabela 15 - Composição do custo de materiais necessários à produção de 1m ² de parede em painel portante em Madeira Laminada Cavilhada (7,5x30cmxhvar), utilizando madeira de terceira de pinus, sem tratamento, revestida externamente com painel do tipo deck de madeira.....	199
Tabela 16 - Composição do custo de materiais necessários à produção de 1m ² de parede em alvenaria com bloco cerâmico 8 furos (9x14x24cm), revestida com argamassa mista de cimento, areia e cal.....	200
Tabela 17 - Composição do custo materiais necessários à produção de 1m ² de parede em painel portante em Madeira Laminada Cavilhada, (5x30cmxhvar), utilizando madeira de terceira de pinus, sem tratamento, revestida externamente com um deck de madeira.	202
Tabela 18 - Composição do custo de de 1m ² de parede em painel portante em Madeira Laminada Cavilhada (7,5x30cmxhvar), utilizando madeira de terceira de pinus, sem tratamento, revestida externamente com painel do tipo deck de madeira.....	219
Tabela 19 - Composição do custo de produção de 1m ² de parede em alvenaria com bloco cerâmico 8 furos (9x14x24cm), revestida com argamassa mista de cimento, areia e cal.	220

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIMCI:	Associação Brasileira das Indústrias de Madeira Processada Mecanicamente
ABNT:	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPM:	Associação Brasileira de Produtores de Madeira
ABPMEX:	Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Madeira
AWPA:	American Wood Preservers Association
CCA:	Arseniato de Cobre Cromatado
CCB:	Borato de Cobre Cromatado
CDHU:	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano
CEPEA:	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CSTB:	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment – Paris
CSTC:	Centre Scientifique et Technique de la Constrution
EESC:	Escola de Engenharia de São Carlos
EMBRAPA:	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FJP:	Fundação João Pinheiro
HABIS:	Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade
IBAMA:	Instituto Brasileiro da Amazônia e do Meio Ambiente
IBDF:	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE:	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IF:	Instituto Florestal
LaMEM:	Laboratório de Madeiras e Estruturas em Madeira
MDF:	Medium Density Fiberboard
MMA-SBF:	Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Biodiversidade e Florestas
OSB:	Oriented Strand Board
PIB:	Produto Interno Bruto
PMVA:	Produtos de Maior Valor Agregado
PNF:	Plano Nacional de Florestas
PRONAF:	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PROPFLORA:	Programa de Plantio Comercial de Florestas
PSH:	Plano de Subsídio à Habitação
REMADE:	Revista da Madeira

SBS:	Sociedade Brasileira de Silvicultura
SEBRAE:	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SPIB:	Southern Inspection Bureau
TCPO:	Tabelas de Composição de Preços e Orçamentos
UNESP:	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
UNIGRAN:	Centro Universitário da Grande Dourados, MS

SUMÁRIO

Resumo	iv
Abstract	v
Lista de figuras.....	vi
Lista de Quadros	ix
Lista de tabelas	xi
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	xii
Sumário	xiv
Capítulo 1: Contexto para o Desenvolvimento de Componente construtivo para habitação social em madeira de terceira de pinus	18
1.1 Introdução.....	2
1.1.1 O Déficit Habitacional.....	2
1.1.2 O Potencial Florestal e Madeireiro Brasileiro e da Região Sudoeste do Estado de São Paulo	4
1.1.3 A Sub-utilização da Madeira	6
1.1.4 A Madeira na Construção Civil	7
1.1.5 A Madeira no Meio Acadêmico.....	10
1.2 Pergunta de pesquisa.....	19
1.3 Objetivos	20
1.4 metodologia	20
1.5 Estrutura da Dissertação	23
Capítulo 2: A Dinâmica da Produção da Madeira Serrada e Subprodutos na Região Sudoeste do Estado de São Paulo.....	25
2.1 Plantio florestal	27
2.1.1 Plantios Florestais Brasileiros: Panorama Atual e Tendências	28
2.1.2 Os Plantios Florestais de Pinus na Região Sudoeste do Estado de São Paulo	40
2.2 Colheita:	51
2.3 Processamento Mecânico:.....	53
2.3.1 Desdobro.....	53
2.3.2 Tratamento prévio	56
2.3.3 Secagem	56
2.3.4 O Setor de Processamento Mecânico da Madeira Sólida.	60
Capítulo 3: A Madeira Serrada de Pinus Como Material Construtivo Para Produção de Habitação Social	78
3.1 Aspectos Gerais da Madeira de Pinus Para a Construção	79
3.2 Os Produtos e Subprodutos da Madeira Serrada de Pinus	83
3.3 Potencialidades e Limites para a Utilização da Madeira de Terceira de Pinus sp para a Produção de Componentes para Habitação Social.	86

Capítulo 4: Concepção e Desenvolvimento dos Componentes Construtivos Para Habitação Social Utilizando Madeira de Terceira de Pinus.	93
4.1 Escolha do Componente a Ser Desenvolvido	96
4.2 Metodologia de Projeto Adotada	100
4.3 Estudos iniciais	102
4.3.1 Características Locais	103
4.3.1.1 Renda Familiar Média Mensal	103
4.3.1.2 Condições de Moradia	104
4.3.1.3 Região Produtora de Madeira	107
4.3.1.4 Capacidade Tecnológica Instalada	108
4.3.2 Exigências do Usuário	110
4.3.2.1 Segurança estrutural	113
4.3.2.2 Durabilidade	114
4.3.2.3 Economia	118
4.4 Concepção dos componentes	118
4.4.1 Critérios Relacionados às Características Locais	119
4.4.2 Critérios Relacionados à Segurança Estrutural	123
4.4.3 Critérios Relacionados à Durabilidade	125
4.4.4 Critérios Relacionados à Economia	125
4.5 Projeto dos componentes	126
4.5.1 Concepção inicial	127
4.5.2 Aprimoramento da proposta	132
Capítulo 5: Produção e Avaliação dos modelos experimentais dos Componentes Construtivos Para Habitação Social Utilizando Madeira de Terceira de Pinus.	134
5.1 Classificação Visual da Madeira Serrada de Coníferas	136
5.1.1 As regras Para Classificação Visual da Madeira Serrada de Coníferas	136
5.1.2 Critérios e Limites Para Classificação Visual da Madeira Serrada de Coníferas Propostos pelas Normas Brasileiras e pela ASTM	138
5.1.2.1 Classificação em Razão da Limitação dos Defeitos e Características das Peças de Madeira	138
5.1.2.2 Classificação quanto ao uso	145
5.1.3 Adaptação do Método de Classificação Visual da Madeira Serrada de Coníferas Para Aplicação num Lote Proveniente de Engenheiro Maia, Itapeva, SP	146
5.1.3.1 Classificação Quanto ao Uso:	147
5.1.3.2 Classificação em Razão da Limitação dos Defeitos e Características das Peças de Madeira	147
5.1.3.3 Critérios Para Limitação das Características de Crescimento e defeitos Apresentados pelas Peças de Madeira	154
5.1.3.4 Comentários Adicionais	155
5.1.4 Aplicação do Método Proposto em um Lote Experimental	155
5.1.4.1 Materiais	156
5.1.4.2 Método	157

5.1.4.3 Resultados Obtidos	159
5.2 Processo de Produção do Modelo de Painel Laminado Pregado	159
5.2.1 Material utilizado	160
5.2.2 Equipamentos Utilizados	160
5.2.3 Etapas de produção	161
5.3 Produção dos Modelos de Painel Laminado Cavilhado	163
5.3.1 Material utilizado	163
5.3.2 Equipamentos Utilizados	164
5.3.3 Etapas de produção	164
5.3.3.1 Preparação das peças	164
5.3.3.2 Preparação das cavilhas	170
5.3.3.3 Montagem final	172
Capítulo 6: Avaliação dos Modelos Experimentais	174
6.1 Avaliação do Atendimento aos Critérios Relacionados às Características Locais	175
6.2 Avaliação da Rigidez à Flexão dos Painéis	179
6.2.1 Materiais e equipamentos	181
6.2.2 Descrição dos Ensaios	183
6.2.2.1 Ensaio 1: Resistência à Flexão em Relação ao Eixo de Menor Inércia	183
6.2.2.2 Ensaio 2: Resistência à Flexão em Relação ao Eixo de Maior Inércia	185
6.2.2.3 Ensaio 3: Determinação da Força de Ruptura	187
6.2.2.4 Ensaio 4: Determinação do Módulo de Elasticidade das Lâminas de Madeira	189
6.2.2.5 Ensaio 5: Determinação da Força de Ruptura das Lâminas de Madeira	190
6.2.3 Análise dos Dados	192
6.2.3.1 Determinação da Rigidez à Flexão dos Painéis (EI)	192
6.2.3.2 Determinação da Eficiência (η)	193
6.2.3.3 Determinação do Módulo de Ruptura (Mor)	194
6.2.4 Resultados e Discussões	194
Capítulo 7: Análise da Viabilidade Econômica da Produção de Componentes Para Vedação Vertical Utilizando Madeira de Terceira de Pinus	196
7.1 Alternativa 1: Redução do volume de madeira utilizado na produção dos componentes	201
7.2 Alternativa 2: Redução do Custo de Aquisição da Madeira	202
7.2.1 Parceria com as serrarias	206
7.2.1.1 Cenário 1: Aquisição da madeira a um custo limite que garanta a competitividade dos componentes	206
7.2.1.2 Cenário 2: Aquisição de volume de toras equivalente ao custo limite do total de madeira serrada de terceira necessária à produção das 50UH	207
7.2.2 Parceria com as florestas	209
7.2.2.1 Cenário 3: Parcerias com os detentores das florestas	210
7.2.2.2 Cenário 4: Produção dos Componentes a Partir de Madeira Oriunda de Reposição Florestal em Pequenas Propriedades Rurais	211

7.2.3 Comentários Adicionais	221
Capítulo 8: Considerações Finais e Perspectivas de Continuidade	223
Referências Bibliográficas	233