



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

ESCOLA POLITÉCNICA

MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL URBANA

MAURÍCIO LIMA CARDOSO JUNIOR

**RECOMENDAÇÕES PARA
PROJETO DE PISO DE
BAMBU LAMINADO COLADO - BLC**

Salvador
2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MAURÍCIO LIMA CARDOSO JUNIOR

**RECOMENDAÇÕES PARA
PROJETO DE PISO DE
BAMBU LAMINADO COLADO - BLC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação na área de Produção e Gestão do Ambiente Construído, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental Urbana.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Fábio César

Salvador
2008

MAURICIO LIMA CARDOSO JÚNIOR

RECOMENDAÇÕES PARA PROJETO DE PISO DE BAMBU
LAMINADO COLADO – BLC

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental Urbana.

Salvador, 28 de novembro de 2008

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Sandro Fábio César Sandro Fábio César
Universidade Federal da Bahia – UFBA

Profa. Dra. Rita Dione Araújo Cunha Rita Dione Araújo Cunha
Universidade Federal da Bahia – UFBA

Prof. Dr. Emerson de Andrade M. Ferreira Emerson de Andrade M. Ferreira
Universidade Federal da Bahia – UFBA

Prof. Dr. Marco Antonio dos Reis Pereira Marco Antonio dos Reis Pereira
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP

A todos que, direta ou
indiretamente,
participaram, contribuíram,
auxiliaram
e fizeram parte da minha
trajetória.
Este trabalho é fruto dessa vivência.

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridíssimos pais,
irmãos, tios, primos e toda minha família,
Por sempre terem acreditado no meu potencial.

À Nadja Turenkko,
Por me ter dado chão e mostrado a direção para eu continuar nesta caminhada.

À minha família baiana, Maria Marighela e Cia, Fi e Nam,
aos amigos Eric e Milena, Thiago Pithon e Evelin pela lembrança.
Pelo afeto, carinho e alegria que me confortaram nestes anos todos.

Ao arquiteto Bruno Piedade,
Pelo incentivo e perseverança exemplares.

À ilustríssima Neide Marques.

A Sandro,
Pela consideração, paciência. Por ter me acolhido, pela humanidade e pelo grande mestre que é, e por ensinar também pelo exemplo.

A Rita Dione,
Pela maestria, doçura e sensatez em lidar com o próximo.

Ao MEAU - UFBA, Ricardo Carvalho e Alice, pela confiança e seriedade, Escola Politécnica, Luizão, a toda a sua equipe, e aos alunos que fazem parte deste Mestrado moderno, dinâmico e complexo. E Maria, pela aglutinação formidável da Turma 2006.

Às minhas amigas Yse e Denize,
Quase uma dupla sertaneja, por todo apoio psicológico neste período.

A Marques, da Laminados Taquaruçu,
Nosso grande comandante nesta batalha pelo desenvolvimento nacional.

A todos do grupo de discussão Bambu-Brasil,
Pela disponibilidade e troca de informações em prol da disseminação da cultura do bambu.

A tríade do bambu Pereira, Beraldo e Ghavami,

A Boris Knez, pelo relax pré-defesa...

Ao LAB MAD, João Paulo, Alex, Jean, Denis e integrantes.

À Isnaia Veiga Santana, pela fibra de grande mulher.

À Galera da 710N,
Pelos eternos acolhimento e irmandade.

Ao Canteiro Oficina de Arquitetura da UnB.

Àqueles com os quais aprendemos juntos e mantivemos respeito mútuo, e àqueles que mostraram como não se deve fazer.

A todos vocês, minha sincera gratidão.

Estar preparado é fazer
o melhor uso da técnica,
e o melhor uso da técnica é o que
efetivamente melhora a vida do homem.
Trata-se do que melhora a vida
do maior número possível de pessoas.

Bertolt Brecht

CARDOSO JÚNIOR, Maurício Lima. Recomendações para projeto de piso de bambu laminado colado - BLC. 163f. 2008. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação na área de Produção e Gestão do Ambiente Construído. Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia - UFBA.

RESUMO

Esta dissertação discute como aproveitar o potencial em recurso natural do bambu como matéria-prima básica para produtos alternativos aos produtos oriundos da extração de madeira de florestas nativas ou plantadas com espécies exóticas. Os laminados de bambu já são realidade em outros países com aplicação na indústria moveleira e na construção civil. Optou-se por pesquisar a laminação do bambu na forma padronizada de um componente reconhecível – a talisca de bambu. Ao padronizar o bambu em talisca, pode-se transformá-lo em Bambu Laminado Colado (BLC) e potencializar o seu aproveitamento, numa gama de opções, na fabricação de produtos de seção reta. Esta pesquisa objetiva a identificação dos fatores que influenciam a produção de talisca de bambu destinada para piso de BLC. O processo de produção (laminação) do bambu estaria voltado para a micro e a pequena empresa, considerando critérios de *eco-design* onde também poderia contribuir para a qualificação de mão-de-obra encarregada da confecção de produtos à base de bambu.

Palavras-chave: Bambu laminado colado; Laminação - Talisca de bambu - BLC; *Eco-design*.

CARDOSO JÚNIOR, Maurício Lima. Suggestions for a project of Glued Laminated Bamboo Flooring. 163p. 2008. Masters Thesis– Graduate Program in Built Environment Production and Management. Escola Politécnica da Federal University of Bahia - UFBA.

ABSTRACT

This article discusses how to take advantage of the natural resources potential of the bamboo as basic raw material for alternative products instead of products deriving from wooden extraction of native or planted forests with exotic species. We chose to study the lamination of bamboo in the laminated form, because, as it becomes a standardized material, bamboo can be used to maximum advantage as well as provide several options in the manufacture of straight line products. The bamboo laminates are already used in several countries and in the furniture industry. The objective of this research is to analyze an existing production process of Glued Laminated Bamboo (GLB) in order to test the technical viability of manufactures for production of Glued Laminated Bamboo (GLB) applied to Bamboo Flooring. This process of production is directed to small companies, considering echo-design criteria, as to contribute to the qualification of manpower through the innovation of process of products to the bamboo base.

Keywords: Glued laminated bamboo; Lamination – Laminated of bamboo – GLB; Echo-design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Moita de <i>Bambusa vulgaris</i>	25
Figura 2	Detalhe do Colmo de <i>B. vulgaris</i>	25
Figura 3	Moita de <i>B. vulgaris</i> var. <i>vittata</i>	25
Figura 4	Comparação entre os seis materiais mais produzidos nos Estados Unidos, em termos de peso (quilogramas).....	33
Figura 5	Detalhe dos conjuntos vasculares da madeira.....	44
Figura 6	Cadeia produtiva da madeira.....	46
Figura 7	Distribuição Geográfica das Florestas Plantadas por mil hectares.....	47
Figura 8	Forma cônica do colmo de bambu.....	49
Figura 9	Colmo de bambu.....	49
Figura 10	Distribuição territorial do bambu no mundo.....	50
Figura 11	Crescimento e partes de um colmo de bambu.....	52
Figura 12	Detalhe dos conjuntos vasculares do bambu.....	54
Figura 13	Organograma de possibilidades do bambu.....	56
Figura 14	Estruturas: pontes e andaimes.....	57
Figura 15	Coberturas: coretos e galpões.....	58
Figura 16	Utensílios e revestimento: caixas e pisos.....	58
Figura 17	Mobiliário: cadeiras e divãs.....	59
Figura 18	Móveis rústicos: mesas e cadeiras.....	60
Figura 19	Alimentação: Brotos de bambu.....	60
Figura 20	Distribuição estimada de bambus por estado da Federação.....	63
Figura 21	Esquema de material compósito.....	75
Figura 22	Lâminas de madeira maciça, de grande comprimento e pequena espessura (tábuas)	76
Figura 23	Lâminas torneadas de madeira empregadas na composição de chapas de compensado.....	76
Figura 24	Desenho esquemático de chapa mostrando carregamento contido no mesmo plano.....	77
Figura 25	Desenho esquemático de placa mostrando o carregamento perpendicular ao seu plano médio de carregamento.....	78
Figura 26	Painel vertical de vedação.....	78
Figura 27	Chapa de sarrafeado.....	79
Figura 28	Tábuas de madeira para piso.....	80
Figura 29	Piso laminado de compensado.....	80
Figura 30	Casa de Bambu Laminado Colado no Japão.....	81
Figura 31	Lâminas, lascas, ripas ou partículas de bambu.....	82
Figura 32	Fluxograma de ripa de bambu como matéria-prima e produtos derivados.....	83
Figura 33	Exemplos de madeira reconstituída.....	88
Figura 34	Obtenção e tratamento das tiras de bambu.....	89
Figura 35	Formação das lâminas de bambu.....	90

Figura 36	Aparelhamento das lâminas de bambu.....	90
Figura 37	Corte e encaixe das lâminas.....	91
Figura 38	Lixamento e acabamento das lâminas.....	91
Figura 39	Controle de qualidade, armazenagem e empacotamento das lâminas....	92
Figura 40	Colmos de Bambu-mossô (<i>Phyllostachys pubescens</i>).....	92
Figura 41	Segmentação e processamento dos colmos.....	93
Figura 42	Tratamento de taliscas de bambu.....	93
Figura 43	Processo mecânico de colagem das ripas.....	94
Figura 44	Processo manual de colagem das ripas no sentido horizontal.....	94
Figura 45	Piso de BLC e palitos de bambu.....	95
Figura 46	Três partes do colmo que podem ser aproveitadas para laminação.....	98
Figura 47	Seção transversal do colmo de bambu com diâmetro e espessura.....	99
Figura 48	Topejadora com capacidade para diâmetro de até 170 mm.....	100
Figura 49	Bambu seccionado longitudinalmente.....	101
Figura 50	Detalhe das curvaturas internas e externas da talisca de bambu.....	102
Figura 51	Aparelhamento das taliscas de bambu em plaina moldureira.....	102
Figura 52	Colagem manual das taliscas com adesivos.....	105
Figura 53	Prensa mecânica.....	105
Figura 54	Obtenção de encaixe macho-fêmea.....	106
Figura 55	Lixadeira aberta e fechada.....	106
Figura 56	Subprodutos de sobras do bambu.....	108
Figura 57	Encaixe de tacos.....	120
Figura 58	Detalhe de encaixe macho-fêmea de piso de tábuas de madeira sólida.	120
Figura 59	Piso xadrez composto por parquetes.....	120
Figura 60	Piso de madeira estruturado.....	121
Figura 61	Piso laminado de madeira.....	121
Figura 62	Assoalho de bambu.....	122
Figura 63	Laminado de bambu.....	122
Figura 64	Detalhe de encaixe macho-fêmea em piso estruturado de madeira.....	124
Figura 65	União de encaixe macho-fêmea em piso estruturado de madeira.....	124
Figura 66	Detalhe de emenda macho-fêmea em piso de madeira ou bambu.....	124
Figura 67	Encaixe macho-fêmea nos quatro lados garantindo perfeita montagem e instalação.....	124
Figura 68	Cordão.....	126
Figura 69	Frontal Escada.....	126
Figura 70	Redutor.....	126
Figura 71	Rodapé.....	126
Figura 72	Terminal.....	126
Figura 73	Trilho.....	126
Figura 74	Acabamentos acetinados e brilhantes.....	128
Figura 75	Amostra de tábua de Cumaru com ornamento de bordo.....	128
Figura 76	Forma de montar taliscas para colagem de BLC.....	134
Figura 77	Detalhamento de piso de BLC com taliscas de bambu, espécie <i>Bambusa vulgaris</i>	137

Figura 78	Formação da placa de BLC para piso.....	138
Figura 79	Piso de BLC com encaixes macho-fêmea.....	138
Figura 80	Encaixes.....	139
Figura 81	Piso reto: composição de piso de BLC em uma direção.....	139
Figura 82	Piso listrado: composição de piso de BLC em duas direções alternadas.....	140
Figura 83	Piso xadrez: composição de piso de BLC em duas direções alternadas e intercaladas.....	140
Figura 84	Fluxograma processo produtivo de piso de BLC com taliscas de bambu, espécie <i>Bambusa vulgaris</i>	141
Figura 85	Fluxograma da incubadora de empresas BAMBOO – UFBA.....	142
Figura 86	Fluxograma Micro-empresa 01: Operações Primárias.....	144
Figura 87	Produtos em bambu e madeira.....	145
Figura 88	Fluxograma Micro-empresa 02: Operações Secundárias.....	146
Figura 89	Fluxograma Micro-empresa 03: Operações Complementares.....	147

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Aumento da produção na Inglaterra durante a Revolução Industrial.....	31
Tabela 2	Produtos florestais: produção, consumo, exportação e posição no mercado externo – 2000.....	34
Tabela 3	Consumo Energético por Material.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Ações prioritárias e recomendações da Agenda 21 para a sustentabilidade.....	23
Quadro 2	Dificuldades para implantação da cadeia produtiva do bambu no Brasil.	36
Quadro 3	Espécies prioritárias de bambu existentes no Brasil, de acordo com o INBAR.....	40
Quadro 4	Características físicas e mecânicas da madeira.....	45
Quadro 5	Características físicas e mecânicas do bambu.....	55
Quadro 6	Principais espécies de bambu utilizadas no Brasil.....	64
Quadro 7	Associações e Instituições que trabalham com bambu no Brasil.....	65
Quadro 8	Comparação entre as características gerais do bambu e da madeira.....	67
Quadro 9	Resistência mecânica de espécies de madeira e de bambu em Mega Pascal (MPa).....	69
Quadro 10	Critérios gerais de <i>design</i>	72
Quadro 11	Critérios gerais de <i>eco-design</i>	73
Quadro 12	Descrição das etapas de produção da madeira maciça.....	86
Quadro 13	Descrição das etapas de produção da madeira beneficiada para fabricação de piso.....	87
Quadro 14	Descrição das etapas de produção da madeira e do bambu para fabricação de piso.....	109
Quadro 15	Determinação de características físicas do bambu gigante laminado (<i>Dendrocalamus giganteus</i>), cultivado na UNESP, Campus de Bauru....	112
Quadro 16	Comportamento ao impacto de laminados de bambu.....	112
Quadro 17	Laminado colado e contraplacado de bambu.....	113
Quadro 18	O bambu como matéria-prima para o <i>design</i> industrial: um estudo de caso.....	114
Quadro 19	Análise dos tipos de pisos existentes.....	118
Quadro 20	Vantagens técnicas da madeira e do bambu.....	119
Quadro 21	Piso de madeira maciça.....	120
Quadro 22	Pisos de madeira: estruturado e laminado.....	121
Quadro 23	Pisos de BLC: assoalho e laminado de bambu.....	122
Quadro 24	Vantagens, desvantagens e público-alvo dos pisos de madeira e bambu.....	124
Quadro 25	Métodos de instalação de pisos de madeira e bambu.....	125
Quadro 26	Acabamentos de pisos de madeira.....	128
Quadro 27	Tipos de manutenção de pisos de madeira e bambu.....	129
Quadro 28	Adesivos e colas.....	131
Quadro 29	Adesivos escolhidos para a colagem do piso de BLC.....	133
Quadro 30	Parâmetros de projetos para piso de Bambu Laminado Colado com <i>Bambusa vulgaris</i>	135

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	= Agência Bambu de Conhecimento
ABNT	= Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANPM	= Associação Nacional dos Produtores de Pisos de Madeira
Ba	= Bahia
BLC	= Bambu Laminado Colado
BRACELPA	= Associação Brasileira de Celulose e Papel
CBRC	= <i>China National Bamboo Research Center</i> - Centro Nacional Chinês de Pesquisa do Bambu
CCA	= arseniato de cobre cromatado
CCB	= borato de cobre cromatado
CEM	= Ciência e Engenharia dos Materiais
CNPq	= Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COOPARTES	= Cooperativa de Jovens Artesãos do Vale do Pituauçu
CO2	= gás carbônico
CPAB	= Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais
EGP	= <i>Edge Glued Panel</i> - Painel Colado Lateral
EUA	= Estados Unidos da América
FVM	= Faça Você Mesmo
GLB	= Glued Laminated Bamboo
HDF	= <i>High Density Fiberboard</i>
IB	= <i>Insulation board</i>
INBAR	= <i>International Network of Bamboo and Rattan</i> - Rede Internacional para o Bambu e o Ratim
INPE	= Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEF	= Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
ISO	= <i>International Organization for Standardization</i>
LaMEM	= Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira
LATIC	= Laminados Taquaruçu Indústria & Comércio
LEPCom	= Laboratório de Engenharia de Polímeros e Compósitos
LVL	= <i>Laminated veneer lumber</i>
MCT	= Ministério da Ciência e Tecnologia
MDF	= <i>Medium Density Fiberboard</i> - Chapas de Fibras de Média Densidade
MPa	= Mega Pascal
OSB	= <i>Oriented Strand Board</i> - Chapas de Fibras Orientadas
OSCIP	= Organização da Sociedade Civil de Interesse Público

PB	= <i>Particle board</i>
PEA	= População Economicamente Ativa
PMVA	= Produtos de Maior Valor Agregado
PNICB	= Política Nacional de Incentivo à Cultura do Bambu
REDEBAMBU	= Cadeia Produtiva do Bambu no Brasil
SNUC	= Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UnB	= Universidade de Brasília
WB	= <i>Waferboard</i>
WWF	= <i>World Wide Fund For Nature</i> - Fundo Mundial para a Natureza

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	21
1.2	OBJETIVOS.....	22
1.2.1	Objetivo Geral	22
1.2.2	Objetivos Específicos	22
1.3	JUSTIFICATIVA.....	23
1.3.1	<i>Bambusa Vulgaris</i>	24
1.4	METODOLOGIA.....	26
1.4.1	Natureza da Pesquisa	26
1.4.2	Etapas da Metodologia Aplicada na Pesquisa	26
1.4.2.1	Levantamento do estado da arte do BLC comparado com produtos laminados de madeira, e características físicas e mecânicas de ambos os materiais.....	26
1.4.2.2	Verificação da viabilidade técnica	27
1.4.2.3	Investigação de parâmetros para a produção de talisca de bambu como elemento-base de piso de BLC, considerando critérios de <i>eco-design</i>	27
1.5	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	28
1.6	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	28
2	REFERENCIAL TEÓRICO	30
2.1	HISTÓRICO DA CRIAÇÃO DE PRODUTOS.....	30
2.1.1	Indisponibilidade de Matéria-Prima	39
2.1.2	Pouco Conhecimento em Relação à Cultura dos Bambus	41
2.1.3	Inexistência de Equipamentos e Ferramentas Nacionais para a Utilização do Bambu	41
2.2	A MADEIRA: CARACTERÍSTICAS, APLICAÇÕES E USOS.....	42
2.2.1	Características Gerais	42
2.2.2	Características Químicas, Físicas e Mecânicas	43
2.2.3	Aplicações e Usos	46
2.2.4	O Contexto da Madeira no Brasil	47
2.3	O BAMBU: CARACTERÍSTICAS, APLICAÇÕES E USOS.....	48

2.3.1	Características Gerais	48
2.3.2	Características Químicas, Físicas e Mecânicas	53
2.3.3	Aplicações e Usos	55
2.3.4	O Contexto do Bambu no Brasil	61
2.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE MADEIRA X BAMBU.....	66
2.4.1	Características Gerais da Madeira e do Bambu	66
2.4.2	Características Físicas e Mecânicas da Madeira e do Bambu	68
2.5	ECO-EFICIÊNCIA.....	70
2.6	ECO-DESIGN.....	71
2.6.1	Requisitos para um <i>Design</i> Mais Sustentável	72
3	OS MATERIAIS LAMINADOS E OS PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE PISOS LAMINADOS DE MADEIRA E DE BAMBU	74
3.1	OS MATERIAIS LAMINADOS.....	74
3.2	OS LAMINADOS DE MADEIRA.....	76
3.2.1	Definição de Chapas, Placas e Painéis	77
3.2.2	Chapas de Madeira Reconstituída	78
3.2.2.1	Compensado.....	78
3.2.2.2	Chapas de fibra e aglomerado.....	79
3.2.3	Pisos de Madeira	80
3.3	OS LAMINADOS DE BAMBU.....	81
3.4	PRODUÇÃO DE LAMINADOS DE MADEIRA.....	84
3.4.1	Operações Primárias: Obtenção de Lâminas de Madeira Maciça ..	85
3.4.2	Operações Secundárias: Fabricação de Piso Maciço de Madeira ...	87
3.4.3	Operações Complementares: Aproveitamento dos Resíduos de Madeira	87
3.5	PRODUÇÃO DE BAMBU LAMINADO COLADO (BLC).....	89
3.5.1	Produção de BLC com <i>Bambusa Vulgaris</i>	95
3.5.2	Operações Primárias: Processo Produtivo de BLC com <i>Bambusa vulgaris</i>	97
3.5.3	Operações Secundárias: Processo Produtivo Mecânico-Manual de BLC	103
3.5.4	Operações Complementares: Aproveitamento dos Resíduos de Bambu	107
3.6	PROCESSO DE LAMINAÇÃO: MADEIRA X BAMBU.....	108

3.7	RESULTADOS DE PESQUISAS E ENSAIOS MECÂNICOS DO BLC EM RELAÇÃO À MADEIRA SERRADA.....	111
4	PARÂMETROS DE <i>DESIGN</i> PARA PRODUÇÃO DE PISO DE BAMBU COM TALISCAS DA ESPÉCIE <i>BAMBUSA VULGARIS</i>.....	117
4.1	TIPOS DE PISO.....	117
4.1.1	Pisos de Madeira e Bambu.....	119
4.2	ADESIVOS.....	130
4.2.1	Estrutura e Forma de Colagem do Piso de BLC.....	134
4.3	PARÂMETROS DE PROJETOS PARA PISO DE BLC EMBASADOS EM CRITÉRIOS DE <i>ECO-DESIGN</i>	135
4.4	POSSIBILIDADES ESTÉTICAS A PARTIR DA COLAGEM DAS TALISCAS DE BAMBU PARA CONCEPÇÃO DO PISO DE BLC.....	137
4.5	PROPOSTA DE PRODUÇÃO DO PISO DE BLC NA BAHIA.....	141
4.5.1	Coordenação Geral do Projeto.....	141
4.5.2	Micro-empresa 01 : Operações Primárias.....	143
4.5.3	Micro-empresa 02 : Operações Secundárias.....	145
4.5.4	Micro-empresa 03 : Operações Complementares.....	147
5	CONCLUSÕES.....	148
5.1	RECOMENDAÇÕES.....	150
	REFERÊNCIAS.....	151
	ANEXO A – Ensaio mecânicos.....	159

O bambu simboliza o espírito taoísta: inteireza, perfeição, fortaleza e suavidade, flexibilidade, harmonia, imutabilidade, perseverança, paciência, constância, modéstia, elevação e vacuidade. (FREGTMAN, 1993, p.2)

1. INTRODUÇÃO

A ciência contemporânea evoluiu, mas precisa resolver o paradoxo do desenvolvimento com sustentabilidade (CASAGRANDE JÚNIOR, 2004). Com o advento da globalização, o consumo de recursos naturais, a degradação ambiental e as desigualdades sociais do modelo de desenvolvimento vigente desde a Revolução Industrial cresceram consideravelmente, o que coloca em risco todas as espécies do planeta

A produção industrial e o ciclo produção – consumo – crescimento econômico que determinaram a origem tecnológica e econômica dos produtos, desenvolvidos apenas para se adequarem às exigências estético-culturais e às condições técnicas e econômicas, devem ser combatidos com a introdução de inovação tecnológica como melhor técnica ou forma de organização, e de conceitos que levem em consideração critérios socioambientais. Para reverter esse quadro, o grande desafio dos governos, hoje, é o de superar a barreira capitalista da desigualdade entre países ricos e pobres e suas conseqüências - obstáculo evidente ao processamento de ações sistêmicas que transformem o modelo estrutural técnico e econômico -, e a implantar uma sustentabilidade socioambiental consensual para todos.

São indispensáveis iniciativas diversas por parte de instituições e de profissionais, no Brasil e no mundo, na busca de um caminho sustentável para o crescimento econômico e para efetuar a mudança possível, no campo da crescente preocupação com o meio ambiente, com tecnologias limpas e em consonância com aquilo que seja culturalmente desejável. É preciso criar estratégias definidas como projetos para unir produção e sustentabilidade, e identificar novos produtos para um outro modelo de desenvolvimento.

No Brasil, que possui um dos maiores potenciais de biodiversidade do mundo, as inovações em produtos, *design* e processos podem surgir para diminuir o

paradoxo “crescer e conservar”. No caso brasileiro, o aspecto mais valorizado seria o da cooperação e do aprendizado voltados para a inovação tecnológica sustentável. Essa proposta busca unificar a idéia de economia solidária com metodologias para práticas sustentáveis através de políticas públicas da Agenda 21 Nacional. Segundo Casagrande Júnior (2004), as propostas de implantação de *Arranjos Produtivos Locais Sustentáveis* devem estar amparadas por políticas urbanas sustentáveis que promovam as interfaces entre sustentabilidade e educação formal e informal, inclusão social, produtividade, valores culturais e mercado. Entretanto, a complexidade das definições de sustentabilidade e suas prioridades para a sociedade dependem da integração de produção, consumo e crescimento econômico, dos custos sociais e ambientais, de dimensões culturais e políticas conforme essas necessidades em cada lugar do mundo.

Para Ferreira ([2003]), essa integração passa pelo equacionamento dos seguintes fatores: atendimento das necessidades humanas (condições essenciais de vida), as limitações que devem ser estabelecidas para as soluções tecnológicas e a utilização dos recursos naturais renováveis e não-renováveis (ou renováveis em longo prazo).

A fixação de conceitos de sustentabilidade determina que *o melhor produto e o melhor processo* são aqueles que forem melhores para a preservação do ambiente [...]. Assim, a busca da qualidade ambiental passa pela concepção do produto e do próprio processo produtivo, através de gerenciamento de resíduos, utilização de forma consciente das matérias-primas, minimização do consumo energético e dos insumos necessários ao processo. Hoje o requisito principal de projeto reside na *eco-eficiência* de um produto. (FERREIRA, [2003], p.3-4).

Uma matéria-prima renovável com potencial para iniciar a convergência desses ideários pode ser o bambu que, neste momento, representa uma alternativa viável por conseguir ser eficiente do ponto de vista econômico e, ao mesmo tempo, aceitável do ponto de vista ambiental. É um material utilizado há milênios em países asiáticos, seja para fins alimentares, seja para a confecção de utensílios domésticos ou mesmo para construção de moradias, sendo apontado hoje, segundo Araújo Jr. (2004), como uma grande alternativa ecologicamente correta para a fabricação dos mais diversos produtos.

Nos países asiáticos China, Japão, Tailândia e Vietnã, nos andinos Colômbia e Equador, e em outros como Costa Rica, o bambu vem sendo utilizado, como excelente material sustentável, na construção civil e nas indústrias alimentícia, moveleira, de papel e têxtil. Seu processo manufatureiro, desde a retirada da matéria-prima até a execução e comercialização de diversos produtos e serviços (dentre eles, artesanato, mobiliário e paisagismo), requer baixo grau de escolaridade e mão-de-obra com treinamento específico para trabalhar com bambu.

Como fazer para compatibilizar as características ambientais, sociais e econômicas com um processo produtivo que tenha o bambu como matéria-prima?

1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Segundo Pereira (2003), estudos conduzidos por entidades representativas do setor madeireiro identificaram a existência de um desequilíbrio florestal, já no início desta década, entre a oferta e a demanda de madeira para atender às projeções de crescimento das indústrias de base florestal. Existe também a crescente inserção de madeira de eucalipto no mercado de móveis.

Apesar da intensificação da fiscalização do desmatamento, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente, que analisou os dados divulgados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em 2008 foi constatado um “modesto decréscimo” no desmatamento, o que ainda significa um inadmissível crescimento moderado.

Dentro deste contexto, por não haver um reflorestamento de florestas plantadas que acompanhe o consumo de madeira, nem a diminuição da colheita de florestas nativas no Brasil, destaca-se a possibilidade da exploração do bambu como recurso natural para suprir o déficit de madeira, como acontece na China, por exemplo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 **Objetivo Geral**

Identificar parâmetros para a produção de talisca de bambu e indicadores de projeto para sua aplicação em piso de BLC.

1.2.2 **Objetivos Específicos**

- Levantar o estado da arte do BLC;
- Comparar os processos produtivos de laminação de madeira para piso com os processos conhecidos de laminação da talisca de bambu como elemento base de piso de BLC.
- Investigar parâmetros técnicos de projeto para produção de talisca de bambu como elemento base de piso de BLC considerando critérios de *eco-design*.

1.3 JUSTIFICATIVA

Casagrande Júnior (2004) considera que o aproveitamento do potencial do bambu pode vir a ser mais uma forma alternativa para o desenvolvimento de negócios embasados em produtos de tecnologia limpa, respaldados por recomendações da Agenda 21 Brasileira, as quais levam em consideração o meio ambiente e questões socioeconômicas, conforme o Quadro 1.

A Agenda 21 Brasileira é um processo e instrumento de planejamento participativo para o desenvolvimento sustentável e que tem como eixo central a sustentabilidade, compatibilizando a conservação ambiental, a justiça social e o crescimento econômico. O documento é resultado de uma vasta consulta à população brasileira, sendo construída a partir das diretrizes da Agenda 21 global. Trata-se, portanto, de um instrumento fundamental para a construção da democracia participativa e da cidadania ativa no País. (AGENDA 21..., [200-], p.7).

Ações	Recomendações
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	Prover incentivos, inclusive financeiros, para as pesquisas relacionadas ao desenvolvimento sustentável, especialmente nas áreas em que o Brasil já tem investido e em outras nas quais possui vocação natural conferida por sua base de recursos naturais; Contribuir para a criação de um ambiente favorável à inovação, prevendo mecanismos de transferência dos conhecimentos gerados para o setor público e privado e apoiando incubadoras de empresas, formação de redes de inovação, projetos cooperativos, arranjos locais, plataformas tecnológicas e a propriedade intelectual.
ECO-EFICIÊNCIA E RESPONSABILIDADE SOCIAL DAS EMPRESAS	Estimular a criação de centros de produção mais limpa e de energia renovável; Facilitar o acesso a financiamentos às micro e pequenas empresas pelos bancos oficiais e agências de fomento de caráter nacional, regional e local, para a busca criativa de novas soluções técnicas e gerenciais visando à produção sustentável; Promover parcerias entre as universidades, institutos de pesquisa, órgãos governamentais, sociedade civil e as empresas.

Quadro 1 - Ações prioritárias e recomendações da Agenda 21 para a sustentabilidade.

Uma das maneiras de aproveitar o potencial em recurso natural do bambu, como matéria-prima básica para produtos alternativos aos produtos oriundos da extração de madeira de florestas nativas ou plantadas com espécies exóticas, é transformá-lo em bambu laminado colado (BLC).

O BLC, por ser um material padronizado, proporciona maior variedade de produtos na produção de móveis seriados os quais, devido a sua resistência e aos seus aspectos estéticos, podem, sem restrições, concorrer no mercado dos móveis de madeira sólida. Por este motivo, são produzidos e exportados em grande escala por vários países da Ásia, a exemplo da China, onde produtos à base de laminados detêm 24% da indústria moveleira e da construção civil, enquanto que, segundo Castro e Silva ([2004?], p.20), “no Brasil ainda não existem fábricas de móveis de BLC e as pesquisas para o desenvolvimento desta tecnologia são tímidas”. Incentivar pesquisas direcionadas para inserção no mercado brasileiro poderá viabilizar pequenas manufaturas e, conseqüentemente, maior distribuição de trabalho e renda.

Neste trabalho, optou-se, então, por pesquisar a laminação do bambu nas condições em que se encontra na natureza, com tratamento simples e processo mecânico-manual existente que permita o aparelhamento das taliscas de bambu

para aplicação em piso de BLC. Esse é um processo que requer baixo investimento inicial em equipamento, potencializa o trabalho humano sobre o bambu e pode absorver, dentro de sua cadeia produtiva, desde mão-de-obra com baixo grau de escolaridade até indivíduos com formação de nível superior. Além disso, existem hoje no Brasil máquinas laminadoras, de pequeno e médio porte, com tecnologia nacional, que permitem regularizar e produzir com eficiência taliscas de bambu de qualquer espécie, o que significa um motivo a mais para incentivar produtos à base de BLC.

Para que o BLC possa viabilizar-se em pequenas manufaturas direcionadas para inserção no mercado brasileiro e, conseqüentemente, gerar maior distribuição de trabalho e renda, é necessária uma série de estudos que confirmem a eficiência de um modelo de produção, entre eles parâmetros técnicos do processo produtivo de BLC, objeto desta pesquisa. Indicar parâmetros para a eficiência de um modelo de produção, embasados em critérios de *eco-design* e traduzidos num organograma da cadeia produtiva do BLC, pode significar uma contribuição efetiva para a realidade do bambu no Brasil.

1.3.1 ***Bambusa Vulgaris***

Entre as espécies gigantes de bambu encontradas no Brasil destaca-se o *Bambusa vulgaris*, a espécie de bambu que melhor se adaptou no Brasil e que, pela facilidade de sua propagação, talvez seja a espécie exótica mais freqüente. Contudo, sua utilização está restrita às cercas vivas, tapumes, cestas, móveis rústicos, plantações para evitar a erosão das encostas; vem também sendo usado para fabricação de papel, pois é a melhor espécie para obtenção de celulose porque possui maior comprimento de fibra. Mais recentemente, vem sendo usado como lenha, uma vez que seus colmos, por serem tortuosos, são de pouca aplicação na movelaria, artesanato e construção. Conforme Pereira (apud BERALDO; ESPELHO, 2006), a resistência mecânica é outro fator a ser destacado, tendo em vista sua aparente superioridade em relação a outras espécies empregadas na produção de BLC; isto ocorre porque a talisca de *Bambusa vulgaris* tem menor espessura e, portanto, requer maior quantidade de camadas de cola usadas na produção do BLC.

Na Bahia, pelo lado da oferta, temos abundância do *Bambusa vulgaris* (FIGURA 1; FIGURA 2) e do *Bambusa vulgaris vittata* (FIGURA 3) que se encontram espalhados pelo Recôncavo Baiano, com maior incidência nos municípios de Cachoeira, Santo Amaro e Região Metropolitana de Salvador. Neste sentido, a pesquisa investiga quais seriam os procedimentos para transformar esse recurso natural de fácil obtenção, enquanto não existir oferta de espécies melhores de bambu manejado, em processo produtivo e em produtos segundo critérios de *eco-design (design sustentável)*. Se for possível laminar o *Bambusa vulgaris*, espécie de bambu menos indicada para essa atividade, porém a mais abundante e de fácil propagação, em taliscas (ripas), esse bambu poderá ser aproveitado para fins mais nobres, em produtos de maior valor agregado, e assim diminuir o preconceito em relação às outras espécies de bambu.



Figura 1 - Moita de *Bambusa vulgaris*.



Figura 2 - Detalhe do colmo de *B. vulgaris*

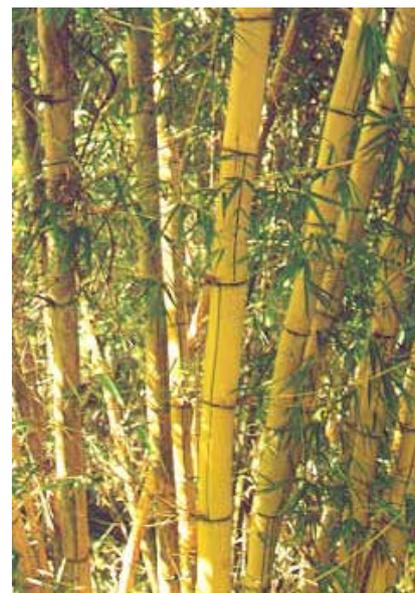


Figura 3 - Moita de *B. vulgaris* var. *vittata*

Fonte: REGIS, 2004.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Natureza da Pesquisa

Considerando o tema desta dissertação, utilizou-se metodologia baseada na classificação de Silva e Menezes (2000) para evidenciar a natureza do problema aqui abordado. Assim, esta pesquisa pode ser caracterizada como:

- **aplicada** – por objetivar a aplicação de conhecimentos para tornar possível a manufatura da talisca (ripa) de bambu na produção de piso de BLC, a partir do aproveitamento de uma espécie de bambu muito encontrada, mas pouco valorizada comercialmente.
- **qualitativa** – devido ao fato de que os dados qualitativos constituem-se em elementos e parâmetros para a análise dos valores colhidos diretamente no ambiente da pesquisa, pois agrupam diferentes elementos técnicos, entre produção e produto, para indicar uma produção eco-eficiente em comparação com outros processos produtivos e produtos já existentes, e numa abordagem racionalista por se tratar de estudo voltado para a área técnica.
- **descritiva** – pela descrição de etapas da laminação do bambu roliço para a produção de talisca de bambu destinada à produção de piso de BLC.

1.4.2 Etapas da Metodologia Aplicada na Pesquisa

Para alcançar os objetivos desta pesquisa foram relacionadas as seguintes etapas:

1.4.2.1 Levantamento do estado da arte do BLC comparado com produtos laminados de madeira, e características físicas e mecânicas de ambos os materiais

Consiste na revisão bibliográfica de teses, dissertações e artigos disponíveis, e de pesquisas na internet sobre as tecnologias desenvolvidas para produtos laminados à base de bambu. Nessa etapa, faz-se também uma comparação entre o bambu e a madeira, apresentando as similaridades, as vantagens e desvantagens

dos materiais, além de tabelas com suas características e propriedades físicas e mecânicas, isoladamente e como produtos laminados.

1.4.2.2 Verificação da viabilidade técnica

Essa etapa refere-se à coleta e análise de dados existentes sobre modos de produção do BLC – o industrial e o manual-mecânico – a partir da talisca de bambu. Com base nesses dados, escolheu-se um processo de produção para aplicação dos princípios de *eco-design* que, por sua vez, direcionaram o processo manufatureiro do bambu da espécie *Bambusa vulgaris*, conforme os desdobramentos apresentados a seguir:

- a) operações primárias: viabilidade e manejo de colheita, transporte e tratamento dos colmos e taliscas de bambu;
- b) operações secundárias: definição de fatores e aplicação de técnicas de fabricação (secagem, aparelhamento, colagem), forma, tipos de colagem, prensagem (a quente ou a frio) e acabamento para esse conceito de produto laminado;
- c) operações complementares: definição das possibilidades de reutilização, de aproveitamento das aparas e resíduos de bambu para outros subprodutos que possam definir a eficiência da produção.

1.4.2.3 Investigação de parâmetros para a produção de talisca de bambu como elemento-base de piso de BLC, considerando critérios de *eco-design*

Essa etapa consiste em investigar princípios de fabricação de produtos de BLC destinados à aplicação em pisos, baseados em parâmetros de *eco-design* que abrangem sustentabilidade e eco-eficiência. Considera-se a metodologia de *design* do produto apresentada por Baxter (1998), na qual o conceito do produto deve ser suficiente para satisfazer exigências do consumidor e para diferenciar o novo produto de outros existentes no mercado. Observam-se, nessa fase, os seguintes desdobramentos:

a) análise dos produtos concorrentes:

- análise de produtos similares em madeira e bambu;
- definição de parâmetros de projeto.

b) planejamento da produção:

- montagem do organograma da cadeia produtiva com enfoque na linha de produção logística de *eco-design*;
- fluxograma do piso de bambu, considerando desde a operação primária de processamento até o descarte do piso.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A disponibilidade de matéria-prima (bambu manejado) não é o foco principal desta pesquisa. Objetivou-se estudar o processo de produção, escolhendo indicar técnicas de apropriação da natureza (bambu como matéria-prima), por meio da gerência técnica de um processo existente conforme parâmetros eco-eficientes de produção de taliscas de bambu para aplicação em piso de BLC.

Propõe-se um organograma para produção de BLC, enfocando a padronização para a produção em escala mediante etapas que indiquem a manufatura de um produto sem considerar os custos de exploração desse processo. O fato de não se quantificar os custos de produção e de não se especificar qual o produto a ser fabricado, não invalida o desenvolvimento dos parâmetros técnicos de projeto conforme critérios de *eco-design*.

1.6 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Nesta dissertação, a primeira parte compreende uma introdução à pesquisa, onde se destaca a importância dos materiais, especialmente da madeira e do bambu, para referendar comparações entre esses dois materiais, e, no capítulo 2, os referenciais teóricos estabelecidos por meio de revisão da literatura. Na segunda parte, nos capítulos 3 e 4, são discutidos os materiais compósitos, o estado da arte do laminado colado, o processo de produção dos pisos laminados de madeira e de bambu, as técnicas de manufatura para talisca de bambu e os indicadores de projeto

de piso de BLC. Na última parte, no capítulo 5, são apresentadas as conclusões da pesquisa.

O Capítulo 1, portanto, refere-se à introdução, à formulação do problema, bem como aos objetivos, justificativa, metodologia, delimitação e organização da pesquisa.

O Capítulo 2 trata da importância do bambu e da madeira na criação de produtos, suas aplicações, características, propriedades, e apresenta alguns dados comparativos do bambu em relação à madeira que o tornam possível substituto para a produção de objetos em madeira. Em seguida, são abordados conceitos, requisitos e parâmetros de eco-eficiência e *eco-design* para embasar a proposta desta dissertação.

O Capítulo 3 define os materiais laminados e os processos de produção de pisos laminados de madeira e de bambu, apresenta os resultados de pesquisas e ensaios mecânicos do BLC em relação à madeira serrada, a produção de laminados de madeira e de BLC com *Bambusa vulgaris*.

O Capítulo 4 apresenta uma análise de pisos existentes em madeira e bambu, a definição de adesivos ou resinas e um levantamento das formas de colagem das taliscas de bambu, que se constituem nos indicadores técnicos de projeto de piso de BLC embasado em conceitos de *eco-design*.

Por fim, o Capítulo 5 com a conclusão da pesquisa.

O bambu é perfeito como o próprio Tao,
pois contém a harmonia dos contrastes em seu próprio corpo.
Sua cana é dura: Yang por fora (porém vazia) e Ying por dentro.
Assim, dureza e suavidade, ser e não-ser, combinam-se em seu fino porte.
(FREGTMAN, 1993, p.16)

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados o histórico da criação de produtos, os materiais renováveis, a madeira e o bambu, suas características, aplicações, usos, e considerações a respeito da contraposição madeira X bambu. Também serão abordados conceitos, requisitos e os parâmetros de eco-eficiência e *eco-design* que embasam a proposta desta dissertação.

2.1 HISTÓRICO DA CRIAÇÃO DE PRODUTOS

Segundo Callister Jr. (2002), os materiais estão provavelmente mais entranhados na nossa cultura do que a maioria de nós imagina, pois, virtualmente, cada segmento de nossas vidas é influenciado, diariamente, em maior ou menor grau, pelos materiais - nos transportes, na habitação, no vestuário, na comunicação, na recreação, na produção de alimentos e outros.

Historicamente, os materiais retirados da natureza estão relacionados com a evolução do homem, surgindo com o aparecimento deste e dando nomes às eras da civilização. Uma das causas da diferenciação do homem do restante do mundo animal é justamente a interação do material biológico com outros tipos de materiais e a capacidade de escolher, dentre vários, o melhor objeto. Mais tarde, com a perspectiva de combinar diversos materiais naturais para compor um novo e mais eficiente objeto ou ferramenta, o homem começou a interferir e a modificar a sua relação com o meio ambiente assim como a relação com seus semelhantes. Para Diamond (2004), os povos que dominaram primeiro o uso dos materiais aumentaram sua capacidade de produzir alimentos numa escala bem mais elevada do que a natureza, o que originou aumento populacional, sociedades altamente organizadas e eficientes, epidemias, tecnologia e armas letais; isso explicaria o desenho da

conjuntura econômica e política mundial e o atual impacto ambiental sofrido em diversas regiões do planeta.

“Ao longo da história poucos materiais de aplicações diversas, tolerantes ao abuso e empiricamente selecionados foram suficientes para atender à demanda do homem.” (KRANZBERG; SMITH, [1985?], p.34). Entretanto, com o surgimento da sociedade industrial (TABELA 1), com características de uso predatório e crescente dos materiais, ocorreu um aumento da demanda por materiais, tanto dos já utilizados quanto dos novos. A partir deste fato histórico, deduz-se que as sociedades exercem pressão sobre a natureza (recursos ambientais) de acordo com suas necessidades de consumo. Essa produção que não leva em consideração o esgotamento das reservas renováveis e não-renováveis, cujos produtos se tornam obsoletos em pequeno intervalo de tempo, sobrecarrega o meio ambiente com o descarte. Essa mudança do modo de produção criou uma crescente e ininterrupta necessidade de consumo de materiais num mundo em que o meio ambiente é cada vez mais pressionado, com conseqüências desastrosas para o planeta.

Mais do que nunca o futuro dos materiais no atendimento às demandas da sociedade estará ligado à capacidade do homem evoluído na resolução de problemas ligados ao processamento e propriedade dos materiais existentes e da combinação criativa entre eles. Isto, evidentemente, combinado com a capacidade do ser humano em equilibrar o desenvolvimento e consumo dos materiais com os problemas relacionados de matéria-prima, à disponibilidade energética e do ambiente em absorver os efeitos de sua produção, uso e descarte que, com certeza, proporcionará uma nova forma de vida melhor a grandes parcelas de população no planeta do que se tinha antes. (KRANZBERG; SMITH, 1985?, p.35).

Tabela 1 - Aumento da produção na Inglaterra durante a Revolução Industrial.

Período (anos)	Aumento da Produção (percentual)
1700 – 1750	+ 80%
1750 – 1800	+ 75% (1)
(1) Deve-se ressaltar que esse aumento se deu sobre os 80% de aumento da produção já computados nos 50 anos anteriores, desde 1700.	

A Ciência e Engenharia dos Materiais (CEM) é fundamental para descobrir novas aplicações, reutilizações dos materiais e a inovação com as combinações entre os existentes, aliando, ao mesmo tempo, benefício e tempo de vida útil; e também para demonstrar as características e propriedades dos materiais utilizados na relação linear de produção (processamento, estrutura, propriedades e desempenho). É importante definir os critérios no processo de seleção de cada material e a sua classificação.

Smith (1998) afirma que é fundamental que o pesquisador, engenheiro ou cientista esteja familiarizado com as várias características, relações estrutura-propriedade e também com as técnicas de processamento dos materiais. Desta forma, estará capacitado para fazer opções ponderadas de materiais com base nesses critérios, em proveito do seu aperfeiçoamento.

Quanto ao uso das matérias-primas e ao descarte final dos produtos, em geral, no que se refere ao meio ambiente, a literatura específica sobre os materiais apenas informa sobre a velocidade da produção e alerta para a finitude dos recursos não-renováveis. Não existe a preocupação em enfatizar a necessidade de uma mudança de atitude no consumo, estilo ou padrão de vida que poderia ser reforçada com a indicação do ciclo de vida dos produtos, como forma de coibir o aumento da degradação ambiental. Além disso, se o conhecimento dessas tecnologias continuar a beneficiar apenas uma parcela que pode pagar e usufruir os benefícios propiciados pela evolução da ciência, o problema estará longe de uma solução amistosa para as populações.

Segundo Callister Jr. (2002), os materiais sólidos mais usados estão classificados em três grupos básicos: metais, cerâmicos e polímeros, conforme sua composição química e sua estrutura atômica. Existem também três outros grupos de materiais importantes na engenharia: compósitos, semicondutores e biomateriais. Muitos dos materiais que usamos são derivados de recursos não-renováveis e estão se tornando gradualmente escassos, o que exige: 1) descoberta de reservas adicionais; 2) o desenvolvimento de novos materiais que possuam propriedades comparáveis, porém apresentem impactos ambientais menos adversos; 3) maiores esforços de reciclagem, desenvolvimento de novas técnicas de reciclagem e

reutilização dos materiais; e/ou 4) otimização da utilização dos recursos renováveis como matéria-prima principal para fabricação de materiais.

Nesse contexto, observa-se que, conforme gráfico apresentado na Figura 4, a produção de madeira nos Estados Unidos da América (EUA) ainda é uma constante. A madeira é o material de construção mais usado e sua produção anual é maior do que todos os outros materiais de engenharia, inclusive o concreto e o cimento. A madeira, utilizada amplamente pela construção civil nas estruturas e revestimentos das casas, edifícios, pontes, etc., também é utilizada no fabrico de materiais compósitos como, por exemplo, contraplacados, painéis reforçados e papel.

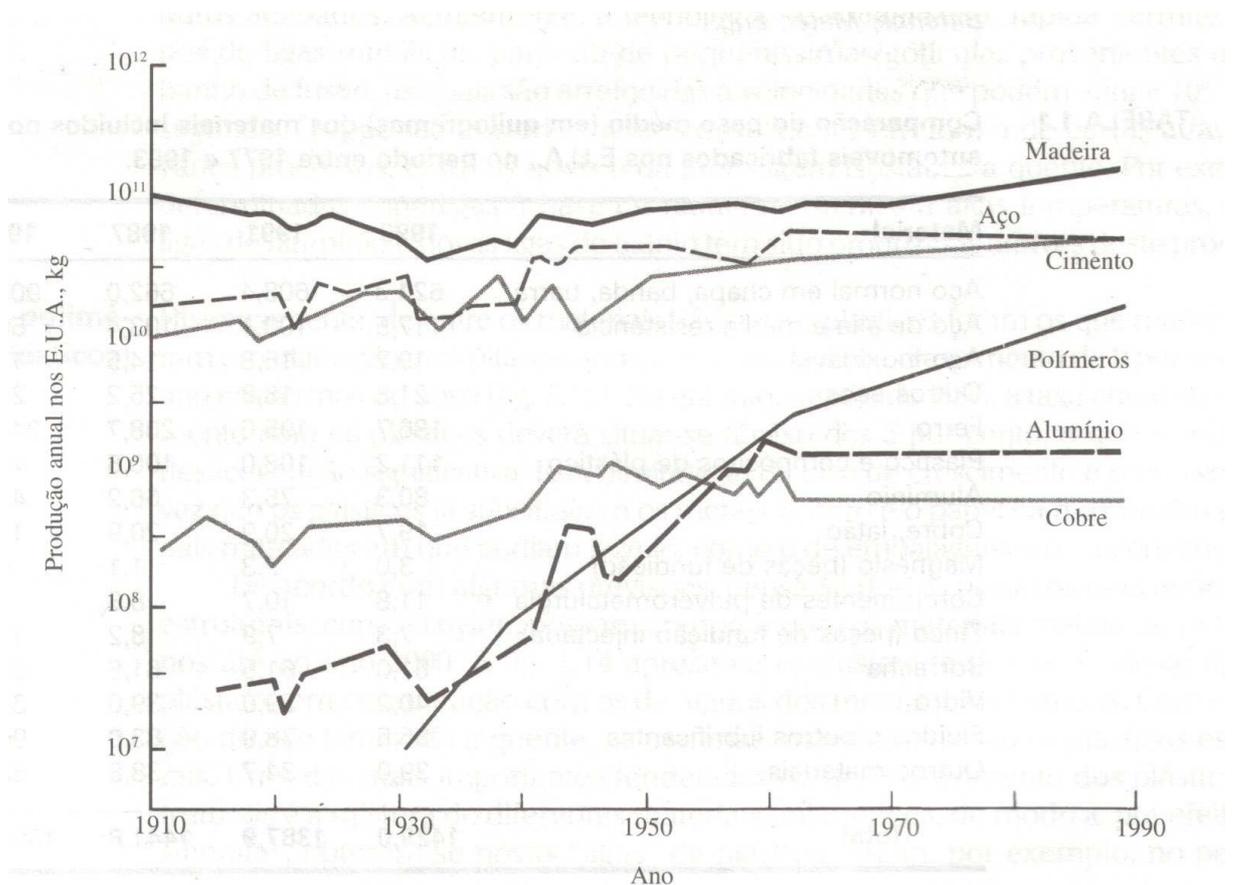


Figura 4 - Comparação entre os seis materiais mais produzidos nos Estados Unidos, em termos de peso (quilogramas).

Fonte: SMITH, 1998, p.11

A posição do Brasil no mundo em relação aos produtos florestais pode ser verificada na Tabela 2. Durante o Fórum Nacional das Atividades de Base Florestal, verificou-se também que existe o fator de redução da disponibilidade de toras:

[...] em virtude de levantamentos realizados pelos setores públicos e privados, os volumes atuais oriundos de reflorestamentos (pinus e eucalyptus), não conseguirão atender às futuras demandas do mercado. Baseado nisso e no fato de que existe atualmente um excesso de controle e burocracia para a utilização de madeira tropical, existe a possibilidade de ocorrência do chamado “apagão florestal”. Nesse caso, ocorrerá a falta de matéria-prima, o que deve forçar os empresários a importarem madeira para manter os níveis de produção, com isso, onerando seus custos. (PRODUTIVIDADE..., 2003).

Tabela 2 - Produtos florestais: produção, consumo, exportação e posição no mercado externo – 2000

Produto	Unidade	Produção (milhões)	Consumo (milhões)	Exportação (milhões)	Participação Mundial (%)
Celulose	ton	7,6	4,4	3,2	4,2
Papel		7,2	5,9	1,3	2,2
Carvão vegetal	mdc	26	25,4	0,0015	-
Serrados	m ³	19,6	18,3	1,8	4,3
Lâminas e compensados	m ³	1,95	1,0	1,0	2,9
Painéis reconstituídos (1)	m ³	2,7	2,5	0,214	3,0
Móveis		-	US\$ 7,3	US\$ 504	-

Fontes: SBS, BRACELPA, ABRACAVE, ABIPA, ABIMCI, 2001apud PEREIRA, 2003, p.15.

(1) Incluem aglomerados, chapas de fibra e MDF.

Segundo Marx ([1984]) sem produção não há consumo, mas, sem consumo, tampouco há produção. Se considerarmos os EUA como país parâmetro de consumo de recursos naturais no mundo, pode-se afirmar que a madeira é o material mais consumido pelo homem até os dias de hoje. Com o ingresso da China e da Índia no mercado capitalista mundial, a tendência é de que o ritmo de produção de madeira não supra as necessidades de todo o mundo e que seu preço comece a subir, o que tornará necessária sua substituição, em parte, por outro tipo de material renovável, com custo equivalente ou menor, e com propriedades compatíveis: o bambu, por exemplo.

Os materiais competem uns com os outros, na conquista dos mercados atuais e futuros. No decurso de determinado período de tempo, podem surgir vários fatores que levam a que, para determinadas aplicações um material seja substituído por outro. O preço é certamente um desses fatores. Se ocorrer um desenvolvimento no modo de processamento de um certo tipo de material que tenha como consequência uma diminuição significativa do seu custo, é provável que este material possa substituir outro em algumas aplicações [...] embora o custo seja um fator importante a ter em conta num projeto de engenharia, é sempre necessário que os materiais a utilizar satisfaçam as especificações de comportamento em serviço. No entanto, no futuro a substituição de uns materiais por outros é inevitável à medida que novos materiais são descobertos e que novos processos se desenvolvem. (SMITH, 1998, p.11,13).

A madeira, em função da sua importância e similaridade com o bambu, servirá de material referencial para a análise deste, quando serão abordados, de forma sucinta, alguns aspectos dos dois materiais que possibilitem a discussão comparativa entre eles.

O bambu já é usado como substituto da madeira em produtos manufaturados como compensados, contraplacados e pisos. Inclusive, como já dito, na maioria dos testes para verificação da sua resistência são utilizadas as normas para a madeira. O conhecimento das características físicas e mecânicas do bambu permite verificar quais delas têm mais influência nas características e qualidade do produto em que será empregado como substituto da madeira.

Para que o potencial ambiental e econômico do bambu venha a ser explorado e se torne uma realidade por todo o território nacional, foi realizado em 2006, em Brasília, um Seminário que reuniu profissionais, técnicos, pesquisadores e lideranças administrativas do país, atuantes no trabalho com o bambu. Nesse evento, realizado pela Universidade de Brasília (UnB) e patrocinado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), discutiu-se a estruturação da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento para fomentar a Cadeia Produtiva do Bambu no Brasil - REDEBAMBU. Grupos de trabalho analisaram fatores, todos correlacionados, que dificultam a implantação dessa cadeia produtiva no Brasil, conforme o Quadro 2, a seguir.

Fatores	Descrição
1. NORMALIZAÇÃO E LEGISLAÇÃO	Inexistência de normalização técnica Falta de conhecimento e cumprimento da legislação ambiental Inexistência de legislação vigente que incentive o uso dos bambus para a recuperação ambiental
2. MEIO AMBIENTE	Manejo e plantio inadequados
3. FOMENTO	Poucos incentivos governamentais e privados para investimentos na produção e uso dos bambus Inexistência de políticas públicas voltadas ao setor Dificuldade de acesso e burocracia excessiva para obtenção de financiamento e crédito
4. QUALIFICAÇÃO E TECNOLOGIA	Inexistência de programas e ações de qualificação e assistência técnica para o plantio e manejo dos bambus Pouca divulgação das tecnologias de tratamento e uso dos bambus Inexistência de equipamentos e ferramentas nacionais para a utilização do bambu
5. EDUCAÇÃO E INFORMAÇÃO	Pouco conhecimento, informações e práticas difundidas em relação à cultura dos bambus Pouca difusão dos bambus nos vários setores: crédito de carbono, alimentício, farmacêutico, energia, engenharia, celulose, solução para erosão, filtragem da água, etc. Pouca divulgação da potencialidade dos bambus nas escolas e universidades Desconhecimento da produção como fonte geradora de renda
6. PRODUÇÃO E BENEFICIAMENTO	Indisponibilidade de matéria-prima Cadeias produtivas, locais e regionais, não estruturadas Tratamento feito, na maioria dos casos, com produtos agressivos ao meio ambiente e aos indivíduos
7. PESQUISAS	Inexistência de identificação e mapeamento das espécies de bambu por região Inexistência de mapeamento dos pontos de produção, das demandas dos produtos e das áreas potenciais para plantio
8. COMERCIALIZAÇÃO	Nicho de mercado, existente para os produtos de bambu, não explorado

Quadro 2 - Dificuldades para implantação da cadeia produtiva do bambu no Brasil.

Fonte: SEMINÁRIO NACIONAL DE ESTRUTURA DA REDE DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO BAMBU, 2006, Brasília.*

* Durante o Seminário, grupos de trabalho levantaram as dificuldades para a implantação da cadeia produtiva do bambu no Brasil e produziram um documento avulso, distribuído entre os participantes.

Com base no Seminário de 2006, em medidas implementadas até 2008 e debatidas em grupo de discussão na internet **, esses fatores serão comentados a seguir:

a) Ainda inexitem normas brasileiras para o bambu. Utilizam-se, em substituição, as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para caracterizações mecânicas da madeira, as quais, muitas vezes, não podem ser diretamente aplicadas ao bambu. Quanto à legislação, a Lei nº 11.284 de 2 de março de 2006, de Gestão de Florestas Públicas, abre precedentes para a inserção do bambu, e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) permite o manejo de bambu nas Unidades de Uso Sustentável; porém, não existe projeto que regulamente quais as espécies de bambu (nativas ou exóticas) que podem ser incluídas para esses fins.

Em relação ao incentivo, existe a Lei nº 15951 de 28 de dezembro de 2005, que regulamenta a política estadual de incentivo à cultura do bambu no estado de Minas Gerais, e o Projeto de Lei 1180 de 2007 que prevê uma Política Nacional de Incentivo à Cultura do Bambu (PNICB), em trâmite no Congresso Nacional. Segundo avaliação de especialistas, todas essas leis necessitam de complementação, de propostas concretas e de regras técnicas de gestão para o incentivo do bambu no Brasil.

b) No Brasil, o manejo e o plantio de bambu para fins econômicos constituem casos isolados de pequenos comerciantes e de empresas privadas voltados para a produção de fibras e celulose. O restante do plantio, em geral, destina-se à ornamentação e contenção de encostas. Todavia, nesse caso, não existe manejo das touceiras (moitas) de bambu, o que poderia ser feito pela colheita dos colmos (varas) de bambus maduros para comercialização.

c) Recentemente, em 20 de junho de 2008, o Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais (CPAB) divulgou o apoio do MCT à implantação da REDEBAMBU. Os recursos ora disponibilizados por chamada pública (edital) serão gerenciados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e, preferencialmente, destinados ao desenvolvimento

**Grupo de discussão onde se encontram informações sobre o bambu: produtos e serviços a ele relacionados, espécies e taxonomia. Disponível em: <<http://www.bambubrasileiro.com/>>

tecnológico do bambu. d) A capacitação técnica relativa à cadeia produtiva do bambu é hoje realizada por organizações não-governamentais, universidades e iniciativas privadas pontuais. Quanto à questão dos equipamentos, existem três possibilidades: importação com alto custo de aquisição e manutenção; adaptação do maquinário existente para a madeira, com manutenção constante devido ao desgaste mais rápido (a sílica na casca do bambu pode cegar as lâminas, as quais precisam ser afiadas); e aquisição de equipamentos nacionais específicos para o bambu, desenvolvidos recentemente em Petrópolis, Rio de Janeiro, mas ainda em pequena escala de produção.

e) É difícil imaginar a ampliação e a sustentabilidade da produção de artefatos de bambu pelas fábricas e mesmo por iniciativas particulares sem a regularização ou normalização de espécies próprias, plantio, fornecedores, mão-de-obra qualificada e pesquisas que garantam o resultado dos empreendimentos. O poder público poderia transformar esse cenário em realidade mediante incentivos às pesquisas tecno-científicas, parcerias internacionais, políticas locais de ação conforme a característica de cada região do país e criação de mecanismos de implantação dessas políticas. Qualquer iniciativa deve ser planejada e amparada pela legislação vigente, por políticas públicas e por planos de negócios para viabilizar a implantação da cadeia produtiva do bambu.

f) O fato de não existir no Brasil fornecimento regular de espécies comerciais de bambu manejado e tratado, ou melhor, de matéria-prima de boa qualidade, representa um inibidor para a implantação de sua cadeia produtiva. A falta de quantidade suficiente dessa matéria-prima não estimula o desenvolvimento e produção de artefatos diferenciados de bambu em pequeno e médio prazo. Manhães (2008) ilustra essa realidade brasileira, na qual os plantios são de pequena escala, não estruturados e feitos por pequenos produtores. Existem poucos produtores regulares e profissionais que comercializem colmos de bambu e que tenham suas plantações tecnicamente manejadas. O tratamento específico do bambu depende de investigação e experimentação em cada local ou região para definição do melhor método entre os vários existentes, dos tradicionais aos químicos.

g) Existe mapeamento da incidência das espécies nativas de bambu, distribuídas por estados de forma qualitativa, no livro *American Bamboos* (JUDZIEWICZ, 1999). O quantitativo dos bambus por região no Brasil é praticamente inexistente, e os pontos de venda estão restritos, basicamente, a pequenos comerciantes. Isto demonstra a falta de cruzamento de informações disponíveis com dados que precisam ser pesquisados como, por exemplo, existência de manejo, as próprias limitações da matéria-prima para futuras utilizações, e adequação da produção considerando a mão-de-obra local para os produtos de bambu.

h) Os produtos de bambu no Brasil são disponibilizados, principalmente, na forma artesanal por ser essa, até o momento, a tecnologia mais difundida. O bambu roliço, utilizado em móveis importados ou de produção nacional, divide o mercado, atualmente, com produtos concorrentes feitos de outros materiais de maior durabilidade que se inspiram na estética do bambu. Já os produtos manufaturados ou industrializados de bambu ainda não possuem muita penetração no mercado. Os produtos laminados estão restritos à investigação dentro das universidades e a experimentos isolados de caráter artesanal, limitados à importação de pisos laminados colados e utensílios domésticos.

Em função da correlação entre esses fatores, elegeram-se alguns dentre eles para análise mais aprofundada: indisponibilidade de matéria-prima, pouco conhecimento em relação à cultura dos bambus, inexistência de equipamentos e de ferramentas nacionais para a utilização do bambu, os quais são descritos a seguir.

2.1.1 Indisponibilidade de Matéria-Prima

As espécies mais utilizadas e encontradas comercialmente no Brasil são todas exóticas e de origem asiática: *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus giganteus*, *Phyllostachys áurea* e *Phyllostachys pubescens*. O gênero *Guadua* é endêmico das Américas e possui grande potencial econômico e industrial. Segundo Pereira e Beraldo (2007), essas espécies, com exceção da *P. áurea*, estão entre as dezenove espécies de bambu recomendadas como prioritárias pela Rede Internacional para o Bambu e o Ratim (INBAR), que se baseia em critérios relativos quanto à utilização,

cultivo, processamento e produtos, recursos genéticos e características edafoclimáticas.

No Quadro 3 são demonstrados resumidamente algumas características e o potencial de oito espécies existentes no Brasil, onde as espécies citadas anteriormente estão destacadas em negrito. Ao analisá-lo, supõe-se que:

- o valor comercial e industrial rural do *B. vulgaris* é “menor” em relação às outras espécies;
- o manejo das espécies, com exceção do *Guadua angustifolia*, é de conhecimento popular na Ásia, mas não no Brasil onde raramente se faz o manejo do bambu;
- o *B. vulgaris* possui alto quesito regenerador ambiental e que, em termos de propagação, devido à sua capacidade de adaptação nos mais variados tipos de clima e solos, é praticamente insuperável em relação às outras espécies;
- seu levantamento, em relação a todos os quesitos de recursos genéticos, é considerado baixo.

Espécie	Valor(1)			Manejo (2)	Clima e Ecologia (3)		Recursos Genéticos (4)				
	C	RI	E		CI	SI	D	S	IV	T	F
<i>Bambusa textilis</i>	+	++	+	D	st	r, m	M	L	H	H	L
<i>B. tulda</i>	+	++	+	D	h, d	r, m	H	M	H	H	H
<i>B. vulgaris</i>	-	-	++	D	h, d, s	r, m, p	L	L	L	L	L
<i>Dendrocalamus asper</i>	++	+	++	D	h, d	r	H	H	M	H	H
<i>D. giganteus</i>	+	+	+	D	h	r	H	H	M	H	H
<i>D. strictus</i>	++	+	++	D	d, s	m, p	M	L	L	H	M
<i>Guadua angustifolia</i>	++	++	++	W	h	r, m	H	H	H	H	H
<i>Phyllostachys pubescens</i>	++	++	++	D	t	r, m	M	M	L	L	L

Quadro 3 - Espécies prioritárias de bambu existentes no Brasil, de acordo com o INBAR.

Fonte: Adaptado de PEREIRA; PEREIRA NETO, 1996 apud PEREIRA; BERALDO, 2007, p.45.

- (1) - C = potencial para comercialização : ++ (alto); + (médio); - (baixo)
 - RI = indústria rural : ++ (alto); + (médio); - (baixo)
 - E = regenerador ambiental : ++ (alto); + (médio); - (baixo).
- (2) -D = domesticado; W = selvagem.
- (3) -CI = Clima: h (trópicos úmidos); d (trópicos secos); st (subtropical); s (semi=árido); t (temperado)
 -SI = Solos: r (rico); m (médio); p (pobre).
- (4) - D = desgaste genético
 - S = necessidade de pesquisa sobre armazenamento de sementes
 - IV = necessidade de pesquisa sobre reprodução *in vitro*
 - T = necessidade de maiores transferências
 - F = necessidade de levantamentos futuros : H (alto); M (médio); L (baixo).

2.1.2 Pouco Conhecimento em Relação à Cultura dos Bambus

Segundo Pimentel ([1997?]), existe um desconhecimento, por parte da maioria da população, sobre a necessidade de tratamento do bambu para aumentar o seu tempo de vida útil. Em razão disso, quando não tratado devidamente, o bambu tem sua durabilidade abreviada, o que contribuiu para consolidar uma imagem de material de segunda categoria e, conseqüentemente, frágil. O *B. vulgaris*, por exemplo, de acordo com Castro e Silva ([2004?]), é uma das espécies que possui a maior quantidade de teor de amido nas células parenquimáticas, o que o torna bastante susceptível ao ataque do caruncho do bambu, o *Dinoderus minutus*. Por outro lado, esse teor de amido pode caracterizá-lo como uma matéria-prima potencial para a produção de álcool. Esse preconceito também aumenta devido à sua grande disponibilidade no meio rural, o que o torna material “vulgar”, de baixo valor agregado e mal utilizado pela população de baixa renda. Tal como a madeira, o bambu necessita de tratamento de forma que a seiva interna não venha a atrair insetos e fungos, haja vista a grande concentração de açúcares e amido na sua formação. O bambu, quando não tratado com produtos e processos preservadores, é um material muito perecível por agentes biológicos xilófagos.

Outro ponto que merece destaque é que os estudos existentes sobre o bambu, feitos nas universidades e centros de pesquisa, estão orientados para identificar suas qualidades físicas e mecânicas, durabilidade e produtos. Entretanto, além de esses estudos ainda serem poucos, falta-lhes abordar os aspectos pertinentes à colocação de produtos à base de bambu no mercado consumidor brasileiro.

2.1.3 Inexistência de Equipamentos e Ferramentas Nacionais para a Utilização do Bambu

Como não existe ainda uma cultura do bambu no Brasil, é difícil a obtenção de equipamentos específicos para seu manuseio. A qualidade dos produtos atingida nos países asiáticos precisa ser alcançada aqui, pois o bambu roliço ou laminado, quando processado devidamente, constitui uma excelente alternativa à madeira. “No

Brasil ainda não existem fábricas de móveis de BLC e as pesquisas para o desenvolvimento desta tecnologia são tímidas.” (CASTRO e SILVA, [2004?], p.20).

Todos esses fatores reafirmam a necessidade de pesquisas locais que transformem o potencial do bambu em produtos para gerar novos negócios em benefício da sociedade brasileira. É necessária a complementação dos dados conhecidos de pesquisas sobre o BLC, principalmente com o *B. vulgaris*, e a análise de outros fatores em relação ao processo produtivo como maquinário, tratamento, secagem, colagem e reaproveitamento dos resíduos.

2.2 A MADEIRA: CARACTERÍSTICAS, APLICAÇÕES E USOS

2.2.1 Características Gerais

Para a Associação Nacional dos Produtores de Piso de Madeira (INFORMAÇÕES..., [2007?]), “seria impossível a evolução e o desenvolvimento da humanidade sem a participação da madeira”. A madeira é proveniente de árvores gimnospermas (coníferas) que se desenvolvem principalmente em regiões de clima frio e temperado, e das angiospermas (folhosas) que se desenvolvem predominantemente em clima tropical. Trata-se de um recurso natural renovável, cujas árvores podem ser cultivadas como qualquer outra cultura e, no caso das florestas nativas, podem ser manejadas para que alcancem uma constante renovação.

A madeira é um componente da árvore, formada pelo tecido xilemático, característico dos vegetais superiores e localizado geralmente no tronco e galhos das árvores, com células especializadas na sustentação e condução de seiva. Incluem-se nessa categoria vários tipos de plantas: arbustos, cipós e árvores. O crescimento das árvores ocorre em dois sentidos: altura, denominado crescimento primário ou apical, e diâmetro, denominado crescimento secundário. Do ponto de vista comercial, a madeira somente é encontrada em árvores com altura superior a 6 metros. Mesmo assim, é preciso que a espécie possua o volume necessário para justificar sua exploração. A madeira também possui uma função ecológica importante, uma vez que integra efetivamente a composição de florestas e influencia

o ambiente de diversas maneiras: manutenção do clima, abrigo para a fauna, proteção de nascentes, ambiente para recreação, produção de sementes e alimentos.

Segundo Pereira (2003), a matéria-prima para suprir a cadeia produtiva da madeira é originária de florestas plantadas e nativas de acordo com o segmento da indústria florestal. A produção de madeira roliça (toras) é o ponto inicial para a obtenção dos produtos e para o beneficiamento da madeira e está dividida em dois grandes grupos: indústria de base florestal e produção de madeira para fins energéticos. Integram o setor industrial de base florestal os produtos destinados a serrados, chapas e polpas, dos quais derivam atividades de vital importância para a economia brasileira, como celulose e papel, móveis e componentes, etc.

Em relação aos serrados e chapas, a madeira é um material ideal para fabricação dos elementos construtivos, tanto *in loco* quanto em fábrica (RIVERO, 2003). É relativamente leve, seu corte, ligação e acabamento são fáceis, o transporte dos componentes é simplificado e, uma vez no local da obra, não há material equivalente.

2.2.2 Características Químicas, Físicas e Mecânicas

A madeira, no que se refere às características químicas (FIGURA 5), “é formada, fundamentalmente, por um arranjo complexo de células, reforçadas por uma substância polimérica denominada lignina e por outros compostos orgânicos.” (SMITH, 1998, p.803).

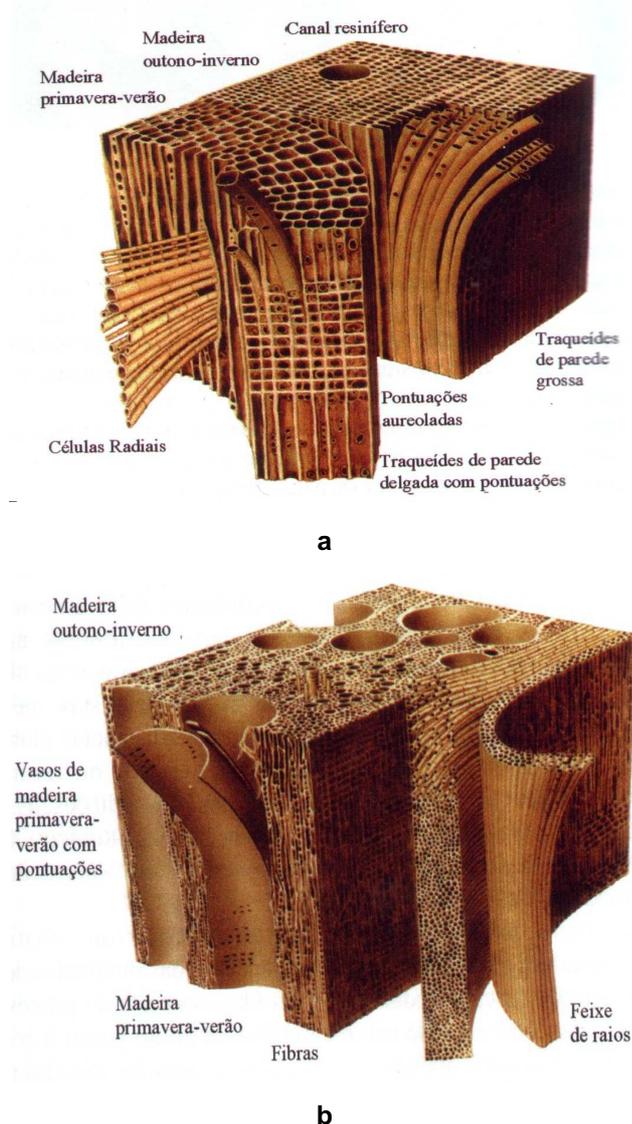


Figura 5 - Detalhe dos conjuntos vasculares da madeira.

Fonte: CALIL JR; LAHR; BRAZOLIN, 2007, p.1152-1153.

Nota: a) Coníferas - clima temperado; b) Folhosas - clima tropical.

Quanto às características físicas e mecânicas da madeira, estas influenciam diretamente na qualidade desejada do produto final. Segundo César (2002), o conhecimento sobre a composição química e as características físicas dos materiais possibilita uma maior compreensão do seu comportamento mecânico. Esse conhecimento contribui para o desenvolvimento de novos produtos relacionados a esses materiais, como também o seu emprego na forma natural, respeitando seus aspectos positivos e limitantes. No Quadro 4 destacam-se algumas dessas características, importantes para produtos laminados.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
UMIDADE	A água pode estar presente na madeira preenchendo os espaços vazios dentro das células ou entre elas (água livre ou água de capilaridade), pode estar aderida à parede das células (água de adesão) ou pode estar compondo a estrutura química do próprio tecido (água de constituição). Relaciona-se ao teor de água a umidade que a madeira apresenta, a qual irá influenciar diretamente nas propriedades de resistência, poder calorífico, capacidade de receber adesivos e secagem, entre outras. O ponto de equilíbrio da umidade e temperatura do meio ambiente, segundo a NBR 7190, é de 12% para a realidade brasileira.
VARIAÇÕES DIMENSIONAIS	Retratibilidade é o fenômeno de variação nas dimensões e no volume, em função da perda ou ganho de umidade que provoca contração e inchamento em uma peça de madeira. Está relacionada às condições climáticas locais. A secagem, quando ocorre de forma acelerada, dependendo da espécie, pode gerar defeitos, inviabilizando o uso da peça de madeira tanto para a construção civil quanto para a indústria moveleira. Observa-se a contração ou inchamento conforme as três direções principais da madeira (valores médios, a depender da espécie): <ul style="list-style-type: none"> • Direção tangencial - variação das dimensões da madeira no sentido perpendicular aos raios (em torno de 9%); • Direção radial - variação das dimensões da madeira no sentido dos raios (em torno de 6%); • Direção axial - variação das dimensões da madeira no sentido longitudinal das fibras (em torno de 1%); • Variação volumétrica – somatória das três direções principais da madeira, tendo como parâmetro o volume total.
COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS	Permite-se a caracterização simplificada das resistências da madeira de espécies usuais a partir dos ensaios de compressão paralela às fibras que variam de 31,5 a 79,5 Mpa.
MÓDULO DE ELASTICIDADE	Situa-se em torno de 8.400 à 23.600 Mpa, o que permite sua utilização nos mais variados produtos, a depender da espécie.
DENSIDADE DE MASSA	Pode variar entre gêneros, espécies do mesmo gênero, árvores da mesma espécie e, até mesmo, entre diferentes partes da mesma árvore. As madeiras brasileiras de uso comercial apresentam variação entre 200 a 1.200 kg/m ³ . Exs.: Pau de Balsa (madeira brasileira mais leve), com peso específico de 130 kg/m ³ , e o Pau-Roxo, com 1.130 kg/m ³ .
DUREZA SUPERFICIAL	É a propriedade de resistir à penetração localizada, ao desgaste e abrasão, pelo método Janka em kgf. - Baixa (abaixo de 364), Média (de 364 até 802), Alta (acima de 802).
CONDUTIBILIDADE TÉRMICA	Devido à organização estrutural do tecido, a madeira impede a transmissão de ondas de calor ou frio. Assim, a madeira torna-se um bom isolante térmico de calor ou frio.

Quadro 4 - Características físicas e mecânicas da madeira.

Fonte: Adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997; ORÉFICE, [1998]; MADEIRA..., [2007?].

2.2.3 Aplicações e Usos

A madeira é um material consumido e usado tanto no formato natural quanto na forma processada e industrializada. São muitas as possibilidades de aplicabilidade desse material (FIGURA 6): como carvão para indústrias que necessitam de fonte de calor; na indústria de celulose e papel; nos veículos de transporte (automóveis, caminhões, aviões, barcos, etc); em postes e cercas; na indústria moveleira (móveis, utensílios e enfeites) ; e na construção civil (estruturas, pisos, portas, janelas, formas, painéis, etc).

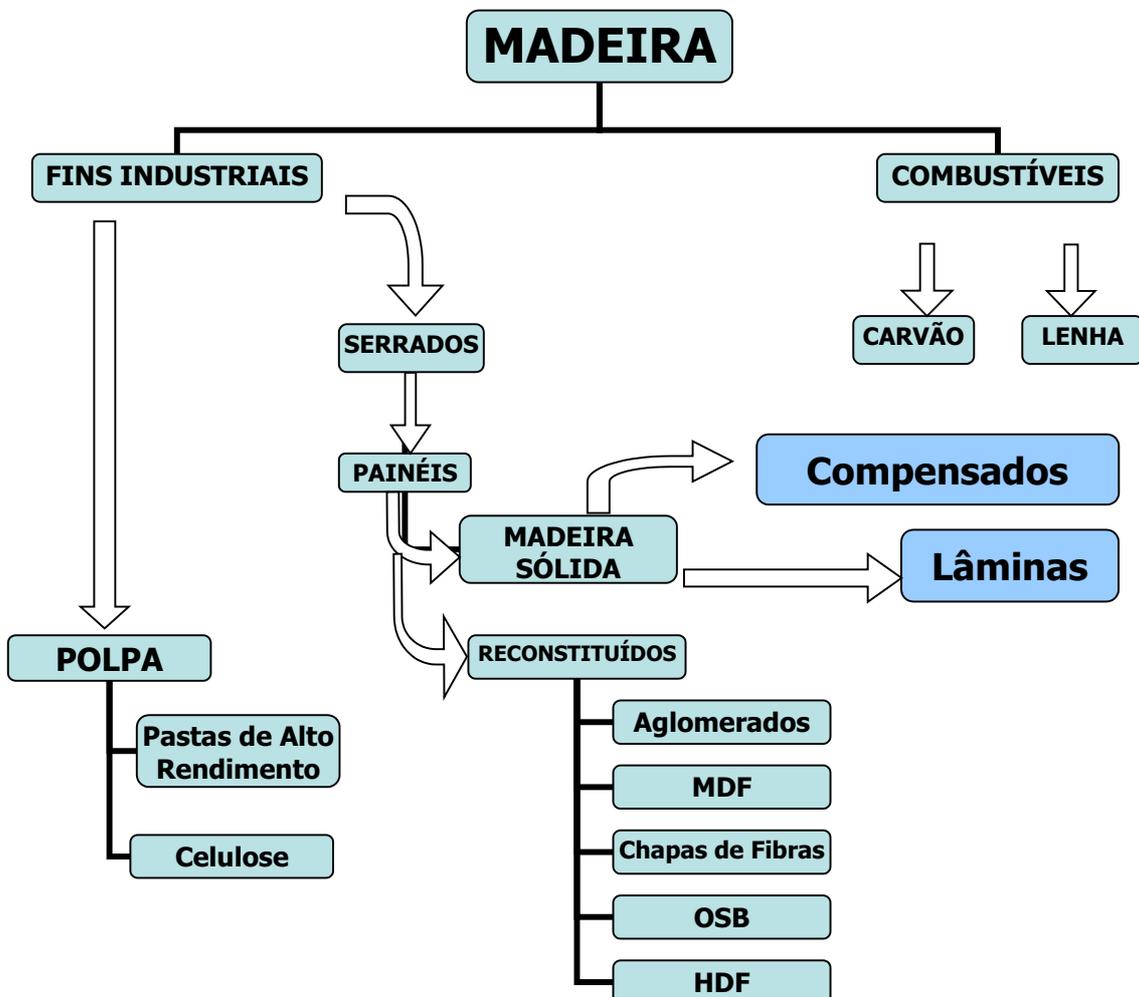


Figura 6 - Cadeia produtiva da madeira.

Fonte: Adaptado de PEREIRA, 2003, p.12.

2.2.4 O Contexto da Madeira no Brasil

Embora o Brasil possua uma grande área de florestas plantadas (FIGURA 7), onde o reflorestamento ocupa uma parcela significativa de alguns estados brasileiros, segundo dados do Ministério do Meio Ambiente existe um déficit de 200 mil hectares anuais de florestas plantadas para consumo.



Figura 7 - Distribuição geográfica das florestas plantadas (por mil hectares).

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, 2007.

Segundo Maineri e Chimelo (1989), as principais coberturas florestais do Brasil situam-se na região Centro-Sul do país, onde a principal fonte de madeira roliça é proveniente de reflorestamentos, com as diversas espécies de eucalipto. No estado da Bahia houve um aumento considerável das florestas plantadas, conforme a Figura 7. Na Amazônia, principal floresta nativa, as madeiras nativas são

empregadas na região de forma roliça, onde se destaca a acariquara (*Minquartia guianensis*), pela sua resistência mecânica e alta durabilidade natural.

2.3 - O BAMBU: CARACTERÍSTICAS, APLICAÇÕES E USOS

2.3.1 Características Gerais

O bambu tem participado da história do ser humano desde o seu princípio. É uma planta ancestral de crescente importância para a humanidade. Encontrado em nosso planeta há milhões de anos, fornece alimento, abrigo, utensílios domésticos, ferramentas agrícolas, papel, tecido, cordas, jangadas e uma infinidade de outros objetos do cotidiano. O bambu serviu de fonte de inspiração para a religião e filosofia chinesas, o Taoísmo, agora também associado à ideia de sustentabilidade ambiental. Sua importância no Oriente pode ser ressaltada devido à sua popularidade em alguns países: "a madeira dos pobres" na Índia, "o amigo das pessoas" na China, e "o irmão" no Vietnã, sendo também denominada "a planta dos mil usos", com 1.048 aplicações relacionadas, somente no Japão, em 1903 por Hans Sporry (apud NUNES, 2005).

Conforme Farrelly (1996), arqueólogos teorizam a existência de uma "Idade do Bambu" na Ásia tropical e subtropical pela possível influência deste material no estágio cultural e de desenvolvimento de suas civilizações, comparável com a "Idade da Pedra" ou "Idade do Bronze". O bambu é comparado ao cavalo, ao gado, ao trigo e ao algodão como indiretamente responsável pela própria evolução humana por ser um material com grande resistência à tração paralela às fibras, capacidade de se dividir de forma retilínea, dureza, peculiar seção transversal e facilidade de cultivo, uma combinação de características simultâneas não encontradas em nenhuma outra planta conhecida. Os mais antigos artefatos de bambu encontrados e ainda utilizáveis são flautas petrificadas de nove mil anos, em Henan, na China.

Na Botânica o bambu está classificado como *Bambusae*, uma tribo da família das *Graminae* e, pelas suas características, segundo Pereira (2001), é considerado como uma planta lenhosa ou herbácea, a depender da espécie, e monocotiledônea, pertencente às angiospermas. A sua parte aérea é denominada colmo, por ser

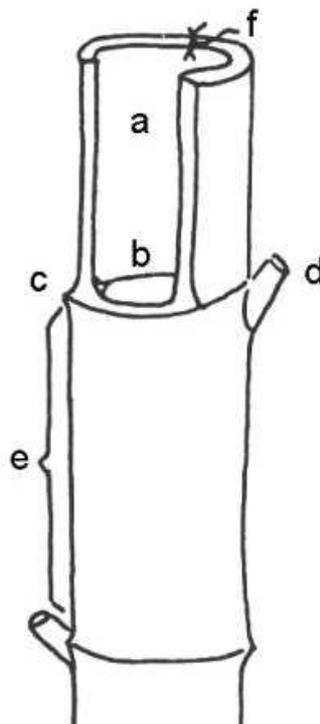
normalmente oca; as partes subterrâneas são constituídas de rizoma e raízes. Sobre sua forma, podemos dizer que o colmo do bambu tem forma tubular cônica segmentada, pois é normalmente oco, com nós, e que diminui seu diâmetro da base até o topo, assim como a parede do colmo é mais grossa na base e diminui em direção ao topo (FIGURA 8). Esses espaços dentro do colmo são denominados cavidades, as quais são separadas umas das outras por diafragmas, que aparecem externamente como nós, de onde saem ramos e folhas. A porção do colmo entre os dois nós é chamada de internó e a espessura do colmo é denominada parede, como mostra a Figura 9.



Figura 8 - Forma cônica do colmo de bambu.

Fonte: VASCONCELLOS, 2004, p.12.

Nota: **D** = maior diâmetro na base; **d** = menor diâmetro no topo.



- a - Cavidade
- b - Diafragma
- c - Nó
- d - Ramo
- e - Internó
- f - Parede

Figura 9 - Colmo de bambu.

Fonte: JANSSEN, 1988 apud MOIZÉS, 2007.

Castro e Silva ([2004?]) observa que o bambu, embora seja uma gramínea, possui características agrônômicas e tecnológicas que o tornam uma matéria-prima alternativa à madeira, capaz de fazer frente às demandas emergentes de diversos setores da indústria de base florestal. No mundo, particularmente na Ásia, existe produção em grande escala de parquetes, painéis, móveis, papel e tecidos provenientes do bambu. Na Índia, China e Colômbia esta planta está incluída em vários programas governamentais de fomento e pesquisas relacionados ao seu cultivo e aproveitamento industrial.

Hidalgo-López (2003) indica a distribuição natural dos bambus (FIGURA 10) entre as latitudes 45° 30' Norte e 47° Sul, abrangendo desde os trópicos (principalmente os gêneros *Bambusa* e *Dendrocalamus*), que são lenhosos, até as regiões temperadas (gênero *Phyllostachys*), os herbáceos. Sua distribuição abrange desde o nível do mar até grandes altitudes (3000m na Índia, por exemplo). Entretanto, a maioria das espécies de bambu é mais encontrada nas áreas quentes e com chuvas abundantes da Ásia tropical e subtropical, da América do Sul e da África.

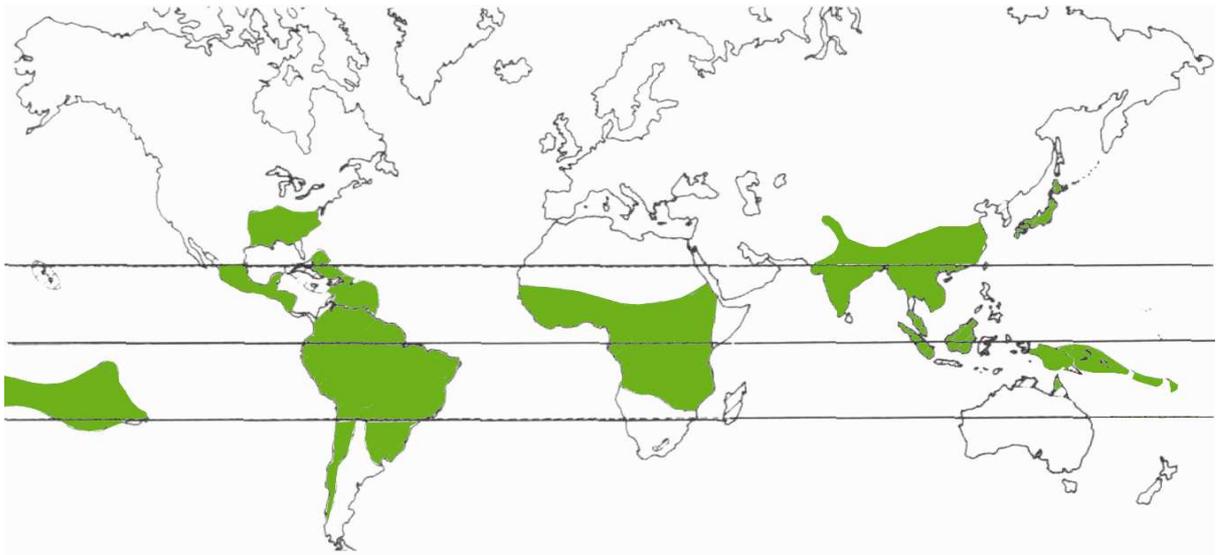


Figura 10 - Distribuição territorial do bambu no mundo.
Fonte: HIDALGO-LÓPEZ, 2003, p.553.

Para Pereira (2001), muito embora o bambu seja utilizado e estudado há séculos nos países orientais, só agora tem havido uma intensificação do seu uso em diversas áreas industriais. Aí se destacam as indústrias de alimento, papel,

engenharia, química, e de produtos à base de bambu processado (madeira de bambu) e Bambu Laminado Colado (BLC), esteiras, compósitos, Chapas de Fibra Orientada (OSB), componente para construção e habitação, indústria moveleira e produtos como carvão, carvão ativado, palitos, chapas, painéis.

Entre as inúmeras justificativas do uso do bambu, destaca-se o fato de ser ele um excelente sequestrador de carbono pela sua produtividade anual e perene. Segundo Farrelly (1996), o bambu, planta predominantemente tropical, é o recurso natural que se renova em menor intervalo de tempo, não havendo nenhuma outra espécie florestal no planeta que possa competir com ele. Em velocidade de crescimento e aproveitamento por área, o bambu necessita em média de 3 a 6 meses para que um broto atinja sua altura máxima, de até 30 m, para as espécies denominadas gigantes.

O que diferencia o bambu, de imediato, de outros materiais vegetais estruturais é sua alta produtividade. Dois anos e meio após ter brotado do solo, o bambu apresenta resistência mecânica estrutural, não encontrando, portanto, neste aspecto, nenhum concorrente no reino vegetal. Somam-se às características favoráveis do bambu uma forma tubular acabada, estruturalmente estável, uma baixa densidade, uma geometria particular oca, otimizada em termos da razão resistência mecânica/massa específica do material (GHAVAMI, 1989; MOREIRA;GHAVAMI, 1995 apud PEREIRA; BERALDO, 2007, p.123).

O bambu protege o solo da erosão, sequestra carbono rapidamente e pode ser utilizado em reflorestamento juntamente com outras madeiras; é capaz de fornecer alimento e matéria-prima de boa qualidade, e pode contribuir para evitar o corte cada vez mais acentuado das árvores e das florestas tropicais. Não existe uma concordância sobre a produtividade alcançada pelo bambu, pois esta é bastante variável, dependendo da espécie, solo, clima e tratos culturais, apresentando valores anuais da ordem de 10t/ha a 30t/há, segundo a literatura sobre o tema.

Sua reprodução se dá através de propagação vegetativa ou assexuada, utilizando o transplante total ou parcial, por pedaços de rizoma, colmos e ramos laterais. O plantio, de modo geral, é o mesmo para vasos e jardins ou muros. As touceiras são plantadas na terra, em covas do mesmo tamanho. Sua propagação é feita através de mudas (rizomas ou divisão de touceiras) e de brotos que se desenvolvem na base da touceira. Para Melo ([1996?]), o uso de sementes não é aconselhável, pois a germinação é fraca, mas hoje se sabe que o problema não é da

germinação, que é boa, mas do bambu que, desse modo, floresce pouco. A melhor época para sua reprodução é a do período das chuvas, entre outubro e janeiro.

Ainda de acordo com Melo ([1996?]), quase todos os bambus pedem o mesmo tratamento no cultivo. O bambu se desenvolve bem na maioria dos tipos de solo, entretanto, os solos férteis, soltos e bem drenados, com PH entre 5,0 e 6,5, são os mais adequados. A maioria se adapta melhor em terrenos arenosos, úmidos (mas não encharcados) e ricos em matéria orgânica. Mesmo que não haja lama no local, podem ser cultivados em pleno sol ou em locais semisombreados; devem ser regados diariamente nos primeiros dias, depois em dias alternados, e semanalmente, durante as chuvas. Quanto à necessidade de chuvas, de maneira geral, o bambu se desenvolve adequadamente com precipitações iguais ou superiores a 1.200 mm anuais. A Figura 11 mostra o crescimento do bambu.

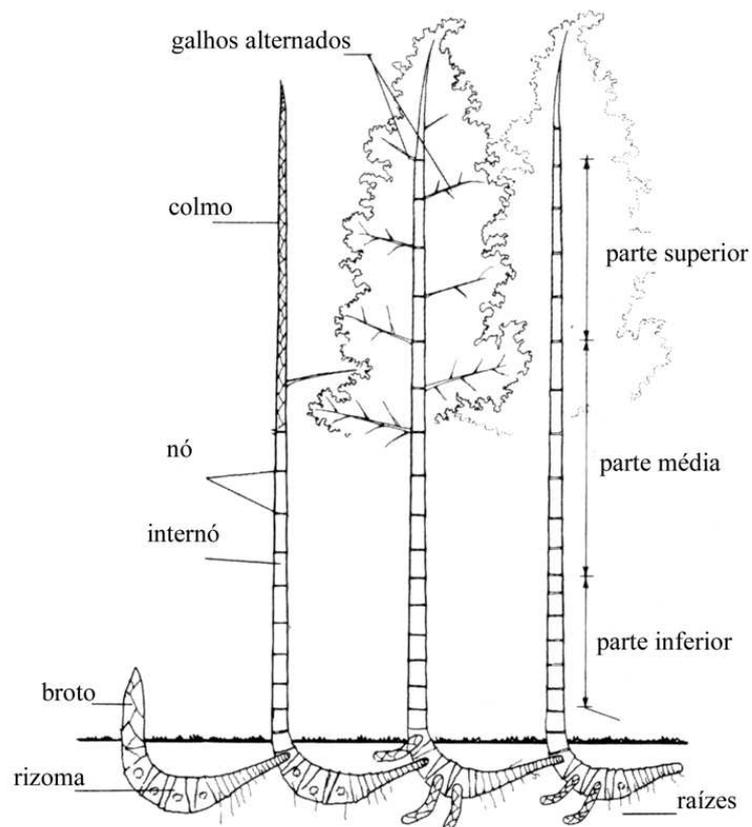


Figura 11- Crescimento e partes de um colmo de bambu.

Fonte: HIDALGO-LÓPEZ, 2003.

Quanto à sua inserção na agricultura, Casagrande Jr. observa que:

[...] o bambu possui muitas vantagens em se tratando de plantio, pois tolera solos ácidos com baixa fertilidade, longos períodos de seca (depois de consolidada sua fixação no solo), e, principalmente, sobrevive em associação com as florestas, o que pode torná-lo um fator de recuperação de áreas degradadas. Por se tratar de uma planta predominantemente tropical, perene, renovável e que produz colmos anualmente sem a necessidade de replantio, o bambu apresenta um grande potencial agrícola. (CASAGRANDE JR., 2005, p.14)

Nesse mesmo trabalho, Casagrande Jr. (2005) afirma que, para se viabilizar um programa de plantio de bambu em pequenas e médias propriedades brasileiras, ou em áreas de assentamento, é necessário que esse programa esteja associado à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico, pois a média de colheita dos colmos é de cinco anos. Outra vantagem para a agricultura do país é que o plantio do bambu não está sujeito ao ataque de formigas depois que cresce, como o plantio de eucalipto que exige um investimento maior para sua produção.

2.3.2 Características Químicas, Físicas e Mecânicas

Quanto às características químicas do bambu, segundo Ghavami (1989 apud PEREIRA; BERALDO, 2007) o tecido de um colmo é composto, de modo geral, por 10% de feixes vasculares (veios condutores), 40% de fibras ou esclerênquima, e 50% de células de parênquima (FIGURA 12), e seus principais constituintes são celulose, hemicelulose e lignina, como na madeira. De modo a tornar mais claras essas características, talvez seja útil apresentar as seguintes definições:

- veios condutores ou feixes vasculares: vasos que conduzem a água e a seiva, as quais devem ser distribuídas por todas as partes do bambu;
- fibras ou esclerênquima: células mais rígidas que se encontram ao redor dos vasos condutores, protegendo-os; dão resistência ao bambu;
- parênquima: células que preenchem o espaço restante da parede do colmo;
- lignina: substância que une todos esses elementos; o parênquima e a lignina são os responsáveis pela flexibilidade do colmo de bambu.

O bambu, como a madeira, é um material compósito natural, estruturado por fibras vegetais, onde a lignina atua como aglomerante e a fibra como elemento de resistência.

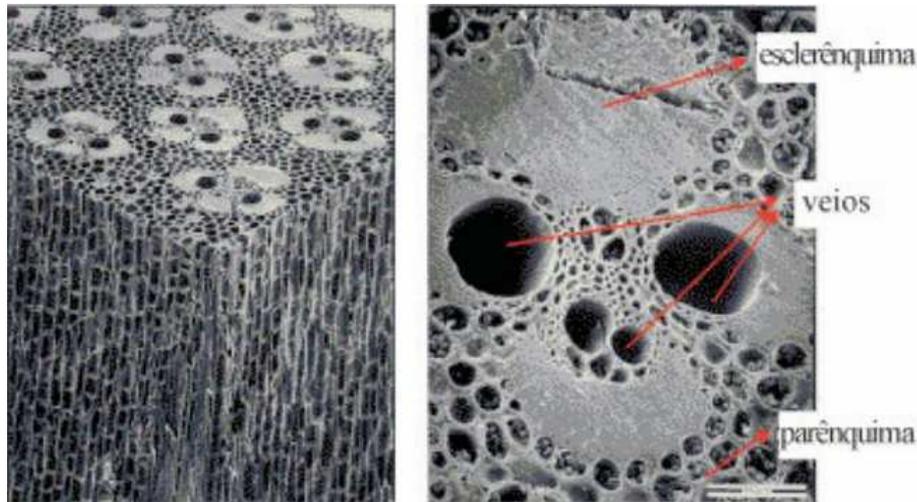


Figura 12 - Detalhe dos conjuntos vasculares do bambu.
Fonte: Adaptado de SILVA; GHAVAMI; D'ALMEIDA, 2004.

Outro detalhe importante, segundo Pereira e Beraldo (2007), é que, apesar de o bambu apresentar excelentes propriedades mecânicas, estas são influenciadas pelo teor de umidade e pela idade e densidade do colmo, mas dependem, principalmente, do teor de fibras, principal responsável pela sua resistência. Foi verificado também que as propriedades mecânicas são diferentes entre si na região do colmo (da base ao topo) e lateralmente (ao longo da parede do colmo). Isto contribui para que ainda inexistam normas brasileiras para o bambu. Geralmente, utilizam-se as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para caracterizações mecânicas da madeira, como, por exemplo, a NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997) que, muitas vezes, não podem ser diretamente aplicadas, adaptando-se os corpos de prova para a realização de ensaios físicos e mecânicos.

O INBAR (JANSSEN, 2000) recomenda para a forma natural (cilíndrica) do bambu o método de ensaio da ISO (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO, 2001, 2004a, 2004b, 2004c). Para o laminado de bambu são feitas adaptações das normas para chapas de madeira.

Diante desses fatos, cada experimentação ou produto formulado com bambu será influenciado diretamente por essas condicionantes, por isso é recomendável que eles sejam verificados de modo a interferirem menos no processo produtivo e no produto final aos quais serão destinados. Quanto às características físicas e mecânicas do bambu (QUADRO 5), um assunto recorrente é a variação dessas características, às vezes na mesma espécie de bambu, conforme as condicionantes de clima, solo e manejo, o que dificulta a uniformização e regulação de suas respectivas propriedades.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
UMIDADE	O bambu, assim como a madeira, apresenta modificação em suas dimensões (retração e inchamento) por ser um material higroscópico, ou seja, absorve umidade do meio em que é colocado para entrar em equilíbrio. É necessário que o bambu esteja seco e estabilizado entre 10 e 15% de umidade, pois isso proporciona melhoria nas suas propriedades mecânicas.
VARIAÇÕES DIMENSIONAIS	Pelo fato de ser o bambu um material ortotrópico (variação dependente do eixo considerado), definem-se três variações lineares: axial, radial e tangencial. Como nas madeiras, as variações dimensionais do bambu, segundo o eixo axial, são desprezíveis. As variáveis dimensionais radiais e tangenciais são importantes e apresentam valores relativos próximos: radial – 3,20% e tangencial – 2,07%.
RESISTÊNCIA (COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS)	Peças curtas de bambu podem suportar tensões superiores a 50 MPa, superando a resistência dos concretos convencionais. Além disso, o concreto tem densidade superior a 2 e o bambu apresenta 1/3 desse valor. Desse modo, se for considerada a resistência em relação à densidade (resistência específica), o bambu mostra-se mais eficiente do que o concreto.
MÓDULO DE ELASTICIDADE	Situa-se em torno de 20.000 MPa, cerca de 1/10 do valor alcançado pelo aço. Cabos de bambus trançados oferecem resistência similar ao aço CA-25 (2.500 kgf/cm ²). O peso do bambu, no entanto, é 90% menor.
DENSIDADE DE MASSA	A densidade de massa dos bambus varia entre 500 a 800 kg/m ³ , dependendo principalmente da região do colmo (basal, mediana e apical), do tamanho, quantidade e distribuição dos aglomerados de fibras ao redor dos feixes vasculares. A variação do volume do colmo é quase que insignificante depois de seu crescimento, porém sua densidade varia de acordo com a idade, aumentando gradualmente de 1 ano até 6 anos de idade, e decrescendo gradualmente até os 8 anos, quando a maioria dos colmos entra em declínio.
DUREZA SUPERFICIAL	A dureza do bambu pode ser avaliada pelo mesmo método aplicado às madeiras, onde o bambu também mostra heterogeneidade – a dureza axial (paralela às fibras) mostra-se superior às demais (direções radial e tangencial). Aparentemente, a dureza do bambu é suficiente para qualificá-lo para a produção de pisos, conforme se faz na China, e mais recentemente, na Colômbia.
CONDUTIBILIDADE TÉRMICA	Não se dispõe de informações na literatura especializada sobre essa propriedade do material, mas se pode esperar dele o mesmo comportamento da madeira.

Quadro 5 - Características físicas e mecânicas do bambu.

Fonte: Adaptado de PEREIRA, 2001; RIVERO, 2003; NUNES, 2005; CASTRO E SILVA, [2004?]; A MATÉRIA... , [2007?]; e PEREIRA; BERALDO, 2007.

2.3.3 Aplicações e Usos

Farrelly (1996) descreve, em ordem alfabética, mil diferentes aplicações do bambu. Dentre elas, destacam-se: papel, alimento, tecidos, objetos de uso doméstico, instrumentos musicais, ferramentas, aplicações em medicina, farmácia, química e outros campos industriais, carvão, carvão para baterias, combustível, avião, produtos à base de bambu processado como palitos, pisos, forros, chapas, embarcações, equipamentos agrícolas, controle de erosão, barreira de vento, mata ciliar, ornamentação, regeneração ambiental, sequestrador de carbono, quiosques, casas, andaimes, cata-vento, roda d'água, cordas, prancha de surf, bicicleta, entre outras. Na Figura 13 apresenta-se um organograma com as diferentes possibilidades dessas aplicações, exemplificando como o bambu é consumido e usado tanto no formato natural quanto na forma processada e industrializada. Em seguida, descrevem-se algumas das principais aplicações do bambu:

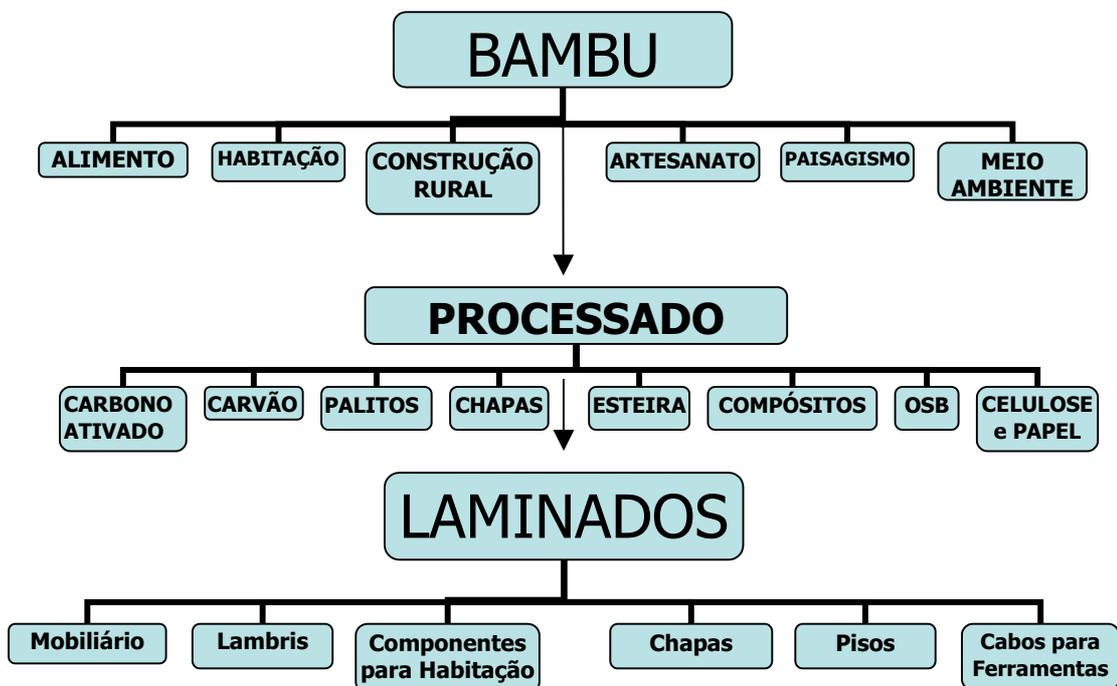
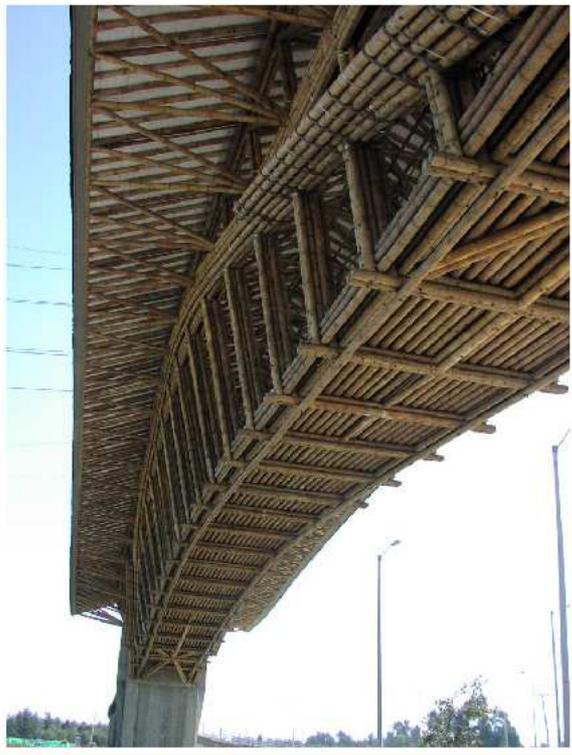


Figura 13 - Organograma de possibilidades do bambu.

Fonte: PEREIRA; BERALDO, 2007, p.155.

a) Construção civil

O bambu é usado na estruturação como coluna, viga e lastro, dentre outros; serve como telha, forro e maçoneta. As casas construídas de bambu são resistentes a terremotos, como já foi constatado na Colômbia, na China e no Japão, entre outros. Suas características estruturais o tornam um material de excelente qualidade. Arquitetos e engenheiros de todo o mundo o utilizam para realizar criações únicas e modernas, com aspectos graciosos. Em países como a Índia e a China o bambu é muito utilizado como andaime, e se tornam gigantescos esqueletos à volta dos prédios modernos, em cidades como Hong Kong. Nas Figuras 14 e 15 são apresentadas quatro possibilidades de aplicação do bambu na construção civil.



a



b

Figura 14 – Estruturas: pontes e andaimes.

Fonte: PEREIRA; BERALDO, 2007.

Nota : a - Ponte S. Velez (foto J. Stamm); b - andaime (China).



Figura 15 – Coberturas: coretos e galpões.

Fonte: PEREIRA; BERALDO, 2007.

Nota: c - coreto em Olivença, Ilhéus – BA; d - galpão (foto J. Stamm).

b) Laminados

A recente produção em larga escala dos laminados de bambu possibilitou um novo mercado para sua utilização na construção e uma série de máquinas próprias para o seu processamento, assunto a ser detalhado no Capítulo 3. Nas Figuras 16 e 17 são apresentados exemplos de produtos utilizados com BLC.



a



b

Figura 16 – Utensílios e revestimento: caixas e pisos.

Fonte: PEREIRA; BERALDO, 2007.

Nota: a - divã de BLC; b - piso de BLC.



c



d

Figura 17 – Mobiliário: cadeiras e divãs.

Fonte: PEREIRA; BERALDO, 2007.

Nota: c- *design* de cadeira em BLC; d - caixa em BLC.

c) Artesanato e movelaria

Segundo Castro e Silva ([2004?]), na Ásia existem tradição e intensa produção de móveis e artesanatos de bambu para o mercado interno (hoje também destinados à exportação), uma vez que esse é um material de grande plasticidade e de fácil combinação com outros materiais, permitindo ao artista ou artesão expressar o seu talento nas mais variadas formas. O bambu aceita facilmente a colagem, responde bem ao acabamento com lixa e verniz e pode ser utilizado na sua forma natural cilíndrica ou plana, quando desdobrado. Os artesãos desse continente dominam uma refinada técnica e possuem ferramentas que qualificam tais produtos para um mercado exigente, conforme Figura 18, em que são apresentados exemplos de mobiliário com bambu roliço.



a



b

Figura 18 – Móveis rústicos: mesas e cadeiras.

Fonte: PEREIRA; BERALDO, 2007.

Nota: a – mesa de cabeceira (*B. Nigra*); b - jogo de mesa e cadeiras (*P. Aurea*).

d) Alimentação

Existem muitas espécies de bambus que se prestam como alimento para o consumo humano, conforme Figura 19. Porém, no Brasil, as mais utilizadas para a obtenção de brotos pertencem aos gêneros *Pyllostachys* e *Dendrocalamus*. O processo de produção de brotos de bambus é bastante simples, já que eles podem ser perfeitamente produzidos pelas indústrias processadoras de palmito, dada sua semelhança com esse produto. SALGADO et al., 1994, apud CASTRO E SILVA ([2004?]).



a



b

Figura 19 – Alimentação: Brotos de bambu.

Fonte: PEREIRA; BERALDO, 2007.

Nota: a - broto comestível; b - broto de bambu industrializado.

e) Outras aplicações

O bambu é utilizado como biomassa na produção de lenha e carvão, e seu poder calorífico é equivalente ao do eucalipto; a celulose é excelente na fabricação de papel, e estudos apontam que, em pouco tempo, ela o será também na fabricação de tecidos. É muito utilizado no meio rural, porém abaixo de suas potencialidades, e nas estradas para a proteção de taludes contra erosão e deslizamentos. Segundo o *Bamboo Wood Flooring* ^{***}, do Centro Nacional Chinês de Pesquisa do Bambu (CBRC), em Hangzhou, o corte seletivo de colmos maduros proporciona a produção de até 120 litros de álcool etílico por tonelada, um rendimento superior ao obtido da cana de açúcar.

2.3.4 O Contexto do Bambu no Brasil

O Brasil ainda não dispõe de grandes recursos de bambu, apesar de possuir aproximadamente 20% das 1.300 espécies de bambu existentes no mundo. Esta é uma das explicações para o fato de a exploração do bambu no Brasil estar praticamente restrita aos usos tradicionais como balaios, tutores na agricultura e construções provisórias. Segundo Castro e Silva ([2004?]), o estado do Acre dispõe de uma única reserva natural (7.000.000 hectares) com alta concentração de matéria-prima de bambu, possivelmente a maior do planeta, mas além de essa reserva se encontrar em uma região pouco acessível, ela possui uma única espécie, a *Guadua weberbaueri*, ainda não incluída entre as espécies de uso comercial. No restante do país, as pequenas e médias plantações estão pulverizadas ou espalhadas, e seus donos desconhecem o potencial desse material.

Poucas pessoas sabem plantar, colher, secar, tratar, vender, promover e usar o bambu no Brasil. A exceção mais expressiva é a produção de papel cartão duplex de *Bambusa vulgaris*, por um grupo industrial nordestino. As plantações nos estados de Pernambuco e Maranhão têm uma capacidade instalada de 72 mil toneladas anuais e produzem a maioria dos sacos de cimento que abastecem o país.

^{***}Bamboo Wood Flooring: Sinergia ambiental do bambu. Disponível em:
<http://www.sinergiaambiental.net/Bamboo_Wood_Flooring > Acesso em: 12 ago. 2006.

As regiões Sul e Sudeste do país foram diagnosticadas como as de maior índice de plantações para fornecimento de varas brutas ou tratadas, ou de plantios para as próprias empresas, seja para a fabricação de móveis, de varas de pescar, produção de broto, ou artesanato. Este fato deve estar associado à concentração de imigrantes orientais, principalmente japoneses, nessas regiões.

O mapa da Figura 20, que mostra a distribuição de bambus no Brasil, é classificado na cartografia como temático e coroplético, e visa a fornecer informações qualitativas sobre a incidência de bambus; isso significa que ele não nos possibilita visualizar com precisão a realidade do fenômeno da localização e quantificação dos bambus por estado da Federação.



Figura 20 - Distribuição estimada de bambus por estado da Federação.
 Fonte: ESTUDO..., 2006.

O Quadro 6 apresenta um panorama da utilização das principais espécies de bambu no Brasil.

Nome Científico e Popular	Descrição
<p><i>Bambusa vulgaris</i> ou Bambu Brasileiro</p>	<p>A espécie <i>Bambusa vulgaris</i> é de origem asiática e chegou ao Brasil trazida por imigrantes portugueses [...], sendo muito difundida no país e utilizada em propriedades rurais para diversas finalidades. Comercialmente, sabe-se de dois* plantios de grande porte no Brasil da espécie <i>Bambusa vulgaris</i>: dois para fabricação de papel pelo Grupo Industrial João Santos, através da indústria Itapajé, que produz sacos para embalagem de cimento Portland com celulose de bambu. Um dos plantios fica no Maranhão, no município de Coelho Neto, e abrange 20.000 há, o outro localiza-se em Pernambuco, no município de Palmares, e tem 16.000 há [...].</p>
<p><i>Dendrocalamus giganteus</i> ou Bambu Gigante</p>	<p>O bambu gigante é muito difundido no país, com boas qualidades físico-mecânicas, como material para construção e também muito utilizado na alimentação como broto comestível. A firma D'Bamboo (Angra dos Reis/RJ), oferece varas autoclavadas de <i>Dendrocalamus giganteus</i>, com a utilização de preservativo CCA (Cromo-Cobre-Arsénico) [...]. Em Atibaia e Embu-Guaçu, São Paulo, há plantios dos gêneros <i>Phyllostachys</i> e <i>Dendrocalamus</i> e uma oficina de tratamento e processamento (NUNES, 2005). Em relação ao broto desta espécie há publicações datadas da década de 90 do ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos), Campinas (SP), porém recentemente não há mais pesquisas nesse setor, principalmente informações agrônômicas para plantios comerciais [...]. Uma região com grande produção de brotos comestíveis situa-se em Jacareí e Mogi das Cruzes, estado de São Paulo. As espécies mais utilizadas para este fim são: <i>Phyllostachys 12 pubescens</i>, <i>Dendrocalamus latiflorus</i>, <i>Dendrocalamus asper</i> e <i>Dendrocalamus giganteus</i> [...].</p>
<p><i>Phyllostachys aurea</i> ou Cana-da-índia</p>	<p>Pequenos plantios desta espécie são utilizados para construção de móveis e varas de pescar são frequentes no sul da Bahia, em Minas Gerais, no Rio de Janeiro e interior de São Paulo [...]. Nos estados do Paraná e de São Paulo, principalmente, encontram-se hoje uma grande quantidade de fábricas de varas de pesca com a espécie <i>Phyllostachys áurea</i> [...]. Uma pequena empresa familiar de móveis em Três Rios (RJ) utiliza-se desta espécie, porém não compra nem planta. Ele coleta todo o material, gratuitamente, em fazendas já conhecidas nas quais os proprietários não utilizam o bambu e querem dele se livrar, pois é visto como praga alastrante.</p>
<p><i>Phyllostachys bambusoides</i> (madake), <i>P. nigra</i> ou Bambu Negro e <i>P. pubescens</i> ou Bambu Mossô</p>	<p>Muitas espécies do gênero <i>Phyllostachys</i> foram trazidas ao Brasil pelos imigrantes japoneses no princípio do século passado, sendo muito encontrada no interior do estado de São Paulo onde estes instalaram suas colônias. Foi realizada uma visita ao plantio da empresa Tatu Bambu, em Parelheiros (SP), que vende varas de bambu há 13 anos e que, neste ano de 2007, iniciou exportação para Inglaterra. Esta empresa possui alguns plantios, espalhados na região, das seguintes espécies: mossô, madake, nigra, bambu mirim, gigante, bambu quadrado, cana da índia e hatikun, totalizando aproximadamente 25 ha dos pequenos plantios destes bambus. Estas áreas de coleta de bambu são terras arrendadas de famílias japonesas que não utilizam o bambu, porém o dono afirmou que irá iniciar plantio em novas áreas devido à crescente demanda; que vende para o Brasil todo, e que é o principal produtor no país.</p>

Quadro 6 - Principais espécies de bambu utilizadas no Brasil.

Fonte: MANHÃES, 2007. p.11-12.

* O terceiro plantio fica no Recôncavo Baiano, no município de Santo Amaro da Purificação, onde existe uma plantação para produção de carvão de bambu.

Quanto aos demais usos do bambu nas áreas de construção, decoração e mobiliário, geralmente de maneira pontual, existem profissionais que utilizam poucas espécies, exóticas em sua maioria, relacionadas no Quadro 7. De maneira mais disseminada, é utilizado em mobiliário simples de baixo custo (na maioria das vezes sem critérios estabelecidos de qualidade) e em peças de artesanato.

Entre associações e instituições que pesquisam e trabalham com bambu, entre outros, destacam-se:

Nome	Endereço Eletrônico
Agência Bambu de Conhecimento (ABC)	http://www.agenciabambu.com.br/
Associação Brasileira de Ciências de Materiais e Tecnologias Não Convencionais (ABMTENC)	http://www.abmtenc.civ.puc-rio.br/
Associação Catarinense do Bambu (BAMBUSC)	http://sitiovagalume.com/bambu/bambusc/
Associação Escola de Bio-Arquitetura e Centro de Pesquisa e Tecnologia Experimental em Bambu (EBIOBAMBU)	http://www.ebiobambu.com.br/
BAMBU-BAHIA ONG	http://www.bambubahia.org/
Bambuzal Bahia	http://www.bambuzalbahia.org/
Bambuzeria Cruzeiro do Sul (BAMCRUS)	http://www.bamcrus.com.br/
Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais (CPAB)	cpab@unb.br
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) / USP	http://www.esalq.usp.br/
Instituto Agrônômico - IAC	http://www.iac.sp.gov.br/
Instituto do Bambu	http://www.inbambu.org.br/
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)	http://www.puc-rio.br/
Sociedade Botânica do Brasil	http://www.botanica.org.br/
Sociedade Botânica do Brasil	http://www.botanica.org.br/
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) -Campus de Bauru/SP	http://www.unesp.br/index_portal.php
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)	http://www.ufpb.br/
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)	http://www.ufms.br/
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	http://www.ufmg.br/
Universidade de Brasília (UnB)	http://www.unb.br/

Quadro 7 - Associações e instituições que trabalham com bambu no Brasil.

Fonte: Baseado em <http://www.bambubrasileiro.com/> , 2006.

2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE MADEIRA X BAMBU

2.4.1 Características Gerais da Madeira e do Bambu

A madeira e o bambu são materiais renováveis com características similares (QUADRO 8). Ambos possuem potencial particular de emprego, desde que sejam respeitadas suas características físicas e mecânicas, as quais determinam, conseqüentemente, diversos tipos de função e aplicação.

A partir da descrição e síntese das características gerais do bambu e da madeira no Quadro 8, destacam-se os seguintes pontos:

- a madeira, em relação ao bambu, tem a vantagem de que seu cultivo e manejo já estão consolidados, permitindo-lhe fornecimento regular de matéria-prima e planejamento de estoque, o que ainda não é possível com o bambu no Brasil;
- o bambu tem um rápido crescimento vertical, o que o diferencia de imediato de outras plantas lenhosas devido à sua alta produtividade; esse crescimento, quando comparado ao da madeira, apresenta vantagem porque necessita de um período menor para atingir a maturidade para o corte.
- outra vantagem em relação à madeira é que o bambu é uma cultura perene, que não precisa de replantio; este, todavia, pode ocorrer em um período de 80 a 120 anos; geralmente, faz-se o plantio de várias espécies, concomitantemente, para manter a produtividade;
- tanto o bambu quanto a madeira devem ser protegidos das intempéries, insetos e fungos com procedimentos como imunização e secagem, para prolongar a vida útil dos produtos a que serão destinados;
- o conhecimento de informações sobre as espécies de bambu e madeira permite que sejam minimizadas as possíveis desvantagens dos materiais e a escolha do mais apropriado para aplicação e investimento.

MATERIAL	MADEIRA		BAMBU	
Itens	Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
PLANTIO e FORNECIMENTO	É feito através de sementes e estaquia (clonagem), Existe fornecimento de madeira reflorestada.	A maioria das espécies plantadas é de eucalipto e pinus, o que estimula a monocultura. Necessita de equipamentos mais caros e de grande porte para a colheita e limpeza do terreno posteriormente.	Por se tratar de uma planta tropical, perene, renovável e que produz colmos anualmente sem a necessidade de replantio, o bambu apresenta um grande potencial agrícola. Não existe nenhum parasita no bambu.	Através de propagação vegetativa ou assexuada utiliza os seguintes métodos: transplante total ou parcial, por pedaços de rizoma, colmos e ramos laterais. Geralmente florescem em intervalos de 120 anos quando a maioria das espécies morre. Não existe fornecimento regular de bambu manejado no Brasil, exceto por parte de alguns fornecedores pontuais.
ABSORÇÃO de CO ₂	Absorve CO ₂ , e pode ser usada como crédito de carbono.	Geralmente leva de 7 à 10 anos para chegar no tamanho de corte para carvão. Para a construção civil leva de 10 a 20 anos, para madeira plantada com espécies exóticas.	O bambu, além de ser um eficiente sequestrador de carbono, apresenta excelentes características físicas, químicas e mecânicas. Leva de 3 a 5 anos para chegar à fase adulta.	Ainda não existem estudos que quantifiquem a capacidade de absorção de CO ₂ para cada espécie de bambu.
BIODEGRADÁVEL e RECICLÁVEL	Decompõe-se naturalmente, ajudando a fertilizar o solo e sem deixar resíduos indesejáveis. Após descarte, a madeira ainda pode ser reaproveitada e reutilizada para outras finalidades em produtos diversos (OSB, biomassa, etc.)	Material que necessita de tratamento para aumentar a durabilidade, pois é suscetível ao ataque de fungos e insetos xilófagos. Exposta às intempéries, diminui o tempo de vida útil.	O bambu é biodegradável, reciclável e reutilizável conforme o tratamento e uso para aplicação. Existem métodos industriais e não-industriais, tradicionais e químicos para tratamento.	Quando não tratado, apresenta pouca resistência às intempéries (submetido à chuva e sol), é suscetível ao ataque de fungos e insetos xilófagos como o <i>Dinoderus minutus</i> (uma espécie de broca). Sem proteção e/ou manutenção adequados o bambu se deteriora rapidamente.

Quadro 8 - Comparação entre as características gerais do bambu e da madeira.

Fonte: Adaptado de A MATÉRIA... [2007?]; PEREIRA; BERALDO, 2007.

Conforme Smith (1998), que indica o custo de produção e o custo final do produto como fatores que interferem na sua continuidade no mercado, o consumo energético é um dos fatores que influenciam no custo do produto. Na atual necessidade de economia de energia, os produtos de madeira necessitam de menor gasto energético para sua produção do que outros materiais. Na Tabela 3 é apresentado um estudo comparativo de energia para os seguintes materiais: aço, concreto, madeira e bambu, onde o bambu aparece como material de menor consumo energético para sua produção, o que recomenda, portanto, maior emprego desse material como recurso natural para a produção de bens de consumo. Porém, para que a exploração do bambu seja implantada no Brasil e que a da madeira tenha continuidade, essa exploração deve ser realizada de forma racional, manejada e sustentada para garantia de manutenção dos recursos florestais.

Tabela 3 - Consumo energético por material.

Material	Energia (MJ/m³ por N/mm²)
AÇO	1.500
CONCRETO	240
MADEIRA	80
BAMBU	30

Fonte: JANSSEN, 1990 apud VELEZ; DETHIER; STEFFENS, 2000, p.155.

2.4.2 Características Físicas e Mecânicas da Madeira e do Bambu

Ambos os materiais possuem excelentes propriedades, entretanto, devido à sua heterogeneidade e anisotropia, apresentam limitações a depender do eixo (axial, radial e tangencial) em que são solicitados por forças externas. A madeira e o bambu, por serem materiais higroscópicos, apresentam modificações em suas dimensões (retração ou inchamento), ou seja, eles absorvem ou perdem umidade do meio a que são submetidos para entrar em equilíbrio com a umidade e a temperatura desse ambiente; essa variação da umidade interfere nas características físicas e mecânicas dos dois materiais.

A madeira é um material anisotrópico, ou seja, possui elementos anatômicos nas três direções (axial, radial e tangencial) e possui maior resistência a esforços de compressão paralela às fibras e flexão do que o bambu. O bambu, por sua vez, é um material isotrópico com feixe de fibras que crescem na direção axial, com orientação das fibras paralelas ao eixo do colmo, e assim possui mais resistência à tração paralela às fibras do que compressão paralela às fibras, conforme Ghavami (1989 apud PEREIRA; BERALDO, 2007). Por isso, por não apresentar raios, fendilha-se facilmente, mas tal propriedade é vantajosa para a fabricação de palitos de bambu, ou na obtenção de lascas para produção de esteiras e pisos laminados industrializados.

No Quadro 9 são apresentados valores de resistência mecânica de espécies de madeira e bambu.

	Nome científico	Nome comum	Tração	Compressão	Flexão	Cisalhamento
M A D E I R A	<i>Hymenolobium spp</i>	Angelim - ferro	117,8	79,5	-	11,8
	<i>Cedrella odorata</i>	Cedro Amargo	58,1	39	-	6,1
	<i>Goupia glabra</i>	Cupiúba	62,1	54,4	124,5	10,4
	<i>Eucaliptus citriodora</i>	E. Citriodora	123,6	62,0	-	10,7
	<i>Eucaliptus grandis</i>	E. Grandis	70,2	40,3	-	7,0
	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Ipê	96,8	76,0	164,7	13,1
	<i>Hymenaea spp</i>	Jatobá	157,5	93,3	154,8	15,7
	<i>Diploptropis spp</i>	Sucupira	123,4	95,2	-	11,8
B A M B U	<i>Dendrocalamus asper</i>	-	285	28	89	6,6
	<i>D. giganteus</i>	Bambu Gigante	135	40	108	46
	<i>B. tuldooides</i>	-	111	34	93	54
	<i>B. vulgaris</i>	Bambu	317	28	90	8,5
	<i>Bambusa arundinacea</i>	-	297	34	76	9,5
	<i>Guadua superba</i>	-	130	42	102	48
	<i>G. atter</i>	-	288	31	97	8,2
<i>Phyllostaschys bambusoides</i>	-	120	42	-	-	

Quadro 9 - Resistência mecânica de espécies de madeira e de bambu em Mega Pascal (MPa)

Fonte: Baseado em PEREIRA, 2001; CALIL JR; LAHR; BRAZOLIN, 2007; PFEIL; PFEIL, 2003; MAINERI; CHIMELO, 1989.

Observa-se que a madeira tem resistência à compressão paralela às fibras quase duas vezes maior do que a maioria das espécies de bambu, de modo geral; por outro lado, no bambu, a resistência à tração paralela às fibras é elevada, quase três vezes maior do que a de algumas espécies de madeira. Em relação à flexão, a maioria das madeiras possui mais resistência do que os melhores bambus (acima de 100 Mpa). Segundo esse quadro, o *Bambusa vulgaris* possui elevada resistência à tração em relação à madeira e a outras espécies de bambu. Estes dados comprovam a possibilidade do desenvolvimento de materiais compósitos que venham a melhorar as características mecânicas tanto da madeira quanto do bambu, ou dos dois juntos.

2.5 ECO-EFICIÊNCIA

Quando se considerar como será efetuada a manufatura do bambu e do produto, o conceito de eco-eficiência deve ser diretamente complementar ao de sustentabilidade. Segundo Ferreira ([2003]), a *eco-eficiência* de um produto consiste em incorporar, via projeto, a característica ambiental de um artefato, equipamento ou componente. O produto eco-eficiente apresenta requisitos especiais, que o diferenciam de outros, nas etapas de fabricação, estocagem, transporte, utilização, descarte, coleta e reciclagem, num nível ecológico adequado aos seus usuários e ao meio natural no qual ele se insere.

A eco-eficiência insere-se no *ecodesign* e, conforme Régis (2004), para que seja aplicada deve levar em conta a energia necessária para a fabricação, transporte, tipo de material, quantidade de matéria-prima, consumo de água, desmonte de materiais (reciclagem), a utilização ou não utilização de materiais tóxicos, solventes e adesivos. Cita o exemplo negativo do MDF 23 (madeira empregada em móveis), produzido no Brasil, que utiliza uma resina cancerígena usada numa quantidade maior do que a permitida na Europa e nos EUA, o que impossibilita a sua exportação.

Sendo assim, a sustentabilidade pretendida ocorrerá pela convergência de conceitos e parâmetros num sistema ou forma de organização que permita uma

produção (alteração da natureza) de forma sustentável, ou de forma compensatória, com menor gasto de energia, e que possibilite o aprimoramento técnico de um processo existente, tornando-o menos oneroso para o meio ambiente.

Em 1992, o *World Business Council for Sustainable Development* (LEHNL, 2001) identificou sete elementos fundamentais para a eco-eficiência : 1º) - minimizar a intensidade de materiais dos bens e serviços; 2º.) - minimizar a intensidade energética de bens e serviços; 3º) - minimizar a dispersão de tóxicos; 4º) - fomentar a capacidade de reciclagem dos materiais; 5º) - maximizar a utilização sustentável de recursos renováveis; 6º) - estender a durabilidade dos produtos; 7º) - aumentar a intensidade de serviço dos bens e serviços. Dentre esses, os itens 4º. e 5º. serão adaptados e utilizados como critérios de análise nesta pesquisa.

2.6 ECO-DESIGN

Segundo Teixeira (2005) o termo inglês *design*, cuja tradução mais aproximada para o português é Desenho Industrial, refere-se a uma atividade multidisciplinar que integra vários conhecimentos com o propósito de projetar soluções para problemas concretos, mediante metodologias próprias. Conforme Barbosa (2002, apud op. cit. p. 16), *eco-design* é uma especialização do *design* que, por incorporar as questões ambientais como parâmetro básico para o desenvolvimento de projetos, pode ser definido como um método de projeto que considera os requisitos ambientais em todo o ciclo de vida do produto. Os produtos oriundos dessa metodologia devem poluir menos, usar menos recursos naturais, menos energia, e ainda devem ser de fácil aquisição, buscando respeitar culturas locais. Portanto, o *eco-design* busca um *design* sustentável que tenha também como função o respeito à ecologia e ao equilíbrio ambiental da Terra e, conseqüentemente, à vida humana. A resposta do *eco-design* deve ser positiva e unificadora; deve ser a ponte entre as necessidades humanas, a cultura e a ecologia. Entretanto, convém ressaltar que essa forma de trabalho não invalida os conceitos de estética, de prática de uso ou de funcionalidade do produto.

2.6.1 Requisitos para um *Design* Mais Sustentável

Para Baxter (1998, p.58) “os problemas de design usualmente são complexos, geralmente têm diversas metas, muitas restrições e um grande número de soluções possíveis.” Pela lógica de mercado (produtos criados para a venda), o projeto de *design* também deve fazer com que o produto aproveite, ao máximo, os fornecedores de peças e componentes, os equipamentos de produção, além de satisfazer as necessidades do consumidor e, finalmente, gerar lucro para a empresa. No Quadro 10 são descritos os objetivos para se obter um bom produto de *design*, segundo essa premissa.

Objetivos	Descrição
1) Utilidade	Garantia de uma performance mínima no cumprimento da função
2) “Usabilidade”	Ter uma interface ergonômica para facilitar o uso e proteger o usuário
3) Esteticamente Desejável	Ter aparência em sintonia com o desejo do usuário – beleza
4) De Fácil Produção	Projeto que o torne factível industrialmente
5) Vendável	Que atenda exigências mercadológicas
6) Diferenciação	Que seja inovador, atendendo a novas funções e oferecendo novos benefícios

Quadro 10 - Critérios gerais de *design*.
Fonte: TEIXEIRA, 2005, p.16.

Entretanto, para atender aos requisitos ambientais, essas metas devem ser complementadas por outras específicas para que o produto seja eco-eficiente, que permita o desempenho ambiental otimizado. Estes diferentes critérios podem ser usados de maneira sistemática conforme o Quadro 11.

CRITÉRIOS	AÇÕES
1) Redução do Uso de Recursos Naturais	a) Simplificação da forma; b) Agrupar funções / multi-funcionalidade / multi-configuração / modularidade; c) Diminuir volume e peso; d) Diminuir uso de água; e) Usar materiais abundantes e sem restrição de uso; f) Reduzir o número de tipos de material de fabricação;
2) Redução do Uso de Energia	a) Reduzir energia na fabricação; b) Reduzir energia na utilização do produto; c) Reduzir a energia no transporte; d) Usar fontes de energia alternativas, renováveis e limpas
3) Redução de Resíduos	a) Usar materiais reciclados e recicláveis; b) Usar materiais compatíveis entre si; c) Usar materiais que provenham de refugos de processos produtivos; d) Evitar material que produza emissões, resíduos ou efluentes tóxicos; e) Usar tecnologias e processos produtivos de baixo impacto e eco-eficientes;
4) Aumentar a Durabilidade	a) Facilitar manutenção e substituição de peças; b) Incentivar mudanças culturais (p. ex: descartável x durável);
5) Projetar para o Reuso	a) Na mesma função ou em outras funções; b) Possibilidade para reconhecer peças e materiais; c) Possibilidade para um segundo ciclo de vida; d) Projeto para revenda, redistribuição;
6) Projetar para a Remanufatura	a) Facilitar desmontagem; b) Possibilidade de ser recriado (<i>re-design</i>), sofrer adaptações melhorias e atualizações tecnológicas; c) Projetar intercâmbio das peças;
7) Projetar para a Reciclagem	a) Facilitar desmontagem; b) Identificar diferentes materiais; c) Agregar valor estético aos materiais reciclados;
8) Otimizar a Logística	a) Projeto para facilitar transporte e armazenamento; b) Projeto para logística reversa, facilitando a recolha e transporte do produto após o uso para reuso ou reciclagem; c) Projetar para que os produtos usem menos embalagem ou mesmo não usá-las; d) Produção na exata demanda do consumo; e) Trocar produtos por serviços;
9) Planejar Final da Vida Útil dos Produtos e Materiais	a) Utilizar materiais biodegradáveis e/ou compostáveis em produtos de vida útil breve; b) Possibilidade de ser usado como matéria-prima para outros processos produtivos; c) Utilizar materiais que possam ser incinerados para a geração de energia sem que produzam emissões tóxicas;
10) Leis e Normas	a) Alcançar ou exceder metas regulatórias;
11) Projetar para Sustentabilidade Socioambiental	a) Preservar culturas, desenvolvendo produtos que preservem os recursos culturais e naturais locais; b) Gerar trabalho e empregos; c) Buscar a manutenção de recursos humanos e econômicos nas comunidades locais, principalmente em zonas mais pobres, evitando o êxodo para zonas ricas e populosas; d) Contribuir para a educação sócio-ambiental dos usuários e seus vizinhos; e) Ser benéfico à saúde dos seres vivos e do eco-sistema.

Quadro 11 - Critérios gerais de *eco-design*.

Fonte: TEIXEIRA, 2005, p.17.

O tronco do bambu se ergue ereto, forte,
e conserva o espírito sábio ao se deixar levar
suavemente pela natureza.
Quando o vento o açoita com rudeza, nunca
resiste; cede e se dobra acompanhando o fluir
natural, porém nunca se quebra.
Só se vence cedendo.
(FREGTMAN, 1993, p.32)

3 OS MATERIAIS LAMINADOS E OS PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE PISOS LAMINADOS DE MADEIRA E DE BAMBU

O bambu e a madeira são apresentados neste capítulo como materiais compósitos, feitos a partir deles mesmos e de resinas. Como exemplos de compósitos citam-se os produtos laminados colados de madeira e de bambu e comparações entre os processos produtivos de laminados de madeira e de bambu. Como materiais biodegradáveis, além da comprovada resistência mecânica, deve-se prestar atenção à sua resistência às intempéries e à durabilidade conforme sua aplicação, com o propósito de aumentar o tempo de vida útil do material em serviço.

Aqui, descreve-se como laminados os produtos obtidos da composição de lâminas coladas que, unidas, poderão gerar outros produtos com funções diversas, inclusive para pisos. Segundo Gonçalves (2000 apud MOIZÉS, 2007, p.40), alguns procedimentos, como as técnicas e processos usados para a madeira na obtenção das lâminas, lascas, ripas ou partículas são aproveitados para a fabricação e conceituação de produtos de BLC. A compreensão dos conceitos dos produtos e processos produtivos da madeira pode contribuir para a indicação de parâmetros para a produção de talisca de bambu da espécie *Bambusa vulgaris* como elemento base de piso de BLC, considerando critérios de *eco-design* ou *design sustentável*.

3.1 OS MATERIAIS LAMINADOS

Os laminados são materiais compósitos compostos, formados de dois ou mais elementos com distintas composições, estruturas e propriedades, e que estão separados por uma interface. Segundo Smith (1998), um material compósito pode ser formado por uma combinação de dois ou mais constituintes que diferem na forma e na composição química e que são insolúveis uns nos outros (FIGURA 21). O

objetivo principal ao se produzir um compósito é o de combinar diferentes materiais para fazer um único ,com propriedades superiores às dos componentes unitários.

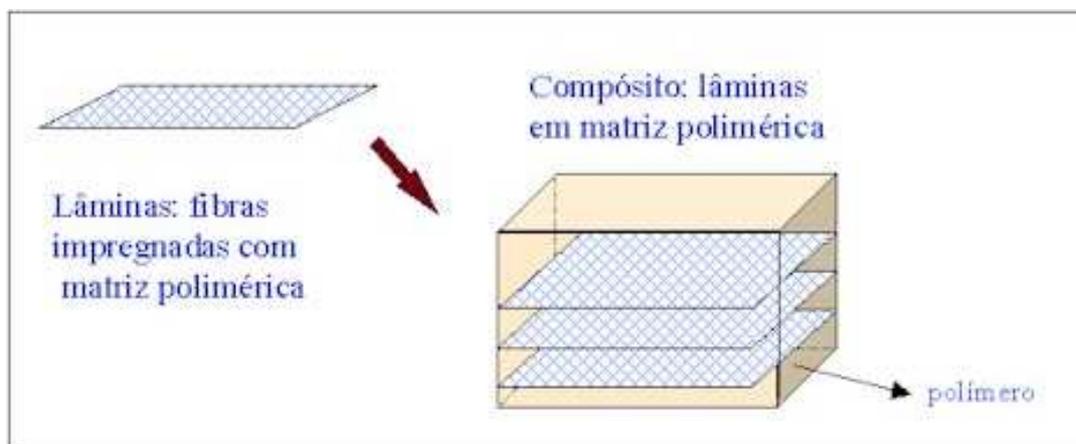


Figura 21 Esquema de material compósito.

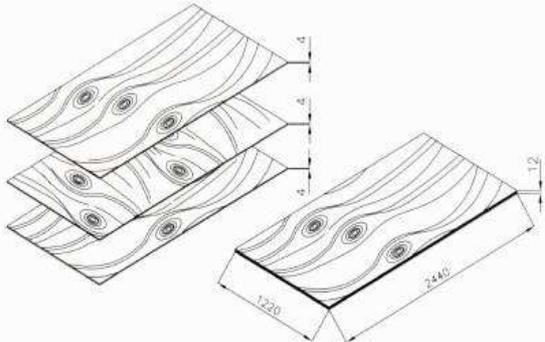
Fonte: OREFICE, [1998].

A madeira e o bambu, por exemplo, são considerados compósitos naturais: ao serem transformados em lâminas (no caso, de madeira ou de bambu) que, por sua vez, são unidas por outras matrizes poliméricas (os adesivos), dão origem a produtos de natureza também compósita. A limitação das propriedades mecânicas, proveniente da heterogeneidade e anisotropia da madeira e do bambu quando na forma natural, é minimizada quando os dois materiais são transformados por processos capazes de reestruturá-los em um novo compósito. Assim, tanto os laminados de madeira como os de bambu produzem materiais compósitos e apresentam excelentes propriedades.

Existem vários tipos de classificação para os compósitos, segundo o SENAI (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2006), e um desses tipos define compósito, em termos da morfologia de seus agentes de reforço, em compósitos particulados, com laminados e fibras que podem ser produzidos com diversos materiais. A madeira e o bambu assim obtidos, por exemplo, podem ser utilizados nos mais variados produtos, em componentes construtivos e de habitação como chapas compensadas ou aglomeradas, pisos, lambris, mobiliário, painéis e outros.

3.2 OS LAMINADOS DE MADEIRA

São definidos como produtos à base de arranjos colados de lâminas de madeira, porém fazendo-se a distinção entre os produtos formados por lâminas beneficiadas (usinadas), conforme Figura 22, e lâminas finas contínuas (torneadas), conforme Figura 23. Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (MADEIRA..., 2003), com os avanços tecnológicos na indústria de madeira, existe hoje uma variedade de produtos que utilizam a madeira processada em lâminas, lascas, ripas e partículas denominadas chapas de madeira. Essas chapas podem ser empregadas para os mais diversos produtos de maior valor agregado (PMVA) como pisos, portas, molduras, móveis e outros.

	
<p>Figura 22 - Lâminas de madeira maciça, de grande comprimento e pequena espessura (tábuas). Fonte: PRODUTOS..., 2004.</p>	<p>Figura 23 - Lâminas torneadas de madeira empregadas na composição de chapas de compensado. Fonte: BATTISTELLA INDÚSTRIA E COMERCIO, 2000 apud CÉSAR, 2002, p.62.</p>

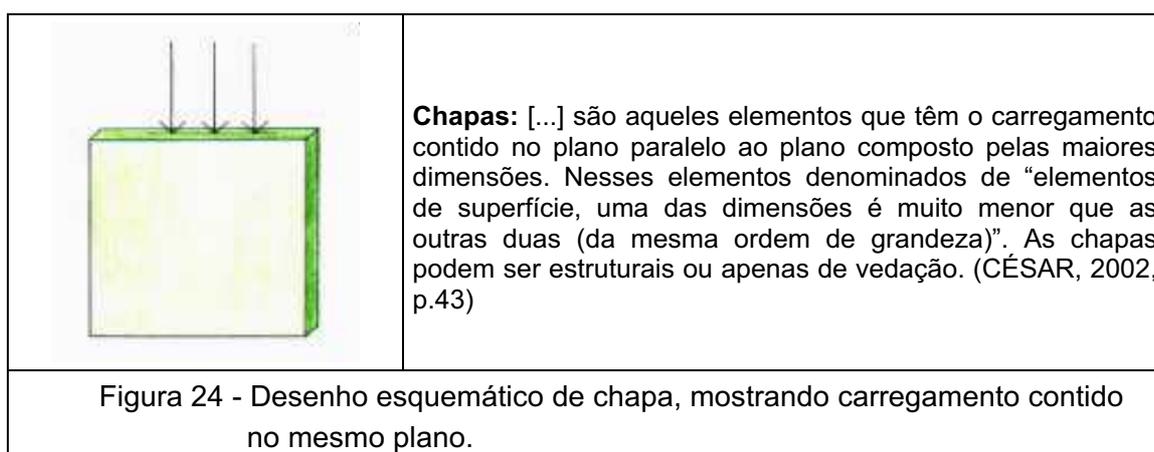
Segundo Rivero (2003), em meados do século XIX o austríaco Michel Thonet realizou os primeiros ensaios de confecção e utilização da madeira laminada e colada para a fabricação de mobiliário. A técnica consistia em colar, umas às outras, pequenas ripas de madeira cortadas até obter a espessura desejada. Inicialmente as lâminas de madeira eram produzidas utilizando-se serras mecânicas, num processo lento de elevado custo e baixo aproveitamento. As chapas de madeira surgiram da necessidade de amenizar as variações dimensionais da madeira maciça, diminuir

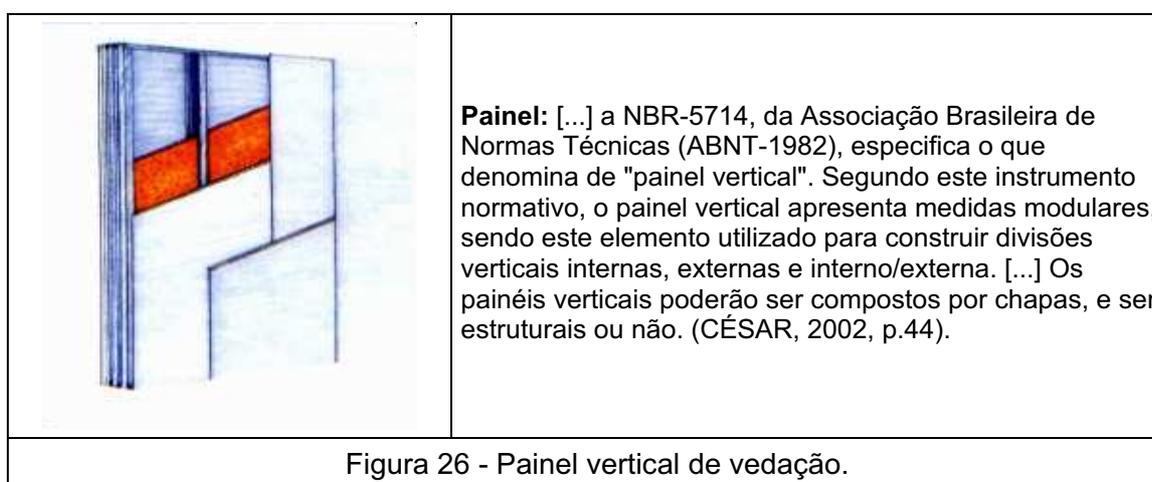
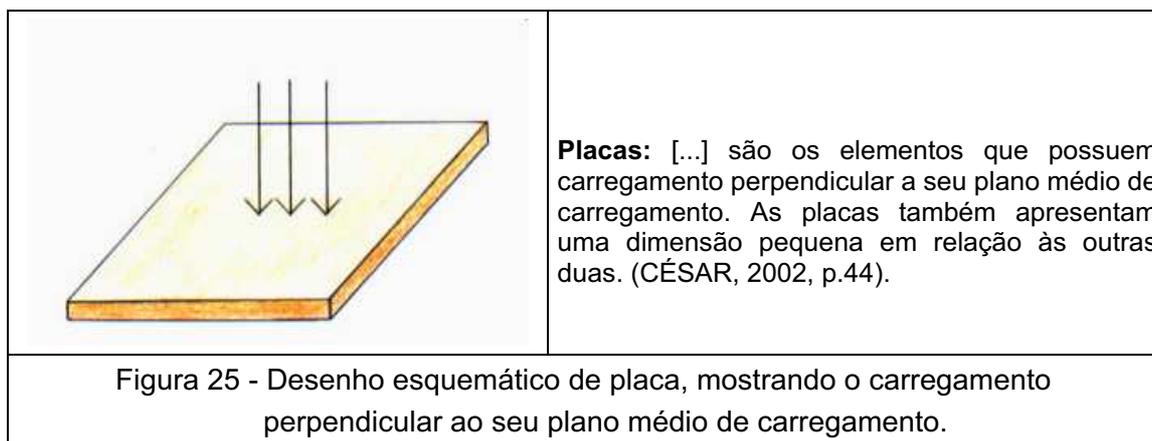
seu peso e custo e manter as propriedades isolantes, térmicas e acústicas. Além disso, com as chapas consegue-se ampliar a superfície útil da madeira maciça mediante o aumento da largura, o que otimizou sua aplicação. (MADEIRA..., 2003).

Na seqüência, serão apresentadas algumas definições de termos como *chapas*, *placas* e *painéis*, pois esses elementos compõem os tipos de produtos laminados e de revestimentos em madeira que serão analisados no Capítulo 4. Essas definições se fazem necessárias uma vez que, no meio profissional, é freqüente a utilização das três denominações para um mesmo elemento, quando, na verdade, cada palavra designa um único elemento de construção. Assim, procura-se minimizar as dúvidas e auxiliar na identificação dos produtos pesquisados, de modo a indicar os parâmetros de produção do piso de BLC.

3.2.1 Definição de Chapas, Placas e Painéis

Segundo César (2002), as chapas, painéis e placas podem ser definidas utilizando-se a natureza mecânica de cada elemento como diferenciador dos demais, conforme mostram as Figuras 24, 25 e 26.





3.2.2 Chapas de Madeira Reconstituída

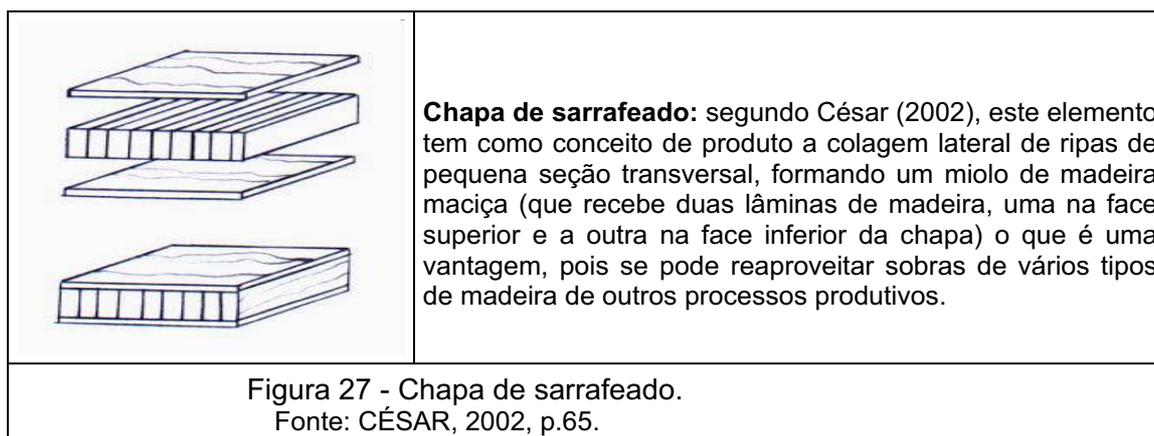
São produzidas, a depender do tipo de chapa que se pretende obter, em lâminas, cavacos, partículas, fibras, sarrafos ou tábuas. São aplicadas conforme o local de utilização, para fins estruturais, internos, intermediários e externos. A partir desse conceito de produção surgiram vários tipos de chapas de madeira reconstituída, primeiro as de compensado, depois as de fibras, seguidas das de aglomerado.

3.2.2.1 Compensado

Os três tipos de compensado fabricados, segundo o IPT (MADEIRA..., 2003), são os laminados (*plywood*), sarrafeados (*blockboard*) e multissarrafeados. Os

compensados laminados são produzidos com lâminas finas torneadas de madeira prensada; no sarrafeado, o miolo é formado por vários sarrafos de madeira, colados lado a lado; no compensado multissarrafeado, o miolo compõe-se de lâminas prensadas e coladas na vertical, fazendo um “sanduíche”- é considerado o mais estável e usado para fins estruturais. Assim, temos como alguns exemplos de compensado, o multilaminado (*Plywood*), o sarrafeado (*blockboard*), o de lâminas paralelas (*Laminated veneer lumber - LVL*), e o de painéis de madeira maciça (*Three-ply*).

Dentre esses tipos de compensado, o conceito de produto que mais se assemelha com o piso de BLC de taliscas de bambu é o do compensado de sarrafeado (FIGURA 27). Existe, por exemplo, o *Laminboard* que é composto por ripas maciças de madeira com largura menor que 7mm.



3.2.2.2 Chapas de fibra e aglomerado

Geralmente são divididas conforme sua fabricação específica e utilização das lascas, fibras e partículas da madeira, que são as seguintes: chapas de madeira aglomerada (*Particle board - PB*), chapas de flocos não orientados (*Waferboard - WB*), chapas de fibras isolantes (*Insulation board - IB*), chapas de fibras duras (*High Density Fiberboard - HDF*), chapas de fibras de média densidade (MDF), chapas de partículas orientadas (OSB), chapas de madeira-cimento e outras. O MDF, o OSB e o aglomerado podem ser utilizados para a produção de pisos laminados de madeira

e, conceitualmente, na redução e aproveitamento de resíduos de madeira para fabricação de outros produtos.

3.2.3 Pisos de Madeira

Segundo a ABIMCI (FLUXOGRAMA..., 2004d), os pisos de madeira são definidos em duas grandes classes: os maciços (FIGURA 28) e os laminados (FIGURA 29), levando-se em consideração a fabricação e o tipo de produto em madeira que os compõem. Esses pisos serão abordados mais detidamente no Capítulo 4.



Pisos maciços: compostos por madeira beneficiada; normalmente são fabricados em apenas uma camada. Exemplos: taco, assoalho, tábua corrida e parquet.

Figura 28 - Tábuas de madeira para piso.

Fonte: PRODUTOS..., 2004.



Pisos laminados: compreendem os pisos laminados e estruturados, normalmente fabricados em diversas camadas, onde o miolo pode ser de compensado, MDF, aglomerado e outros; são revestidos por uma lâmina de madeira decorativa.

Figura 29 - Piso laminado de compensado.

Fonte: PRODUTOS..., 2004

Dentre os produtos laminados de madeira, o processamento de produto que mais se assemelha com o do piso de BLC é o de pisos de madeira, os quais serão descritos no item 3.4 deste trabalho.

3.3 OS LAMINADOS DE BAMBU

O Bambu Laminado Colado (BLC) é considerado nesta pesquisa como um produto à base de material compósito, por ser formado por colmos de bambu beneficiados mecanicamente e unidos por adesivo. O bambu, apesar de seu diâmetro reduzido, quando comparado às madeiras pode alcançar padrões de chapas consideráveis para certas aplicações. O BLC assim obtido pode ser utilizado nos mais variados produtos, em componentes construtivos e de habitação (FIGURA 30), e em chapas, pisos, mobiliário, cabos para ferramentas e outros.



Figura 30 - Casa de Bambu Laminado Colado no Japão.
Fonte: Revista Cotens , 2002 apud RIVERO, 2003, p.14.

Segundo Rivero (2003), há vinte anos começou o processo de abertura política da China e, graças ao rápido desenvolvimento daquele país, ocorreu uma grande demanda por madeiras para utilização em construções. Como existe na

China abundância de espécies de bambus em grandes áreas, iniciou-se ali um processo de incentivo à pesquisa com a finalidade de desenvolver chapas desse material e a exploração racional de suas florestas.

As chapas de bambu, segundo Moizés (2007), são formadas pelo colmo do bambu (roliço) processado em lâminas, lascas, ripas e partículas de bambu (FIGURA 31), unidas por meio de adesivos à base de uréia formaldeído, uréia melamina formaldeído, fenol formaldeído, isocianato, cimentos e outros materiais. São classificados e divididos segundo o tamanho e o formato do material, por sua aplicação e uso, e podem fornecer resultados mais satisfatórios de resistência à flexão, tração e compressão por estarem agregados com adesivos.



Figura 31 - Lâminas, lascas, ripas ou partículas de bambu.
Fonte: MOIZÉS, 2007, p.46.

Na literatura mundial são mencionadas chapas com diferentes definições para cada aplicação; com isso, suas denominações variam conforme o país de origem. De acordo com estudo do SENAI (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2005), o laminado colado de bambu é mais conhecido na China como *Laminated Bamboo Lumber* (LBL), mas também é chamado de *Plyboo*, em referência aos laminados de madeira denominados de *Plywood* em inglês. Essas derivações das chapas de bambu geralmente são produzidas em escala industrial e encontradas comercialmente principalmente na China, Índia, Vietnam, Malásia, Indonésia, Taiwan, Filipinas, o que possibilitou um novo mercado para a utilização do bambu na construção.

Existem inúmeras chapas de bambu fabricadas nesses países, sendo que as mais utilizadas e encontradas são: chapa de cortina de bambu (*bamboo curtain board*); chapa de esteira de bambu (*bamboo mat board*); esteira de Bambu (*bamboo mat*); Bambu Laminado Colado (*Glued Laminated Bamboo*); Bambu Laminado Colado contra-placado (*Plybamboo Laminated Bamboo*); pisos de bambu (*bamboo floor laminated board*); chapa de aglomerado de Bambu (*bamboo fiber board*); chapa de partículas de bambu (*bamboo particle board*).

Os produtos de BLC selecionados para serem pesquisados a partir de taliscas de bambu, conforme Figura 32, foram, respectivamente, os Pisos de Bambu e o Compensado Contraplacado de Bambu (CPB). O Bambu Laminado Colado é produzido com a mesma tecnologia do piso de madeira maciça, na etapa de beneficiamento (usinagem), e dos compensados de madeira, nas etapas de distribuição e colagem das ripas, utilizando adesivos à base de água ou resina sintética, a depender de sua aplicação. Sua produção dependerá do formato da peça e do maquinário disponível, e conforme as técnicas e os processos de cada fábrica ou centro de pesquisa.

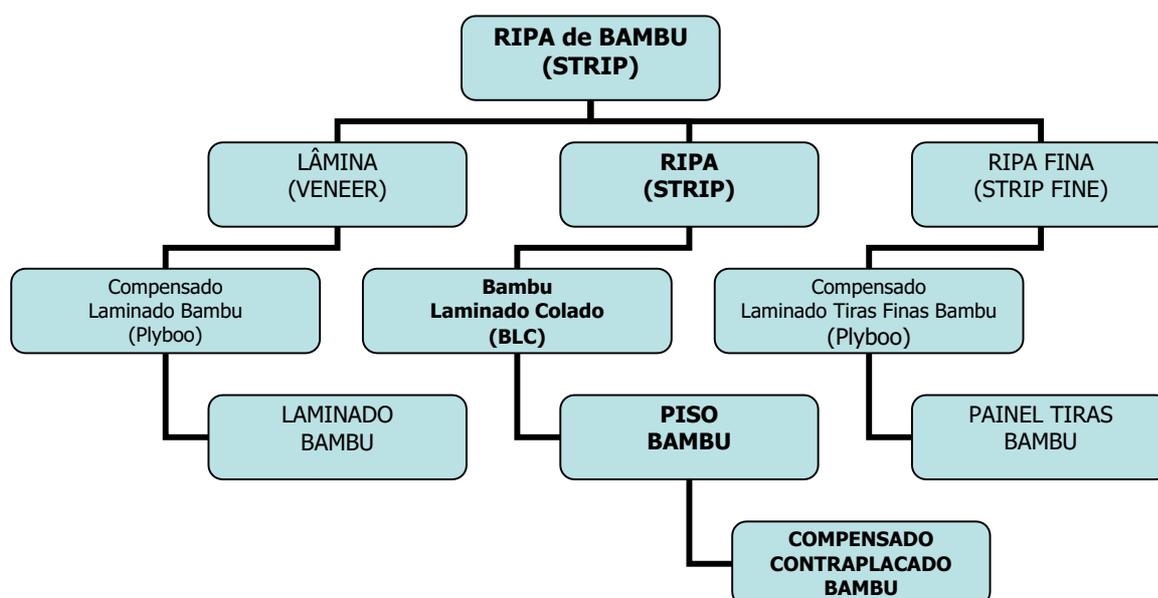


Figura 32 - Fluxograma de ripa de bambu como matéria-prima e produtos derivados.
Fonte: Adaptado de MOIZÉS, 2007, p.48.

3.4 PRODUÇÃO DE LAMINADOS DE MADEIRA

A madeira, para ser transformada em PMVA, é um material que exige grandes equipamentos e infra-estrutura, motivo pelo qual sua produção é voltada para o grande capital. A produção de laminados de madeira, por exemplo, divide-se em dois processos: indústrias de processamento mecânico de madeira beneficiada, e fábricas de madeira reconstituída. A fabricação das lâminas de madeira, por exemplo, pode ser feita pelo desdobro da madeira roliça por meio de serras mecânicas ou de torno mecânico, quando são classificadas, respectivamente, como lâminas beneficiadas (usinadas) e lâminas finas contínuas (torneadas). Para colagem das lâminas, utiliza-se comumente resina sintética (resinas à base de uréia-formaldeído, para uso interno; à base de fenol-formaldeído, para uso externo) e outros materiais.

As etapas de obtenção e aparelhamento das lâminas usinadas de madeira para a produção de piso maciço e as das taliscas de bambu para produção de piso de BLC, são similares. Porém, para a fabricação do piso maciço de madeira não são necessárias etapas de colagem e prensagem, fundamentais para a fabricação do piso de BLC, o que não impede a comparação entre os dois processos. Isto ocorre porque as peças de madeira com largura entre 10 e 20 cm já compõem o piso, enquanto que as taliscas de bambu possuem dimensão dez vezes menor, entre 1,0 e 2,5 cm, necessitando que sejam unidas para aumentar a largura das peças que irão compor esse piso. Esse processo de colagem e prensagem das taliscas de bambu para fabricação do piso de BLC é similar ao do compensado sarrafeado de madeira (FIGURA 23). Entretanto, todas as outras etapas do processamento para compensado, desde o início da obtenção de lâminas torneadas até o produto final, são diferentes. Por este motivo, o processo de fabricação do piso maciço de madeira foi escolhido para ser comparado com o de BLC, pois nele encontram-se mais etapas similares que permitem eleger parâmetros sustentáveis para a produção do piso de BLC, descritos no item 3.6 deste capítulo.

O processo produtivo de fabricação do piso maciço de madeira envolve algumas etapas, definidas nesta pesquisa como operações primárias, secundárias e complementares, as quais são descritas de forma simplificada nos itens que se seguem.

3.4.1 Operações Primárias: Obtenção de Lâminas de Madeira Maciça

Essa etapa vai desde a obtenção da madeira roliça, produto com menor grau de processamento, até a produção de madeira serrada em unidades industriais (serrarias), onde as toras são processadas mecanicamente, transformando-se a peça originalmente cilíndrica em peças quadrangulares ou retangulares, de menor dimensão. Essas peças quadrangulares formam o componente padrão para a produção do componente acabado, neste caso, o piso de madeira maciça. As principais etapas estão descritas no Quadro 12.

ETAPAS	DESCRIÇÃO
1) CORTE DA MADEIRA	Esta atividade é também chamada de trozeamento. Após a obtenção da madeira em toras é realizado o transporte da floresta até a indústria. Obs.: As madeiras usadas para piso maciço são geralmente mais duras (madeira com densidade superior a 0,7g/cm³). Exemplo: Ipês, Cumaru, Perobas, Maçaranduba e, atualmente, algumas espécies de Eucalyptus.
2) DESCASCAMENTO	Após o descarregamento, a madeira é traçada e classificada normalmente de acordo com seu diâmetro, sendo posteriormente levada ao descascamento. Esta operação pode ser facultativa em algumas indústrias.
3) CHEGADA À INDÚSTRIA	As toras seguem normalmente para um descascador de tambor e são mais uma vez classificadas conforme a classe de diâmetro. As toras descascadas são enviadas ao processo e depositadas em uma mesa unitizadora, que as separa uma a uma, antes do desdobro.
4) DESDOBRAMENTO	As toras separadas uma a uma passam por uma serra de fita simples ou dupla, obtendo-se como produto um bloco e costaneiras.
5) REFILAMENTO	O bloco é encaminhado para outro conjunto de serras (serras circulares múltiplas), obtendo-se o produto principal (tábuas e outras) de bitolas padronizadas e costaneiras. As costaneiras que sobram do processamento da serra de fita e das serras múltiplas são aproveitadas, no primeiro caso, para a fabricação de um produto da mesma dimensão do produto principal. Para isto, são encaminhadas para uma outra serra de fita horizontal e para a refiladeira. Já no segundo caso, as costaneiras, juntamente com os refilos, seguem para o sistema de coleta de resíduos, que os encaminha para um picador transformando-os, desta forma, em cavacos que podem ser comercializados.
6) GRADEAMENTO	Antes da secagem, a madeira serrada verde sofre uma pré-classificação (manual), de acordo com suas dimensões e classe de qualidade. Simultaneamente, o material é gradeado, sendo formadas pilhas. As pilhas de madeira são encaminhadas para as estufas de secagem com o auxílio de uma empilhadeira.
7) SECAGEM E ARMAZENAGEM	Após a transformação dos troncos em tábuas, para garantir-lhes a máxima durabilidade, é necessário um tratamento rigoroso, que passa pela secagem ao ar livre (aproximadamente quatro meses) para que a madeira perca grande parte da umidade; posteriormente, procede-se à fase da secagem artificial em estufas controladas por computadores, de modo que a madeira atinja umidades desejáveis e uniformes, e também reduzindo o tencionamento, encolhimento, empenamento, colapso, trincas, etc. Portanto, jamais a secagem poderá ser feita após o beneficiamento. A secagem natural, ao ar livre, é mais usada na época em que a temperatura é mais alta e a umidade relativa do ar, mais baixa. Já a secagem artificial, em estufas, pode ser feita em qualquer época do ano, pois a temperatura e umidade são controladas por computadores. Os serrados secos estão aptos à comercialização ou podem ser direcionados para um processamento secundário.

Quadro 12 - Descrição das etapas de produção da madeira maciça.

Fonte: Adaptado de FLUXOGRAMA..., 2004d.; MADEIRA..., 2003; INDUSPARQUET..., [2007].

3.4.2 Operações Secundárias: Fabricação de Piso Maciço de Madeira

Nesta fase acontece a usinagem das peças serradas (madeira beneficiada) para fabricação do piso, agregando-lhes valor. A descrição sucinta dessas etapas encontra-se no Quadro 13.

ETAPAS	DESCRIÇÃO
8) DESENGROSSO	Esta etapa de fabricação do piso envolve primeiramente o processamento da madeira serrada seca em uma plaina desengrossadeira, com a finalidade de uniformizar a espessura do material e facilitar sua classificação visual, permitindo a identificação de possíveis defeitos.
9) REFILAMENTO	Depois de classificadas, as tábuas podem ser refiladas (serra circular refiladeira) para reaproveitamento (peças desclassificadas) ou para simplesmente pré-definir a largura das mesmas.
10) APARELHAMENTO LONGITUDINAL	Por sua vez, as peças refiladas ou não, são processadas em uma plaina moldureira, sendo conferido o perfil longitudinal (encaixe macho-fêmea) da peça de madeira. As peças perfiladas longitudinalmente seguem para destopo (serra circular destopadeira) e classificação, sendo definida a dimensão final do piso.
11) APARELHAMENTO TRANSVERSAL	Após destopo, as peças são processadas em uma perfiladeira, onde é conferido o perfil transversal (encaixe macho-fêmea).
12) LIXAMENTO E ACABAMENTO	As peças são lixadas, preparando-se assim para o acabamento, etapa que corrige eventuais imperfeições e uniformiza espessura, largura e comprimento de cada tábua.
13) EMBALAGEM	Depois de devidamente aprovado pelo controle de qualidade, o piso pronto é classificado, embalado e direcionado para área de armazenamento e expedição.

Quadro 13 - Descrição das etapas de produção da madeira beneficiada para fabricação de piso.

Fonte: Adaptado de FLUXOGRAMA... , 2004d; MADEIRA..., 2003.

3.4.3 Operações Complementares: Aproveitamento dos Resíduos de Madeira

A indústria brasileira de serrado, por falta de investimentos tecnológicos, tem uma perda de 65 a 70% de matéria-prima, em média, no processo de transformação tora/serrado; esse índice chega a 76% da madeira tropical do estado do Amazonas devido, principalmente, à tecnologia utilizada e à baixa qualidade das toras (FLUXOGRAMA..., 2004c). Para aumentar a eficiência e diminuir o desperdício,

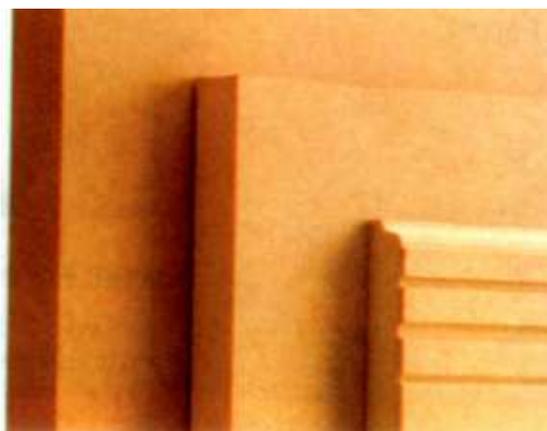
existem as operações de aproveitamento de resíduos de madeira, definidas nesta pesquisa.

Operações complementares são as que visam ao aproveitamento dos resíduos decorrentes dessa fase (refilos, serragem, etc.). Esses insumos podem ser incorporados no processo produtivo, utilizados, em princípio, para geração de energia térmica (estufas) ou biomassa para a caldeira, ou para a reutilização em chapas de madeira reconstituída, especialmente as de aglomerado e fibras, como por exemplo, na Figura 33. Segundo César (2002), a chapa de aglomerado pode ser composta de madeira triturada em pedaços miúdos, por cavacos, maravalhas ou lascas de madeira unidas por adesivos submetidos a calor e pressão.

Essas operações estão de acordo com o item 9 do Quadro 11, referente a critérios de eco-design. A utilização dos resíduos como biomassa para geração de energia é usual e podem ser mais bem reutilizados no caso da madeira reconstituída. A madeira reconstituída é um produto que requer outra tecnologia e demanda planejamento e investimento para reutilização dos resíduos como matéria-prima em outros processos produtivos. Hoje a indústria da madeira utiliza-se dessas tecnologias para aumentar a eficiência de sua produção.



a



b

Figura 33 - Exemplos de madeira reconstituída.

Fonte: CÉSAR, 2002, p.60; PRODUTOS..., 2004, p.4.

Nota: a - aglomerado; b- chapas de MDF.

3.5 PRODUÇÃO DE BAMBU LAMINADO COLADO (BLC)

O BLC pode ser fabricado tanto em escala industrial quanto em pequena manufatura, denominada processo mecânico-manual, pois os equipamentos e maquinários utilizados para o processamento dos laminados de bambu podem ser de pequeno, médio e grande porte como, por exemplo, nas serras utilizadas no beneficiamento da madeira maciça. O tamanho da fábrica ou centro de pesquisa, por exemplo, vai depender de outros fatores como planejamento, logística, aspectos ambientais e sociais do empreendimento.

A produção de BLC na China é referência internacional, mas pode incentivar a concentração de renda, pois utiliza equipamentos adequados para a escala industrial. Segundo o SENAI (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2005), os laminados chineses são obtidos da seguinte forma: “o maquinário necessário para obter as lâminas com bambu, a partir do corte dos colmos em tiras, vaporização e secagem do bambu, é o mesmo utilizado na fabricação dos laminados de madeira existentes no mercado.” As principais etapas e seus desdobramentos são descritos nos exemplos das Figuras 34, 35, 36, 37, 38 e 39.



a



b

Figura 34 – Obtenção e tratamento das tiras de bambu

Fonte: SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2005.

Nota: a-obtenção das tiras de bambu: os colmos são cortados em tiras, o mais uniformemente possível; b - tratamento térmico realizado com aspersão de vapor d'água.



c



d

Figura 35 – Formação das lâminas de bambu.

Fonte: SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2005.

Nota: c - secagem do bambu, realizada em estufa para diminuir o tempo de secagem;
d - aplicação de cola e prensagem das tiras de bambu objetivando a formação das lâminas.



e



f

Figura 36 – Aparelhamento das lâminas de bambu.

Fonte: SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2005.

Nota: e - aparelhamento lateral das lâminas já processadas; f - aparelhamento longitudinal para formar e aplainar as lâminas visando acabamento e espessura finais.



g



h

Figura 37- Corte e encaixe das lâminas.

Fonte: SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2005.

Nota: g - corte padrão no tamanho final; h - colocação dos encaixes nas lâminas (sulco e lingüeta).



i



j

Figura 38 – Lixamento e acabamento das lâminas.

Fonte: SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2005.

Nota: i - lixamento; j - acabamento de superfície (aplicação de 3 demãos de verniz).



k

l

Figura 39 – Controle de qualidade, armazenagem e empacotamento das lâminas.
 Fonte: SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2005.

Nota: k - inspeção e controle de qualidade; l - armazenagem e empacotamento para o mercado consumidor.

O Centro Nacional Chinês de Pesquisa do Bambu (CBRC), aperfeiçoou a tecnologia para obtenção dos laminados. Algumas etapas estão descritas e exemplificadas nas figuras 40 a 45.



Figura 40 - Colmos de Bambu-mossô (*Phyllostachys pubescens*).

Fonte: PEREIRA; BERALDO, 2007.

Notas: - a figura mostra exemplos de colmos dessa espécie de bambu, os quais permitem um maior aproveitamento para peças laminadas, com maior área de aproveitamento da parede do bambu.

- segundo Pereira e Beraldo (2007), devido a um rigoroso manejo, os colmos do Bambu-mossô (*Phyllostachys pubescens*) possuem grande biomassa, pois as varas atingem altura de até 30m, diâmetro médio na base de 15 cm podendo atingir até 25 cm; considerando 16 m de altura com aproveitamento para aplicações no segmento de construção, atinge volume médio de 30m³ por ha na idade madura. A figura mostra exemplos de colmos desta espécie de bambu que permitem um maior aproveitamento para peças laminadas de bambu, com mais área de aproveitamento da parede do bambu.



a

b

Figura 41 – Segmentação e processamento dos colmos.

Fonte: PEREIRA; BERALDO, 2007.

Nota: a- segmentação dos colmos em peças uniformes, com o mesmo comprimento; b - processamento dos colmos em cortes longitudinais.



c

d

Figura 42 – Tratamento de taliscas de bambu.

Fonte: PEREIRA; BERALDO, 2007.

Nota: c - taliscas (ripas) de bambu para serem tratadas no forno de defumação; d - taliscas tratadas com a coloração alterada pelo processo de defumação.



Figura 43 - Processo mecânico de colagem das ripas.

Fonte: PEREIRA; BERALDO, 2007.

Nota: a colagem é feita por máquina encoladeira, que passa cola simultaneamente dos dois lados das taliscas, acelerando o processo.



Figura 44 - Processo manual de colagem das ripas no sentido horizontal.

Fonte: MOIZÉS, 2007, p.39.

Nota: aqui as ripas são justapostas lado a lado para aplicação de cola com pincel.



Figura 45 – Piso de BLC e palitos de bambu.

Fonte: PEREIRA; BERLDO, 2007.

Nota: g - Piso de BLC finalizado e empilhado para transportar para o empacotamento; h - palitos de bambu (subproduto do processo de produção do piso de BLC) amarrados e prontos para o empacotamento.

3.5.1 Produção de BLC com *Bambusa Vulgaris*

Hoje, no Brasil, a laminação do bambu se restringe à produção mecânico-manual e, em menor escala, àquela feita em centros de pesquisa ou por produtores independentes; os equipamentos utilizados são adaptação de máquinas para madeira encontradas em vários fabricantes nacionais. Outra dificuldade da laminação é que existem variações nos métodos, a depender da variedade de bambu que se vai trabalhar, o que implica diversos ajustes nos equipamentos. Há ainda o problema dos nós, que impedem a utilização de procedimentos automáticos em algumas máquinas, além da necessidade de um número razoável de mão-de-obra especializada para operacionalizá-las. A importação de máquinas de outros países pode ser um investimento arriscado, não só porque não existem peças de reposição para pronta-entrega, mas também porque um investimento desse porte requer um plano de negócios para colocação de produtos desse tipo no mercado.

Segundo o *site* da empresa Laminados Taquaruçu Indústria & Comércio (LATIC) *, vêm sendo testados equipamentos (máquinas laminadoras de

*As informações doravante designadas LATIC foram obtidas no *site* e também por intermédio de Marques, representante da empresa. Disponível em: <<http://www.laminadosdebambu.com.br>>. Acesso em: 20 jan. 2007.

pequeno e médio porte) com tecnologia nacional específica que permitem regularizar e produzir, com eficiência, lâminas de bambu de qualquer espécie, depois de seco. Este é o fator principal para a escolha desse processo de laminação do bambu, pois, com esse equipamento, é possível padronizar componentes reconhecíveis como ripas ou taliscas de bambu e quantificá-los e aproveitá-los para confecção de outros produtos derivados.

Com esse maquinário específico abre-se a possibilidade, sem precedentes, de aperfeiçoamento da laminação dos bambus no Brasil. Essa atividade deve ser adaptada para a realidade brasileira diante da possibilidade de sua utilização na produção mecânico-manual de pequenas manufaturas, conforme a disponibilidade de matéria-prima e de equipamento na formação de arranjos produtivos locais que visem à distribuição de renda.

Para matéria-prima do BLC as espécies *Guadua angustifolia*, *Phyllostachys pubescens* e *Dendrocalamus giganteus* são as mais indicadas, pela regularidade dos colmos tanto na retinidade quanto na espessura das paredes. Entretanto, o propósito de experimentar a produção de piso de BLC com *Bambusa vulgaris*, com pouca homogeneidade dos colmos em relação à espessura das paredes e à retinidade no comprimento, deve-se ao fato de ser essa a espécie de maior propagação e adaptação no Brasil.

Existe também a dificuldade de testar o tratamento adequado para essa espécie de bambu e para o controle de insetos e fungos que garantam a durabilidade do produto. Devido a essas particularidades do *B. vulgaris*, foi necessário estipular critérios mínimos de procedimento. As etapas descritas em sequência, de modo geral, incorporam os seguintes aspectos:

- o método adotado na pesquisa de Pereira (2006), por haver nele princípios semelhantes aos adotados nesta pesquisa para padronizar a obtenção das taliscas;
- os equipamentos para laminação e fabricação de BLC encontrados no Brasil e produzidos pela LATIC;

- o conceito de manejo, maquinário e a forma de colagem do Centro Nacional Chinês de Pesquisa do Bambu, que garantem qualidade e rapidez nessa etapa.

As operações primárias são definidas, nesta pesquisa, a partir do processamento do bambu roliço (matéria-prima) até a obtenção da talisca (ripa de bambu). As operações secundárias se referem ao beneficiamento da talisca, como secagem, ao aparelhamento para padronizar a seção e o comprimento, à colagem, prensagem, usinagem e tratamento, como por exemplo, para a produção de piso. As operações complementares estão relacionadas com o aproveitamento de subprodutos desse processo produtivo.

3.5.2 Operações Primárias: Processo Produtivo de BLC com *Bambusa vulgaris*

Estas são operações de preparo dos colmos de bambu em peças uniformes para fornecimento da talisca, considerando a espessura da sua parede, o seu diâmetro e o seu comprimento. Para cada uma delas devem ser observados cuidados que garantam a qualidade futura do BLC no produto final, conforme a descrição das respectivas etapas.

1ª. - Seleção e colheita dos colmos: para a escolha dos colmos, deve-se observar a procedência do bambu, verificar o manejo (retirada anual dos colmos), e selecionar o colmo em relação à idade (é importante marcar e fazer o acompanhamento do bambu desde o ano de nascimento); verificar a presença de rachaduras, tortuosidade das peças e diâmetro mínimo para depois efetuar o corte, conforme os seguintes parâmetros:

- idade do colmo: os colmos selecionados para retirada, considerados maduros, devem estar com idade de três a cinco anos, quando atingem plenamente as propriedades de resistência.
- altura útil do colmo: definida como aquela em que a espessura da parede seja no mínimo de 8 mm, necessária para a obtenção das taliscas de seção (05x15); maximiza-se dessa maneira a utilização do colmo em termos de sua

altura e, a depender da homogeneidade de diâmetro e espessura do bambu, pode-se aproveitar em torno de 1/3, 50%, ou mais de 50% do comprimento do colmo inteiro.

- partes do colmo ao longo da altura: após a colheita, executam-se cortes transversais das partes aproveitáveis em relação à altura útil dos colmos; a altura aproveitável do colmo dependerá de sua localização nas três regiões: A (basal ou inferior), B (intermediária ou média), e C (superior ou apical), conforme esquema apresentado por Pereira (2006) na Figura 46.

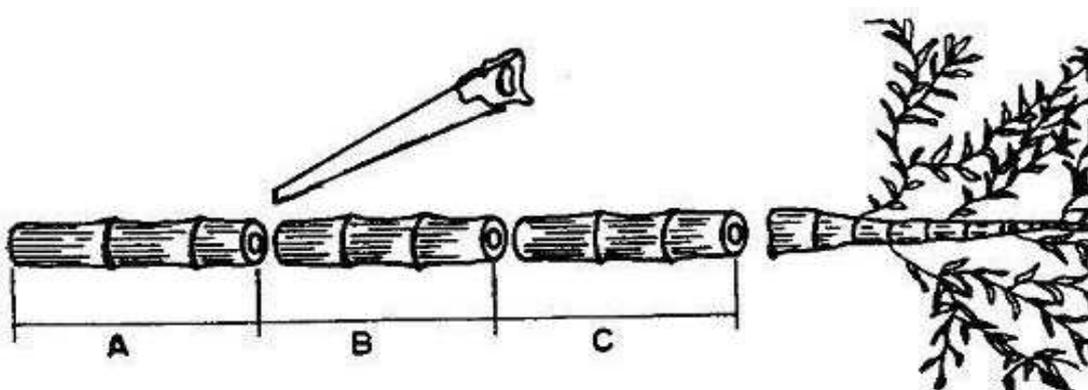


Figura 46 - Três partes do colmo que podem ser aproveitadas para laminação.

Fonte: PEREIRA, 2006, p.7.

Nota: A = basal; B= média; C= apical

- posição segundo as paredes do colmo: serão produzidas taliscas para as três regiões do colmo- A, B e C - com material proveniente das posições mais próximas possíveis da casca, buscando-se assim a região rica em fibras e teoricamente mais resistente ao longo da parede, sendo descartado, nesse momento, o material proveniente das regiões internas da parede, mais ricas em parênquima e teoricamente menos resistentes; a parte mais externa da parede do colmo (casca) será também descartada, pois a casca do bambu é coberta por duas camadas de cera e uma de sílica que a tornam impermeável, dificultando assim a colagem das ripas.
- presença de nós: serão confeccionadas taliscas com e sem a presença de nós buscando-se, para as condições anteriormente definidas, aquelas com os menores e os maiores valores de resistência, com o objetivo de misturá-las na

confeção do produto e de distribuir, harmonicamente, aquelas com os menores e os maiores valores de resistência no conjunto do produto.

- espessura e largura dos laminados/taliscas: espessura definida, neste momento, como sendo de 5 mm, de modo a maximizar o aproveitamento em altura do colmo e garantir as condições necessárias para o processamento das ripas laminadas; a largura é definida, neste momento, como sendo de 15 mm (exclusivamente para essa espécie de bambu, com suas características físicas de diâmetro e espessura de parede), como forma de se retirar, o mais próximo possível da região mais externa da parede (região da casca), o material que irá compor as amostras, minimizando assim as perdas (geralmente lascas e partículas) em função da curvatura da parede, conforme Figura 47.

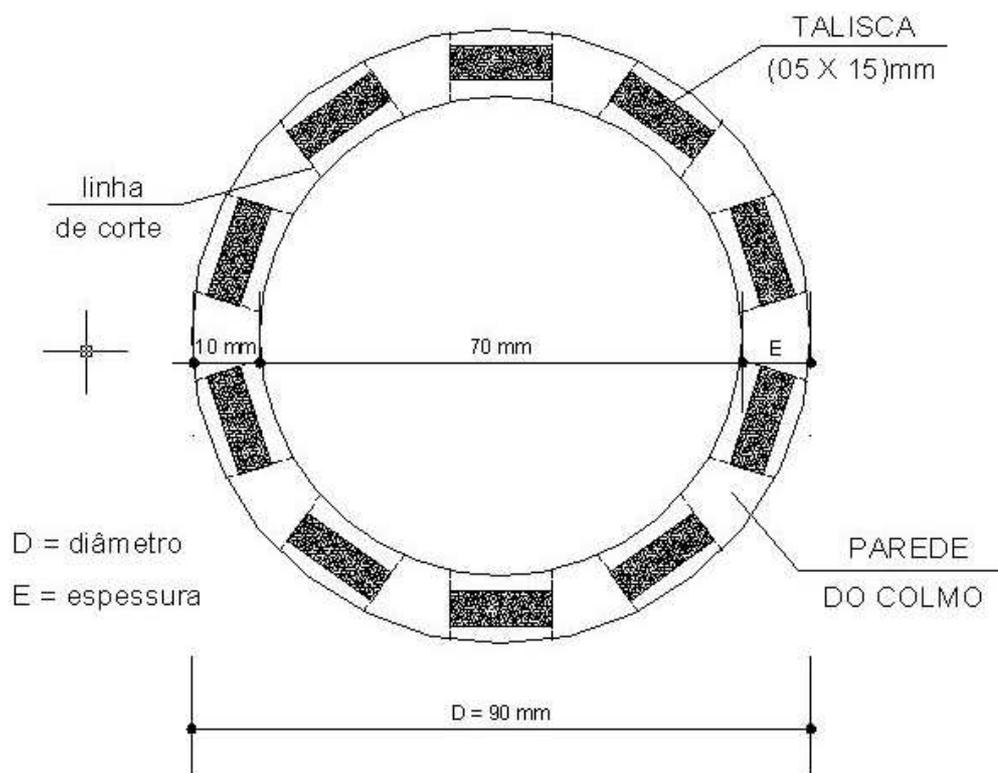


Figura 47 - Seção transversal do colmo de bambu com diâmetro e espessura.

2ª. - Transporte: nessa etapa os colmos podem ser transportados inteiros, em comprimentos maiores ou de acordo com as partes aproveitáveis A, B e C, ou em segmentos menores a depender do transporte disponível; engloba as operações de

carregamento, traslado e descarregamento das peças; por causa da tortuosidade dos colmos de *B. vulgaris*, sugere-se que o segmento de colmo tenha comprimento mínimo em torno de 550 mm, e máximo, um múltiplo dessa medida; o objetivo dessa padronização é aumentar o rendimento com a obtenção de taliscas menores para suavizar qualquer problema de curvatura, ou então para minimizar perdas e garantir qualidade ao experimentar o corte dos colmos inteiros, posteriormente ao transporte, e no topo (FIGURA 48); nada impede que possam ser fabricadas taliscas de diferentes tamanhos, com comprimento e espessura maiores ou menores, a depender do produto destinado, como por exemplo, palitos de bambu.



Figura 48 - Topejadora com capacidade para diâmetro de até 170 mm.
Fonte: LATIC

3ª. - Secagem: pode ser natural (por período de mais de 30 dias), por processo de defumação ou estufa; a secagem é feita antes do processamento das lâminas porque propicia as seguintes vantagens:

- a) evita o ataque de insetos e fungos;
- b) aumenta a durabilidade em serviço;
- c) evita contrações e fendas;
- d) aumenta a resistência mecânica; diminui a massa do material;
- e) prepara o bambu para tratamentos preservativos e outros usos industriais.

4ª. - Estocagem: para armazenar o bambu ainda roliço, ou depois dos cortes longitudinais, e com casca, quando se obtêm taliscas ainda verdes (FIGURA 47), deve-se utilizar um tratamento menos tóxico (ver 7ª. etapa - Tratamento), para que os futuros resíduos de aparelhamento não sejam agressivos ao meio ambiente; o tratamento das taliscas é mais econômico, pois usa menor quantidade de produtos preservativos.

5ª. - Cortes longitudinais: é necessário abrir os colmos de bambu em taliscas, mantendo as laterais perpendiculares à largura da peça, numa serra seccionadora móvel semi-automática (máquina Taquari) conforme Figura 49.

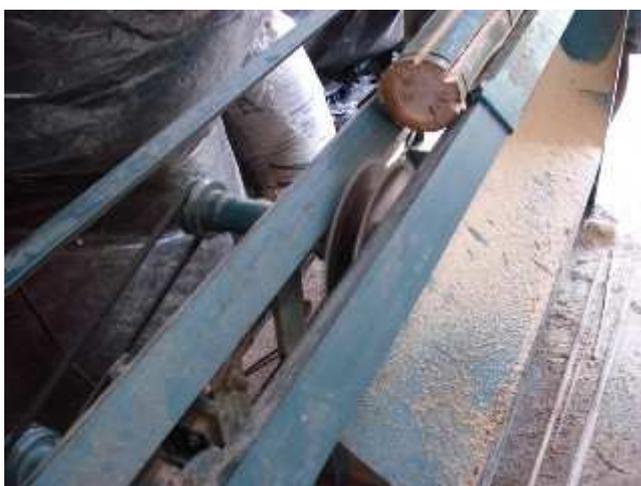


Figura 49 - Bambu seccionado longitudinalmente.

Fonte: LATIC

A inovação apontada pela LATIC está nessa primeira etapa, na maneira de serrar o bambu : se isso for feito com a peça de bambu em movimento, mesmo com carrinho transportador, é necessário que a banca possua pelo menos duas vezes o comprimento da peça, aumentando espaço e custos; mas ao se posicionar a serra móvel por baixo, economiza-se material (a peça de bambu fica imóvel, a serra é que se movimenta) com a diminuição da banca; e no quesito segurança, as lâminas cortantes ficam isoladas no console da máquina - custo e segurança justificam as alterações.

6ª. - Aparelhamentos longitudinais:

- a) retirar as curvaturas interna e externa (casca) da talisca de bambu, conforme Figura 50.

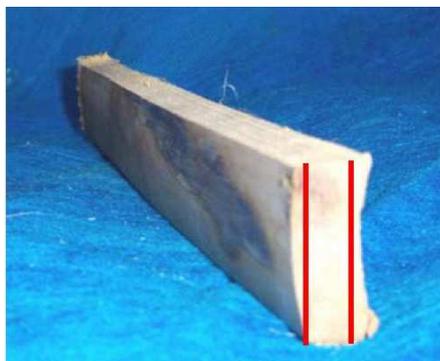


Figura 50 - Detalhe das curvaturas internas e externas da talisca de bambu.
Fonte: RIVERO, 2003, p.29

- b) aparelhar os quatro lados da ripa ou talisca (regulagem em largura de 10 a 50 mm e espessura entre 02 e 12 mm), com possibilidade de regulá-la também para produzir palitos de bambu; o equipamento utilizado é uma plaina moldureira de quatro fresas que, com uma troca de acessórios, pode atuar como desempenadeira em dupla face em peças de bambu colado; de acordo com a máquina Supertaquara serão produzidas taliscas (ripas) ou palitos de bambu, conforme a Figura 51; esse tipo de aparelhamento, no caso das taliscas, não invalida as máquinas para madeira.



a



b

Figura 51 - Aparelhamentos longitudinais em plaina moldureira.

Fonte: LATIC

Nota: a – aparelhamento final em taliscas de bambu;
b – aparelhamento final em palitos de bambu.

7ª. - Tratamento: a durabilidade do bambu está diretamente ligada aos processos de aplicação e seleção de produtos preservativos, empregados no colmo a depender da destinação de seu uso (estoque, aplicação em produto); usar o tratamento adequado conforme a linha de produção, sempre que necessário, mas com responsabilidade e respeito ao meio ambiente; se necessário, tratar as lâminas aparelhadas finalizadas, podendo-se utilizar dois métodos, a depender da longevidade do produto a que se destina : por exemplo, se o produto tiver por objetivo ser mais durável, com possibilidade de reutilização e descarte prolongado, utiliza-se um tratamento mais tóxico; se o produto for menos durável, com descarte e retorno breve ao meio ambiente, utiliza-se um tratamento menos tóxico; os métodos empregados são, basicamente, os seguintes:

- para durabilidade menor (menos tempo para serem incorporados ao meio ambiente): proceder ao tratamento químico de imunização contra insetos (xilófagos), quando a broca já não está mais na ripa ou colmo, em fervura acidulada com sais de boro, com imersão dos colmos em tanques ou então com o “Método *Boucherie*” modificado, o qual é feito sob pressão e, de modo geral, é mais eficiente para tratamento de imunização;
- para durabilidade maior (mais tempo para serem incorporados ao meio ambiente): imersão em tanques ou pulverização dos colmos com produtos como querosene, borato de cobre cromatado (CCB) e Pentox, ou industrialmente por autoclave utilizando arseniato de cobre cromatado (CCA), produtos considerados altamente tóxicos; o processo de autoclave é ideal para a talisca, mas existe a questão ecológica que deve ser considerada com vistas ao estudo de soluções para depois do descarte do produto assim tratado.

8ª. - Armazenagem: armazenar as taliscas à sombra, com ventilação, para que absorvam umidade ambiente e se estabilizem; para efetuar a colagem é necessário que a umidade de equilíbrio esteja abaixo de 15%; se não, é preciso secá-las novamente até que atinjam o percentual ideal.

3.5.3 Operações Secundárias: Processo Produtivo Mecânico-Manual de BLC

Segundo MOIZÉS (2007), o BLC é confeccionado, basicamente, por meio da colagem de lâminas de bambu devidamente tratadas, sendo que o processo de produção mais utilizado é o manual-mecânico devido a menores perdas de matéria-prima e à redução do tempo de produção; depois, são efetuadas a aplicação do adesivo e a prensagem, sendo a mais indicada a prensagem quente.

O *Phyllostachys heterocycla pubescens* (Bambu Mossô), encontrado em São Paulo, também pode ser utilizado para a produção de laminado de bambu; tanto ele quanto o *Dendrocalamus giganteous* (Bambu Gigante) não são utilizados comercialmente na Bahia; ser for plantado, o *Guadua angustifolia* também pode se tornar, rapidamente, uma espécie comercial. A retilinidade e espessura dos seus colmos favorecem o processamento inicial de transformação do bambu roliço em peças planas (ripas ou taliscas), mediante o aparelhamento na espessura e largura para posterior utilização.

Dando seqüência à numeração das etapas das operações primárias, apresentam-se em seguida as que constituem as operações secundárias.

9ª. - Colagem: geralmente há uma seleção manual das taliscas e, em seguida, disposição e colagem das peças; para aperfeiçoar e qualificar a colagem, deve ser usado um equipamento similar ao maquinário chinês da Figura 43; e para facilitar a prensagem, deve-se colar as taliscas no sentido vertical, como na Figura 52, com adesivos resistentes à água – como resinas poliuretanas e outros à base de mamona -, utilizados atualmente em pesquisas e que serão abordados no Capítulo 4.



Figura 52 - Colagem manual das taliscas com adesivos.
Fonte: PEREIRA; BERALDO. 2007.

10^a. - Prensagem: a Figura 53 apresenta um exemplo de prensa mecânica a frio, para fabricação de laminados e aglomerados (capacidade de 1.40 x 0.70 m.); essa prensa necessita de chapas de compensado especial como suporte superior e inferior, e pode receber várias camadas de laminados, ao mesmo tempo; por ser dividida em duas placas independentes (suporte móvel superior), permite a produção de dois tamanhos de laminados; a depender da sua forma, pode-se usar um tipo específico de molde.



Figura 53 - Prensa mecânica.
Fonte: LATIC.

11ª. - Usinagem: em alguns casos, ainda se faz a usinagem para obtenção de encaixes macho-fêmea (como nos pisos de bambu), necessários à montagem do produto no seu destino final, conforme Figura 54.



Figura 54 - Obtenção de encaixe macho-fêmea.
Fonte: MOIZÉS, 2007, p.39.

12ª. - Lixamento: dependendo da finalidade do componente a ser produzido (chapa, viga, piso), as peças são aparadas nas extremidades (bordas) e lixadas; na Figura 55, exemplo de lixadeira adequada para bambu.



Figura 55 - Lixadeira aberta e fechada.
Fonte: LATIC

13ª. - Acabamentos superficiais: na seqüência, podem ser dados acabamentos com seladores, bases poliuretanas com ou sem UV (Ultra Violeta), ou diretamente com o verniz; são utilizados abrasivos (lixas), ou tintas e bases poliuretanas.

14ª. - Embalagem: embalar o produto para transporte em recipiente que mantenha a integridade do acabamento final (p. ex., caixas de papelão) e despachá-lo para o mercado consumidor.

3.5.4 Operações Complementares: Aproveitamento dos Resíduos de Bambu

Segundo testes empíricos da LATIC, a perda de matéria-prima para produção de taliscas situa-se entre 75 a 85%, a depender da espécie de bambu, da destinação do produto, das dimensões da talisca (principalmente espessura). Essa perda se concentra na base e na ponta do colmo, nas aparas dos cortes para acerto de dimensões, e nas sobras do aparelhamento longitudinal das taliscas (laterais retas); o índice de perda, em média, é 10% maior do que aquele que se observa na produção de serrados. Sendo assim, é imprescindível indicar possibilidades de aproveitamento e reciclagem das aparas do bambu pelas operações complementares de colar, triturar e não gerar resíduo.

Essas operações devem ser incorporadas ao processo produtivo, pois garantem a sua eficiência ao aproveitar as pontas residuais e as sobras dos colmos de bambu, transformando-os em subprodutos desse processo. A viabilidade de produtos como, por exemplo, biomassa, fabricação de varetas, adubo, carvão de bambu, móveis, papel ou triturados para servirem principalmente de insumo para chapas de aglomerado de bambu (FIGURA 56), feitas de partículas prensadas, podem tornar eficiente e viável a laminação do bambu no Brasil.



a



b

Figura 56 – Subprodutos de sobras do bambu.

Fonte: PEREIRA; BERALDO, 2007.

Nota: a - carvão de bambu; b - chapas de aglomerado de bambu.

3.6 PROCESSO DE LAMINAÇÃO: MADEIRA X BAMBU

Neste item será feita uma comparação geral entre os processos de laminação da madeira para produção de pisos e revestimentos em madeira, e de laminação do bambu para produção de BLC, apresentados nos itens 3.4 e 3.5 deste capítulo. As comparações se detêm na análise de algumas das etapas de produção de ambos os materiais, separadas em operações primárias e secundárias, a partir da investigação da literatura sobre o assunto e visita a uma indústria de processamento de madeira, conforme o Quadro 14.

TIPO	MADEIRA	BAMBU
OPERAÇÕES PRIMÁRIAS	1) Corte	1) Seleção e colheita dos Colmos
	2) Descascamento	2) Transporte
	3) Chegada à indústria*	3) Secagem
	4) Desdobramento principal	4) Estocagem
	5) Refilamento	5) Cortes longitudinais
	6) Gradeamento	6) Aparelhamentos longitudinais
	7) Secagem e armazenagem	7) Tratamento
		8) Armazenagem
OPERAÇÕES SECUNDÁRIAS	8) Desengrosso	
	9) Refilamento	9) Colagem
	10) Aparelhamento longitudinal	10) Prensagem
	11) Aparelhamento transversal	11) Usinagem
	12) Lixamento e acabamento	12) Lixamento
	13) Embalagem	13) Acabamento
		14) Embalagem

Quadro 14 - Descrição das etapas de produção da madeira e do bambu para fabricação de piso.

Nota: *geralmente as madeiras de florestas plantadas precisam de tratamento; na maioria das nativas, dependendo do uso, ele pode ser dispensado.

Observa-se no Quadro 14 que a quantidade de operações de processamento para laminação da madeira e do bambu é similar; o que ocorre é uma diferença entre a ordem e o tipo das etapas devido às características de cada material. Nas Operações Primárias, há correspondência entre os respectivos itens, com exceção da etapa de tratamento que, nessa fase, é dispensável para a madeira, mas essencial para a durabilidade do bambu. Nas Operações Secundárias dos dois materiais, o número de etapas é igual, mas se distinguem conforme a necessidade de qualificação de acabamento para cada material e produto, inclusive na etapa de colagem do bambu.

As peças roliças são serradas conforme sua dimensão e comprimento, para o aproveitamento total da madeira ou do bambu. Na madeira, procura-se eliminar ou diminuir os defeitos de curvatura e arqueamento, os nós firmes e soltos (buracos), rachaduras, descontinuidade das fibras, empenamento, abaulamento e torcido decorrentes da secagem, e conicidade de 0,6 cm por metro linear. No bambu também se procura contornar algumas desvantagens comuns na madeira, como forma tubular cônica, rachaduras e imperfeições. Por exemplo, no *Bambusa vulgaris*,

quanto menor a dimensão, maior a diminuição das imperfeições da curvatura dos colmos. Taliscas com um comprimento de 500 mm, largura de 15 mm e espessura de 05 mm possibilitam um maior aproveitamento para esses componentes reconhecíveis.

Presume-se que a produção de peças laminadas de madeira maciça, devido ao seu tamanho, seja mais lenta e utilize equipamentos mais pesados e caros. Por exemplo, para transformar a madeira em tábuas, são necessárias quatro operações de corte do material: 1^a. – cortar simultaneamente em 02 faces, com serra circular dupla para liberar tensão de crescimento; 2^a. - fatiar a peça com serra circular; 3^a. - bitolar na espessura planejada, com plaina de 02 lados; 4^a. - ajustar a largura com serra circular, para colar.

Na produção das peças laminadas de bambu, os equipamentos são mais baratos e menos pesados. Para transformar o bambu em ripas ou taliscas, conforme o equipamento disponível na LATIC, podem ser feitas três operações: 1^a.- abrir o bambu em ripas, com as laterais perpendiculares à largura, com serra seccionadora móvel semi-automática; 2^a. - tirar as curvaturas do bambu (interna e externa); 3^a. - laminar os quatro lados das ripas com plaina moldureira, que tem regulagem em largura de 10 a 50 mm e espessura entre 02 e 12 mm. Mas como as taliscas de bambu, por serem de pequenas dimensões, precisam ser coladas umas às outras para formar a chapa de BLC, também será necessário considerar o material adesivo, o tempo de aplicação e a mão-de-obra.

Enquanto o tratamento do bambu, conforme já visto, é fundamental, o da madeira para piso maciço é dispensável, a depender da espécie e de se as peças são compostas apenas de cerne (parte central do tronco). A aplicação de produto nesse tipo de madeira pode ser por pincelamento ou imersão. Nas peças de madeira nativa que contêm alburno (madeira jovem e mais porosa), recomenda-se tratamento em autoclave, com produtos à base de sais (MADEIRA..., 2003).

O processo produtivo da madeira para piso maciço já está consolidado, enquanto que o do bambu necessita de pesquisa, conforme a espécie empregada. Deste modo, para subsidiar indicadores de projeto de piso de BLC com o *Bambusa*

vulgaris, foram feitas comparações e análises entre produtos selecionados de pisos de madeira e pisos de bambu, o que será abordado no Capítulo 4.

3.7 RESULTADOS DE PESQUISAS E ENSAIOS MECÂNICOS DO BLC EM RELAÇÃO À MADEIRA SERRADA

Janssen (2000) afirma que as propriedades estruturais do bambu, tomadas pelas relações resistência/massa específica e rigidez/massa específica, superam as madeiras e o concreto podendo ser, inclusive, comparadas ao aço. Pesquisas anteriores com o BLC comprovam que é possível a criação de produtos nacionais com os bambus encontrados no Brasil; nos Quadros 15, 16, 17 e 18 resume-se análise e revisão de literatura sobre o BLC de algumas delas. Esses quadros foram organizados a partir das informações obtidas nos trabalhos pesquisados, levando em consideração os seguintes aspectos:

- tipo de produto obtido no estudo;
- tratamento preservador utilizado;
- ferramentas utilizadas;
- modo de fabricação;
- adesivo utilizado;
- aspectos ambientais;
- aspectos positivos e negativos de cada estudo.

Espécie de Bambu	<i>Dendrocalamus giganteus</i>
Produto	Ripas e lâminas
Tratamento	Pentox (muito tóxico)
Ferramentas	Serra circular destopadeira (corte transversal) e refiladeira (corte longitudinal) e plaina 04 faces (beneficiamento inicial).
Fabricação	Processo manual mecânico
Adesivo	Ripas sem adesivo
Aspectos ambientais	Não foram considerados
Aspectos positivos	As três regiões do colmo utilizadas - A (inferior), B (média) e C (superior) - não apresentaram diferenças quanto ao processamento e obtenção de ripas laminadas [...] de um ponto de vista prático e tecnológico, as três regiões poderiam ser utilizadas em conjunto.
Aspectos negativos	A presença do nó alterou significativamente os resultados das propriedades físicas, no entanto, as variações dimensionais e volumétricas obtidas para as ripas de bambu foram inferiores as apresentadas pelas madeiras em geral.

Quadro 15 - Determinação de características físicas do bambu gigante laminado (*Dendrocalamus giganteus*), cultivado na UNESP, Campus de Bauru.

Fonte: Adaptado de PEREIRA, 2006.

ESPÉCIE DE BAMBU	<i>Phyllostachys heterocyclus pubescens</i>
Produto	Laminados de bambu simples e colados em 03 camadas
Tratamento	Cocção (fervura em tanque)
Ferramentas	Serra circular e desengrosso
Fabricação	Processo manual mecânico
Adesivo	Resorcinol formol - Cascophen RS
Aspectos ambientais	A conscientização global em relação ao alto consumo de energia, e o conseqüente aumento da poluição, vêm levando o meio acadêmico a pesquisar materiais de origem natural que possam substituir produtos industrializados utilizados na construção civil; devido à sua grande resistência à tração, facilidade no plantio e rapidez de crescimento, o bambu vem sendo estudado como um dos materiais alternativos nesse segmento. De fato, o baixo custo e a baixa energia de produção do bambu o caracterizam como um material ecologicamente amigável, sendo ideal para habitações de baixo custo.
Aspectos positivos	Processo manual que pode gerar atividade econômica em comunidades rurais, por meio de cooperativas
Aspectos negativos	Processo manual dificulta a produção em larga escala

Quadro 16 - Comportamento ao impacto de laminados de bambu.

Fonte: Adaptado de SILVA; GHAVAMI; D'ALMEIDA, 2004.

Espécie de Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> e <i>Dendrocalamus giganteus</i>
Produto	Laminado e contraplacado
Tratamento preservador	Os bambus devem ser cortados no inverno, quando se encontram com baixa quantidade de seiva elaborada e os insetos estão em hibernação. No Brasil, a melhor época para o corte do bambu situa-se entre os meses de maio a agosto, podendo variar conforme a região do país. Os bambus das espécies comuns (<i>B. vulgaris</i>), fino (<i>B. tuldooides</i>) e o imperial (<i>B. vulgaris</i> var. <i>vittata</i>), devem ser colhidos com idade superior a 3 anos. Para seu tratamento existem métodos tradicionais e químicos. Os tradicionais compreendem: maturação no local da colheita, maturação por imersão, tratamento com fogo e tratamento com fumaça. Os químicos podem ser feitos à base de diversos produtos - oleosos, oleossolúveis, hidrossolúveis -, por imersão em solução de sais hidrossolúveis, e pela substituição de seiva por sais hidrossolúveis (AZZINI; BERALDO, 2001 apud RIVERO, 2003, p.9). Em tais tratamentos, os colmos são submersos em um recipiente contendo uma solução composta de dois ou mais dos produtos mais utilizados como preservativos. A dosagem de 1% de sulfato de cobre, 1% de dicromato de sódio mais 1% de ácido bórico, é a mais recomendada pelos autores.
Ferramentas	Ferramentas adaptadas, faca multiface, equipamentos convencionais de marcenaria
Fabricação	Processo manual-mecânico: utilizam-se equipamentos manuais simples e elétricos
Adesivo	Cascophen - RS - 262, Cascamite 5H
Aspectos Ambientais	Não foram mencionados
Aspectos positivos	No Brasil, existem espécies de bambu aparentemente adequadas para essa finalidade como, por exemplo, o <i>Dendrocalamus giganteus</i> e o <i>Bambusa vulgaris</i> , encontrados com facilidade em várias regiões. A primeira delas possui colmos com paredes espessas e distância entre os nós (ou internós) com intervalos que variam de 30 cm a 50 cm, facilitando o processo de corte para a colagem e para a produção do laminado colado; uma das grandes vantagens da segunda espécie é a facilidade de seu plantio. Os bambus se desenvolvem melhor em zonas de alta umidade relativa, crescendo em temperaturas que variam de 8,8 °C até 36 °C, sendo que no Japão existem espécies que sobrevivem a temperaturas inferiores a -10 °C. A média diária de crescimento longitudinal é de 25 cm/dia, dependendo da espécie analisada.
Aspectos negativos	Pesquisas realizadas com esse material estão avançando, mas ainda não existem ferramentas ideais para o manuseio do bambu, bem como não se conhece o melhor tratamento para evitar o ataque do caruncho. A respeito do Bambu Laminado Colado (BLC) e do contraplacado de bambu (CPB), ainda não foram desenvolvidos, no Brasil, muitos trabalhos que incentivem a produção, restando a importação dessa tecnologia e desse material do continente asiático. Estudos demonstraram que suas propriedades dependem, muitas vezes, das espécies, das condições climáticas, silvicultura, estação de colheita, idade de corte, teor de umidade, posição da amostra com relação à altura do colmo, presença ou ausência de nós nos corpos-de-prova, e condição fitossanitária (LEE et al., 1994 apud RIVERO, 2003, p.4).
Considerações	<ul style="list-style-type: none"> - estudar a colagem de colmos de bambu com idade inferior a 3 anos; - desenvolver maquinário adequado para o aparelhamento das lâminas; - verificar a viabilidade do uso de adesivos alternativos, tais como o óleo de mamona.

Quadro 17 - Laminado colado e contraplacado de bambu.

Fonte: Adaptado de RIVERO, 2003.

Espécie de Bambu	<i>Dendrocalamus giganteus</i>
Produto	Banco de laminado colado de bambu
Tratamento preservador	O tratamento químico é o método mais eficiente; neste estudo foi utilizado o método por imersão: os colmos de bambu foram depositados horizontalmente em um recipiente com o preservativo químico, durante 12 horas. O produto químico utilizado é o fungicida, inseticida e hidrossolúvel Borox.
Ferramentas	Não foram mencionadas
Fabricação	Equipamento desenvolvido para curvar o bambu: serra circular destopadeira (corte transversal) e refiladeira (corte longitudinal), e plaina 04 faces (beneficiamento inicial).
Adesivos	Não foram mencionados
Aspectos ambientais	Não foram considerados
Aspectos positivos	Espécie de bambu que possui maior espessura, facilitando o processamento. Alto consumo de pisos laminados nos países que detêm a tecnologia: China e Alemanha. O bambu processado (laminado, colado e dobrado) apresentou excelentes resultados como matéria-prima aplicada ao <i>design</i> industrial. Pelos resultados obtidos com o protótipo, foi possível constatar a eficiência e as possibilidades de conformação do bambu, como curvaturas e fabricação de compensado, com alta resistência mecânica e excelente qualidade estética. Além disso, destaca-se da maioria dos produtos de bambu, em suas formas naturais, hoje desenvolvidos no Brasil. O bambu, além de causar baixo impacto ambiental, apresentou-se como alternativa viável para aplicação ao <i>design</i> industrial.
Aspectos negativos	Não foram relacionados

Quadro 18 - O bambu como matéria-prima para o *design* industrial: um estudo de caso.

Fonte: Adaptado de GAION; PASCORELLI; PEREIRA, 2003.

No Anexo A, são apresentados na forma de quadro, em resumo, ensaios que comprovam a eficiência física e mecânica do bambu em gráficos da pesquisa de Rivero (2003), com alguns dos resultados e análises de ensaios mecânicos de BLC e de comparação com a madeira com BLC e Contraplacado de Bambu (CPB) confeccionado com as espécies *Bambusa vulgaris* e *Dendrocalamus giganteus*; nas tabelas, com as características do bambu laminado – ripas e do bambu laminado colado (BLC) da pesquisa de Pereira (2006) e, com valores de ensaios mecânicos de BLC utilizando a norma NBR 7190/97 encontrados na pesquisa de Nogueira (2008).

A partir dessas pesquisas é possível destacar, em síntese, os seguintes parâmetros:

- o bambu, por ser um material de baixo custo, com baixa energia de produção, facilidade no plantio, rapidez de crescimento e grande resistência à tração, tem condições de se tornar um material, de origem natural, que possa substituir produtos industrializados utilizados na construção civil e no *design* industrial;
- pelos resultados obtidos, foi possível constatar a eficiência e as possibilidades de conformação do bambu, como curvaturas e fabricação de compensado, com alta resistência mecânica e excelente qualidade estética;
- o bambu processado (laminado, colado e dobrado) apresentou excelentes resultados como matéria-prima aplicada ao *design* industrial; a China e a Alemanha, países que detêm a tecnologia, apresentam alto consumo de pisos laminados de bambu;
- o processo manual, por dificultar a produção em grande escala, pode gerar atividade econômica em comunidades rurais por meio de cooperativas;
- no Brasil, existem espécies de bambu aparentemente adequadas para essa finalidade como, por exemplo, o *Dendrocalamus giganteus* e o *Bambusa vulgaris*, encontrados com facilidade em várias regiões; a primeira delas possui colmos com paredes espessas e distância entre os nós (ou internós) com intervalos que variam de 30 cm a 50 cm, facilitando o processo de corte para a colagem e para a produção do laminado colado; uma das grandes vantagens da segunda espécie é a facilidade de seu plantio;
- a presença do nó alterou significativamente os resultados das propriedades físicas, no entanto, as variações dimensionais e volumétricas obtidas para as ripas de bambu foram inferiores às apresentadas pelas madeiras em geral;
- as propriedades do bambu dependem, muitas vezes, das espécies, das condições climáticas, da silvicultura, da estação de colheita, da idade de corte, do teor de umidade, da posição da amostra com relação à altura do colmo, da presença ou ausência de nós nos corpos-de-prova, e da condição fitossanitária; é fundamental fazer ensaios com a matéria-prima local, ou com a que vai ser usada nos produtos desenvolvidos;
- as três regiões do colmo utilizadas não apresentaram diferenças quanto ao processamento e obtenção de ripas laminadas, e poderiam ser utilizadas em conjunto para fabricação dos produtos;
- desenvolver maquinário adequado para o aparelhamento das lâminas, e verificar a viabilidade do uso de adesivos alternativos, como, por exemplo, o óleo de mamona.

Esses estudos comprovam que é viável a utilização do BLC como material básico para a fabricação de produtos similares aos de madeira. Essas pesquisas indicam parâmetros para a produção de BLC e de projetos desses produtos como, por exemplo, a necessidade de impermeabilização de produtos que tenham contato direto com a água para evitar problemas com o inchamento da peça.

O caráter espontâneo do bambu é a retidão.
Sua virtude natural se manifesta em sua forma de crescimento:
Sempre reto e para cima, dobrando-se docilmente para iludir os obstáculos.
Sua ascensão não é violenta, mas modesta e dócil, sem pressa e sem pausa.
Assim, seu caráter abnegado e reto é modelo para o homem sábio.
(FREGTMAN, 1993, p.65)

4 PARÂMETROS DE ECO-DESIGN PARA PRODUÇÃO DE PISO DE BAMBU COM TALISCAS DA ESPÉCIE *BAMBUSA VULGARIS*

Neste capítulo serão analisados pisos em madeira e em bambu, com o objetivo de definir indicadores de projeto para a produção de piso de BLC, conforme seleção de alguns dos critérios gerais de *eco-design* apresentados no Capítulo 2. Com esta análise, pretende-se indicar parâmetros para a produção da talisca de bambu, constituinte básico do BLC, e a sugestão de um fluxograma embasado na Produção de BLC, adaptado para o *B. vulgaris*, para abordar o início da laminação do bambu na Bahia.

4.1 TIPOS DE PISO

Existem diferentes tipos de pisos e revestimentos para uso residencial e industrial, feitos dos mais diversos materiais e com diversas formas de utilização (QUADRO 19). Os materiais biodegradáveis, como o bambu e a madeira, têm maiores possibilidades de reutilização, reciclagem e apresentam menor gasto energético na sua produção, conforme já visto no Capítulo 2.

Material	Tipos / Piso	Uso	Descarte
METAIS	Placas e chapas em aço e alumínio: antiderrapantes, de segurança, etc.	Industrial	Reciclável
POLÍMEROS	Plásticos e borrachas, epóxi.	Industrial e doméstico	Difícil reciclagem
CIMENTÍCIOS	Concreto e cimentado.	Industrial e doméstico	Reciclável
CERÂMICOS	Cerâmica, porcelanato, tijolo de barro, lajotas.	Industrial e doméstico	Reutilizável
COMPÓSITOS	Sintéticos, carpetes, compensados e MDF.	Industrial e doméstico	Recicláveis (madeira como material básico para pisos)
PEDRAS	Ardósia, mármore, granito, mosaico-português, seixo rolado.	Industrial e doméstico	Reutilizável
MADEIRAS*	Sólida, estruturada e laminada.	Industrial e doméstico	Reciclável e reutilizável
BAMBUS*	Laminados.	Doméstico	Reciclável e reutilizável

Quadro 19 - Análise dos tipos de pisos existentes.

Nota: * materiais renováveis.

Quanto ao descarte, os materiais relacionados no Quadro 19 se comportam, resumidamente, da seguinte maneira: no metal, o gasto energético para reciclá-lo é grande, a depender do tipo do material (aço ou alumínio); os polímeros são de difícil reciclagem devido ao arranjo de suas moléculas; os cimentícios são reutilizáveis de várias formas como, por exemplo, em agregados para argamassa; os cerâmicos e pedras são reutilizáveis na produção de mosaicos; os compósitos são recicláveis, a depender do desmonte e do material empregado no piso; e as madeiras e bambus são recicláveis e reutilizáveis, podendo chegar a resíduo zero se considerarmos que podem se transformar em biomassa.

Foram selecionados pisos existentes de madeira e bambu para serem analisados por meio de quadros comparativos, segundo os parâmetros técnicos de características e dimensões, público-alvo, tipos de acabamento, instalação e manutenção. A análise das vantagens e desvantagens de cada um desses itens, que englobam sistemas de fixação, encaixes ou junções, montagem e desmontagem, durabilidade, impermeabilização e parâmetros estéticos, como aparência e padronização, vai possibilitar a seleção de indicadores de projeto de piso de BLC alinhados aos critérios de *eco-design*.

4.1.1 Pisos de Madeira e Bambu

Segundo Klein (2003), os diversos tipos de pisos de madeira - assim como os de bambu - são considerados produtos ecologicamente corretos, ou seja, são naturais, recicláveis e renováveis. Ao se utilizar produtos de madeira, contribui-se para a redução do efeito estufa, pois, de modo geral, uma tonelada de madeira representa 1,4 toneladas de gás carbônico (CO₂) absorvido pelas árvores; o mesmo pode acontecer com os produtos de bambu. Assim, com a utilização de ambos os materiais, pode-se incentivar o reflorestamento e a reciclagem das florestas nativas, extremamente necessárias para a purificação do nosso ar e para impulsionar o retorno econômico necessário para garantir a sustentabilidade da atividade florestal. No Quadro 20 são apresentadas vantagens técnicas da madeira, muito similares às do bambu, as quais se aplicam muito bem a pisos produzidos com esses dois materiais.

Item	Descrição
VERSATILIDADE	São materiais que, devido à sua variabilidade, podem atender às mais diversas necessidades técnicas e estéticas; a madeira, além do uso residencial, pode ser usada em casas de espetáculos, escolas, escritórios, lojas, quadras esportivas, etc; o bambu é mais recomendado para uso residencial.
BELEZA	Apresentam padrões visuais para agradar a todos os gostos: cores mais uniformes, rajadas, claras, escuras, etc.
DURABILIDADE	As madeiras geralmente utilizadas para pisos apresentam alta resistência ao ataque de fungos e de insetos xilófagos; esses pisos podem durar vários anos, inclusive passando de geração a geração; o bambu, dependendo do produto, deve passar por um tratamento adequado que garanta sua durabilidade.
RESISTÊNCIA	As madeiras geralmente utilizadas para pisos apresentam elevada densidade (0,7g/m ³); são madeiras duras, com alta resistência à flexão e compressão; o bambu também possui a dureza recomendável para a produção de pisos.
ISOLAMENTO TÉRMICO	A madeira e o bambu, nas épocas mais frias, mantêm os ambientes mais aquecidos, contribuindo, assim, para a saúde das pessoas, principalmente crianças e idosos.
SUSTENTABILIDADE	Ambos os materiais podem ser considerados sustentáveis devido às suas características de durabilidade, resistência mecânica, manutenção simples e incorporação ao meio ambiente depois do descarte.

Quadro 20 - Vantagens técnicas da madeira e do bambu.

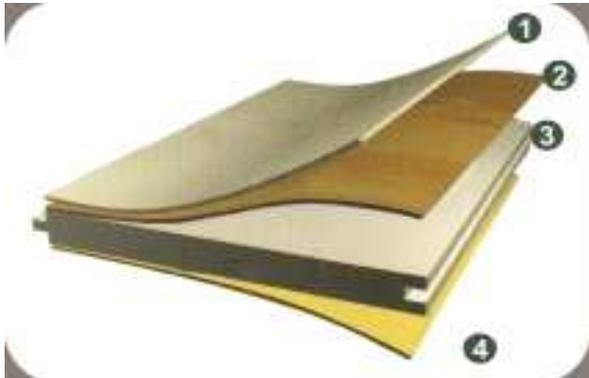
Fonte: Adaptado de KLEIN, 2003.

Nos Quadros 21, 22 e 23 são apresentadas as características básicas e as dimensões de pisos selecionados, produzidos com madeira e bambu.

Tipo de Piso	Exemplo	Características e Dimensões
TACO	 <p data-bbox="797 544 1196 600">Figura 57- Encaixe de tacos. Fonte: <www.casa.abril.com.br></p>	<p data-bbox="1290 379 2083 469">Os tacos são cada uma das peças de madeira que compõem o parquet; suas dimensões são muito variáveis: usualmente têm 7cm de largura, 21cm de comprimento e 2cm de espessura.</p>
ASSOALHO	 <p data-bbox="672 876 1236 962">Figura 58 -Detalhe de encaixe macho-fêmea de piso de tábuas de madeira sólida. Nota: foto da <i>Forest Products, Inc.</i></p>	<p data-bbox="1290 718 2083 839">O piso de tábuas apresenta-se em duas espessuras, mas as larguras podem variar; no Brasil, a espessura é de 1,9 ou 2 cm, e a largura varia de 6,5 a 20 cm (eventualmente podem ser encomendadas régua com largura maior).</p>
PARQUETE	 <p data-bbox="678 1283 1256 1339">Figura 59 - Piso xadrez composto por parquetes. Nota: foto obtida em < www.levitare.com.br></p>	<p data-bbox="1290 1023 2083 1144">Os parquetes são constituídos por tacos de madeira compondo padrões geométricos, mantidos no lugar por fixação mecânica ou adesiva; para um visual mais decorativo, o piso de parquet pode ser uma opção perfeita; os tamanhos variam até 24x24 cm.</p>

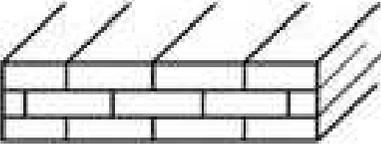
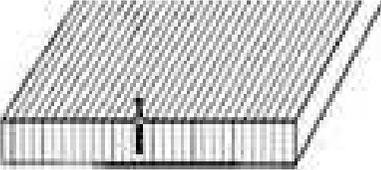
Quadro 21 - Piso de madeira maciça.

Fonte: Baseado em PISO..., [2007a]; KLEIN, 2003; INFORMAÇÕES..., [2007?].

Tipo de Piso	Exemplo	Características e Dimensões
<p>PISO DE MADEIRA ESTRUTURADO</p>	 <p>Figura 60 -Piso de madeira estruturado. Nota: foto da Arbos.</p>	<p><u>Especificações técnicas</u> É produzido colando-se camadas de chapas ou lâminas de madeira; as mesmas dimensões e acabamentos, disponíveis nos pisos de madeira sólidos, existem no estruturado.</p> <p><u>Legenda</u></p> <p>1- Base: camada de madeira maciça. 2- Acabamento: 9 camadas de verniz de óxido de alumínio cerâmico, seda (brilho 25%), cristal (brilho 40%), garantia limitada (5 anos). 3- Lamela: 1 lâmina de madeira serrada (4 mm ou 2 mm de espessura), micro-chanfro, qualidade A.</p> <p><u>Dimensões</u> Espessura: espessura total - 15,6mm; espessura lamela de madeira - 4mm. Larguras: 91mm; 127mm. Comprimentos: 300mm até 2.100mm (média de 1.100mm)</p>
<p>PISO DE MADEIRA LAMINADO</p>	 <p>Figura 61 - Piso laminado de madeira. Nota: foto da Arbos.</p>	<p><u>Especificações técnicas</u> O piso laminado é composto por quatro camadas.</p> <p><u>Legenda</u></p> <p>1- <i>Overlay</i>: filme cristalino de celulose, com partículas de alumínio, que proporciona a alta resistência a riscos e à abrasão; evita que o laminado absorva líquidos e facilita a limpeza. 2- Lâmina decorativa: lâmina de celulose que confere beleza ao piso, proporcionando-lhe vários padrões e uma série de combinações. 3- Placas de fibras de madeira de alta densidade - base de UHF. 4- <i>Underlay</i> de alta resistência, à base de resina; subcamada protetora para estabilização dimensional da régua, construída para prevenir a absorção de água e a umidade do contra-piso.</p>

Quadro 22 - Pisos de madeira: estruturado e laminado.

Fonte: Baseado em PISO..., [2007a, b]; KLEIN, 2003; INFORMAÇÕES..., [2007?].

Tipo de Piso	Exemplo	Características e Dimensões
<p data-bbox="286 360 577 416">PISO DE BLC PRENSA HORIZONTAL</p> 	 <p data-bbox="741 751 1115 778">Figura 62 - Assoalho de bambu</p>	<p data-bbox="1218 292 2085 347">Os pisos de bambu possuem boa resistência e durabilidade, principalmente na água.</p> <p data-bbox="1218 360 2085 416">São fabricados com ripas de bambu coladas lateralmente na horizontal ou na vertical.</p> <p data-bbox="1218 429 2085 485">São aplicados, principalmente, em pisos e assoalhos de ambientes internos.</p> <p data-bbox="1218 497 2085 617">O assoalho é composto de três lâminas maciças prensadas, com espessura de 1,5 cm, as quais podem ser encontradas em duas tonalidades - natural ou café -, ambas revestidas de uma película que protege contra riscos, com acabamento fosco ou brilhante.</p>
<p data-bbox="309 861 555 917">PISO DE BLC PRENSA VERTICAL</p> 	 <p data-bbox="741 1294 1115 1321">Figura 63 - Laminado de bambu</p>	<p data-bbox="1218 935 1995 962">No laminado as lâminas são prensadas e estruturadas na vertical.</p> <p data-bbox="1218 975 1823 1002">Dimensões: 960X96X15 mm ou 1850X96X15 mm.</p>

Quadro 23 - Pisos de BLC: assoalho e laminado de bambu.

Fonte: Baseado em PISO..., [2007b]; KLEIN, 2003; MOIZÉS, 2007; INFORMAÇÕES..., [2007?].

No Quadro 24 apresenta-se uma síntese das vantagens, desvantagens e público-alvo dos pisos de madeira e de bambu, conforme as características particulares de cada um dos pisos analisados.

Tipos de Piso	Vantagens	Desvantagens	Público-alvo
PISO DE MADEIRA MACIÇA (Taco, Assoalho e Parquete)	Matéria-prima renovável; são recicláveis e de fácil recuperação da coloração e da textura natural por meio de lixamento e recebimento de novo acabamento.	Exigem um pouco mais de manutenção para conservação do que o piso de madeira estruturado; a maioria dos pisos de madeira tingida muda de cor com o tempo e nos ambientes com muita umidade; não são ideais para aplicação em banheiros ou cozinhas.	Pessoas de grande poder aquisitivo, num primeiro momento; depois, com a sua vulgarização, torna-se popular e atinge classes de menor poder aquisitivo.
PISO DE MADEIRA ESTRUTURADO E LAMINADO	Uma das vantagens do laminado sobre as madeiras é que ele não desbota com a luz solar; além disso, os pisos laminados nunca precisam de cera ou polimento; o laminado pode ser colocado em cozinhas ou banheiros.	Não podem ser restaurados; as empresas de piso laminado oferecem kits de retoque e reparo, bem como a substituição de tábuas; finalmente, é necessário um calçamento especial (carpete) sob os pisos laminados para reduzir o seu potencial de ruído.	Destinado ao público residencial ou comercial, embora seja mais comumente usado em projetos comerciais; é muito duro e altamente resistente à umidade e a riscos.
PISO DE BAMBU LAMINADO COLADO (Assoalho e Laminado)	O piso de bambu é uma matéria-prima renovável; possui resistência mecânica similar à dos pisos de madeira, mas estética diferenciada pela textura e coloração.	Como as lâminas são importadas, o preço do produto é alto; o assoalho de bambu não é indicado para áreas externas com exposição constante à umidade e a altas temperaturas.	O assoalho de bambu é recomendado para instalações residenciais e comerciais, em áreas internas, e nas condições ambientais apropriadas.

Quadro 24 - Vantagens, desvantagens e público-alvo dos pisos de madeira e bambu.

Fonte: Baseado em PISO..., [2007a, b]; PADRÕES... [2007]; KLEIN, 2003; INFORMAÇÕES..., [2007?].

Os pisos produzidos com bambu e madeira são formados por peças independentes, cujos encaixes têm a função principal de uni-las para transformar o piso em um revestimento contínuo. Nas figuras 64 e 65 apresenta-se o encaixe mais utilizado: o macho-fêmea. Na Figura 66 é mostrado um corte técnico desse encaixe e, na Figura 67, um exemplo do encaixe nas quatro faces das peças.



Figura 64 - Detalhe de encaixe macho-fêmea em piso estruturado de madeira.



Figura 65 - União de encaixe macho-fêmea em piso estruturado de madeira.

Fonte: Baseado em CESAR, 2002; PISO..., [2007a]; PADRÕES..., [2007].

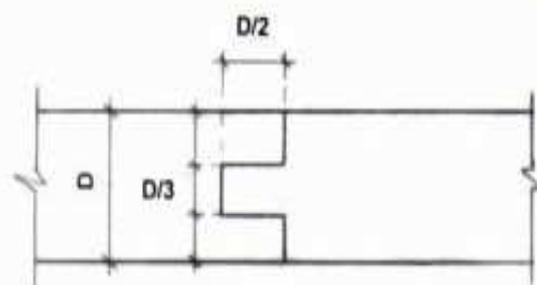


Figura 66 - Detalhe de emenda macho-fêmea em piso de madeira ou bambu

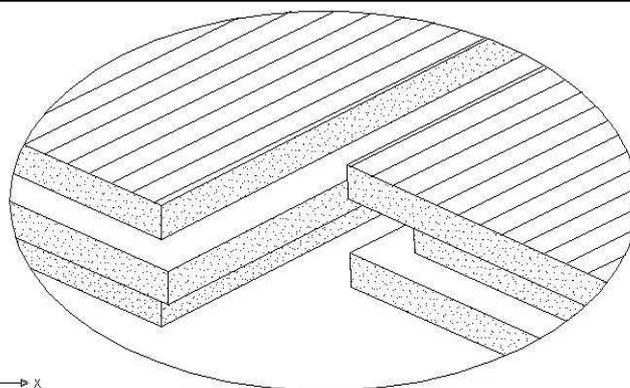


Figura 67 - Encaixe macho-fêmea nos quatro lados, garantindo perfeita montagem e instalação.

Fonte: Baseado em CESAR, 2002; PISO..., [2007a, b]; PADRÕES..., [2007].

Esses pisos à base de madeira e bambu, materiais renováveis e higroscópicos, necessitam que a superfície esteja regularizada e seca para que sejam instalados no contrapiso.

No Quadro 25 são apresentados os quatro tipos básicos de instalação (fixação) de pisos, e a descrição sucinta do método empregado para cada um dos tipos de pisos citados anteriormente.

Tipos de Pisos	Métodos de Instalação
PRÉ-INSTALAÇÃO	Contrapiso nivelado, impermeabilizado e apto para instalação de assoalhos, tacos, parquetes, laminados, etc.
4 TIPOS BÁSICOS PARA TODOS OS PISOS	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pregado – usam-se pregos para fixar a madeira no chão; método normalmente usado com piso de madeira fina. 2) Grampeado – usam-se grampos em vez de pregos para fixar o piso no chão; método mais simples que o método pregado. 3) Colado - os pisos de madeira estruturados e os parquetes podem ser colados; a madeira é colada no chão com um adesivo forte. 4) Flutuante - método mais rápido e fácil de instalação; os pisos flutuantes não estão presos, simplesmente flutuam sobre o chão; pode se aplicar adesivo nas pranchas para mantê-las juntas, ou as pranchas podem ser feitas para se encaixar.; normalmente, uma manta é colocada entre o piso de madeira e o chão para protegê-lo contra umidade e reduzir o ruído; os pisos flutuantes podem ser instalados quase que sobre toda superfície.
TACO	No taco, o contrapiso é praticamente o espelho do piso; é importante ressaltar a necessidade de um ótimo nivelamento e de limpeza do piso para que não haja poeira na hora da colagem, o que pode prejudicá-la; hoje em dia usa-se cola à base de PVA, fabricada para essa finalidade; o tempo de cura deve ser respeitado segundo a norma ABTN.
ASSOALHO OU TÁBUA	No caso de barrotes ou granzepes (peça de madeira usada para fixação de assoalhos, chumbada rente ao contrapiso com formato trapezoidal e comprimento linear), deve-se proceder da seguinte forma: chumbá-los com espaçamento máximo de 35cm entre cada um, perfeitamente alinhados e nivelados; os espaços devem ser preenchidos com a massa anteriormente descrita.; quando o pavimento for térreo ou sujeito a infiltração, deve ser feita impermeabilização do contrapiso com produtos de boa qualidade.
PARQUETE	Colagem sobre o contrapiso com colas especiais; fixação mais resistente, menos risco das peças descolarem.
PISO DE MADEIRA ESTRUTURADO E LAMINADO	Orienta-se que a instalação do piso de madeira seja feita na fase final da obra: o ambiente deve estar devidamente protegido da ação atmosférica, janelas com vidros, portas instaladas para a proteção contra a incidência de sol ou chuva.; verificar também se não há indícios de infiltrações pelo contrapiso ou paredes; as peças são assentadas numa camada de cola e encaixadas pelo sistema macho-e-fêmea; pregos de aço estrategicamente aplicados finalizam a fixação.
PISO DE BLC (Assoalho e Laminado)	Como qualquer outro piso de madeira, o assoalho de bambu poderá ser instalado pelos métodos de colagem, fixação com prego, e flutuante em manta.

Quadro 25 - Métodos de instalação de pisos de madeira e bambu.

Fonte: Baseado em PADRÕES..., [2007]; KLEIN, 2003.

Ainda na fixação, existe a possibilidade de acabamentos das bordas, como o rodapé na maioria dos pisos, e outros tipos, como no caso dos pisos flutuantes para auxiliar na fixação, exemplificados nas figuras 68 a 73.



Figura 68.



Figura 69.



Figura 70.



Figura 71.



Figura 72.



Figura 73

Fonte: Baseado em PISO..., [2007?].

Dentre os métodos de instalação o flutuante é o mais recomendável, pelas suas características, e pode ser aplicado aos pisos de bambu apropriados.

Os acabamentos finais dos pisos de madeira e bambu são feitos com produtos impermeabilizantes, os quais podem vir de fábrica ou ser aplicados por ocasião da instalação dos pisos, com a mesma função. As resinas aplicadas ao piso de madeira, assim como ao de bambu, têm a finalidade de protegê-los e também de embelezá-los. Devem ser resistentes à abrasão, transparentes (para realçar o seu aspecto natural) e elásticas (para acompanhar a dilatação da peça em função da variação de umidade). (INFORMAÇÕES..., [2007]).

Nos pisos de madeira, esses produtos formam uma cobertura superficial que os protegem do desgaste diário e lhes proporcionam, bem como aos pisos de bambu, coloração e brilho, com muitas opções. Como exemplo, existe a madeira levemente colorida ou escura, com acabamento acetinado ou de alto brilho. No Quadro 26 são apresentados exemplos de acabamentos na madeira, durante sua instalação, e ornamentos específicos. Segundo Nogueira (2008), nos pisos de bambu o produto já vem com acabamento e seu revestimento é feito com laca curada por ultravioleta (UV) ou com várias camadas de verniz de alta resistência.

Uma resina aplicada sobre o piso tem boa durabilidade e resistência ao longo de vários anos. O intervalo entre uma aplicação e outra pode variar dependendo da finalidade de uso, manutenção adequada, intensidade do tráfego de pessoas, incidência de umidade ou insolação que os mesmos venham a ser submetidos ao longo de sua vida útil. (NOGUEIRA, 2008, p.21)

Os tipos de acabamento e manutenção dos pisos de madeira e bambu, muito similares, são descritos e analisados sucintamente nos Quadros 26 e 27. Em resumo, a grande preocupação é o isolamento da umidade, seguida da proteção do calor e da luz solar, e contra a abrasão. A limpeza e a manutenção adequadas são simples, e se realizadas de forma regular aumentam o tempo de vida útil desses pisos.

Tipos de Acabamento

SUPERFICIAIS

São os mais populares; requerem um corante para alcançar a cor desejada e uma cobertura superficial de poliuretano ou verniz, para proteção; são fáceis de conservar e bastante duráveis; existem quatro tipos:

Uretano à base de óleo: acabamento superficial mais comum, é aplicado em duas ou três camadas e pode ser brilhante, semi-brilhante ou acetinado; a desvantagem é o tempo de secagem - até 8 horas para cada demão -, sendo também necessária ventilação adequada; fica amarelado com o tempo.

Uretano à base de água: opção para o adepto do Faça Você Mesmo (FVM), esse acabamento seca rapidamente e pode ser facilmente limpo com água e sabão; tem menos odor que o uretano à base de óleo e não amarela com o tempo.

Uretano de secagem úmida: mais durável que os outros, frequentemente usado em projetos comerciais; fica melhor se manuseado por um profissional.

Verniz de conversão: devido ao forte odor e aos vapores, deve ser aplicado somente por um profissional.

PENETRANTES



Figura 74 - Acabamentos acetinados e brilhantes.

Esse tipo de acabamento penetra na madeira mais profundamente do que os acabamentos superficiais.; ele encharca a madeira e, então, uma cera é aplicada para dar um lustro de baixo brilho; com ele, a cera tem de ser reaplicada periodicamente e apenas certos limpadores podem ser usados no piso; por isso, podem ser uma aposta melhor para o instalador não-profissional; pode-se também escolher o lustro (brilho do piso) de seu acabamento: de alto brilho, baixo brilho ou acetinado, conforme a Figura 74; embora os acabamentos de alto brilho pareçam profissionais, eles mostram riscos mais facilmente.; os de baixo brilho ou os acetinados são normalmente usados em instalações de piso de madeira residencial.

DECORATIVOS



Figura 75 - Tábua de Cumaru com ornamento de bordo.

Nota: foto da *Select Forest Products, Inc.*

Bordas : uma das opções decorativas mais comuns, com essa técnica a área principal do piso é de um tipo ou cor de madeira e suas bordas de outro tipo ou cor;

Ornamentos: arte decorativa existente há séculos; envolve o uso de diferentes peças de madeira, frequentemente em diferentes cores, para fazer um desenho no piso; podem ser comprados ou personalizados;

Medalhões:- esses desenhos são formas de ornamento que foram utilizados em muitas residências e castelos históricos.

Quadro 26 - Acabamentos de pisos de madeira.

Fonte: Baseado em INFORMAÇÕES..., [2007?]; KLEIN, 2003.

Tipos de Pisos	Descrição e Análise da Manutenção
<p style="text-align: center;">PISOS DE MADEIRA E DE BAMBU</p>	<p>Tanto a manutenção dos pisos de madeira quanto a dos pisos de bambu estão relacionadas com umidade, riscos e limpeza, descritos a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • no taco, por exemplo, a grande preocupação é a umidade, porque quando ele volta a secar, tende a deformar e soltar, por efeito da dilatação; quando há mais umidade ocorre a dilatação, pois a madeira, por ser um material orgânico, interage com o ambiente e se move constantemente; quando o clima está seco, ocorre o movimento de contração; por isso, os espaços entre os tacos e tábuas são essenciais - eles permitem que a expansão aconteça, pois, caso contrário, se não houver um espaço no momento da dilatação, esta provocará o descolamento dos tacos e tábuas que poderão se soltar; quanto ao tamanho do taco, quanto menor ele for de mais juntas precisará. • em geral, esses pisos são de fácil manutenção; a água é sua maior inimiga, pois pode fazê-los empenar, levantar ou perder o brilho; o melhor modo de evitar esses problemas é enxugar a água com um pano seco e nunca usar um esfregão molhado para limpá-los. • manter os pisos livres de sujeira com uma vassoura ou aspirador de pó, ou usar produtos de limpeza seguros para pisos de madeira; prolonga-se a vida útil dos pisos de madeira colocando-se tapetes em áreas de alto tráfego; ao movimentar a mobília pelo cômodo, certificar-se de usar deslizadores de feltro ou de outro tecido para proteger a madeira. • uma vantagem é que as fricções, aranhões e imperfeições dos pisos de madeira podem ser lixados, de modo que eles continuem com a mesma aparência de quando foram instalados. • a luz do sol também pode danificar a madeira: usar cortinas ou venezianas para limitar sua incidência; com manutenção adequada, os pisos de madeira e bambu podem durar muito tempo e exigir apenas novo acabamento periódico.

Quadro 27 - Tipos de manutenção de pisos de madeira e bambu.

Fonte: Baseado em PADRÕES... [2007]; KLEIN, 2003.

4.2 ADESIVOS

O processo de colagem envolve três elementos importantes: adesivo, aderente e adesão. Segundo Rech (2007), adesivo é um termo genérico que designa uma categoria de produtos (cola, pasta, goma, cimento) cuja finalidade é prender, ligar ou juntar dois materiais. Em termos industriais, é toda substância com propriedades de aderir algo fortemente a um substrato igual ou diferente, formando uma ligação superficial forte e duradoura, e se desenvolve dentro de condições específicas, tais como calor, pressão, tempo. Conforme Rivero (2003), a partir de 1930, o desenvolvimento das resinas líquidas à base de uréia – formaldeído e fenol – formaldeído, viabilizou a fabricação de chapas de madeira de melhor qualidade. A principal função dos adesivos é unir os substratos.

Os aderentes são os materiais sólidos ligados ao adesivo; também podem ser chamados de substratos. Como exemplo de substratos temos a madeira, o bambu, a lâmina, a fita de borda, a cavilha, entre outros. A adesão é o fenômeno mais importante do processo da colagem. A formação da ligação adesiva pode se dar por atração e por química; no caso dos laminados colados a principal característica da ligação é a química. A adesão química se processa através de ligações chamadas primárias (iônicas, covalentes, coordenadas e metálicas) e através de forças secundárias intermoleculares. O Quadro 28 apresenta um resumo dos tipos de adesivo e suas características.

De acordo com Rech (2007), para que ocorra a perfeita união dos materiais é fundamental a contribuição das seguintes variáveis no processo de colagem:

- ter o conhecimento do material a colar, ou seja, da madeira e suas características;
- ter o conhecimento do adesivo, de suas características e escolhê-lo corretamente conforme o tipo de união que se pretende fazer.

Adesivo	Base	Uso	Condições de Uso
ORIGEM ANIMAL	Proteínas de peixe, de cartilagem, de osso, de tendões.	Carpintaria de móveis	Ambientes internos não agressivos
SANGUE	Albumina de sangue	Compensados	Ambientes internos não agressivos.
CASEÍNA	Proteína do leite	Móveis, compensados, estruturas	Ambientes internos não agressivos, boa resistência mecânica
SOJA	Amido, farinha de soja	Compensados	Ambientes internos e externos, baixa resistência ao intemperismo
TANINO	Acácia, Quebracho	Compensados, aglomerados.	Ambientes internos e externos, baixa resistência ao intemperismo.
FENOL-FORMALDEÍDO	Resina termofixa, Fenólica	Compensados, aglomerados.	Exteriores, boa resistência mecânica.
URÉIA-FORMALDEÍDO	Resina termofixa, Fenólica	Compensados, aglomerados	Ambientes internos, boa resistência mecânica.
RESORCINOLFORMALDEÍDO; FENOL- RESORCINOLFORMALDEÍDO	Resina termofixa, fenólica, resorcínica	Compensados, estruturas, madeira laminada.	Interiores, exteriores, boa resistência mecânica.
ISOCIANATO	Resina termofixa, isocianato, metano	Aglomerados	Interiores
ACETATO DE POLIVINIL	Resina termoplástica	Uso não estrutural	Interiores
POLIURETANO/MAMONA	Resina termofixa, de mamona	Uso estrutural (indicações preliminares)	Interiores e exteriores, resistente ao intemperismo, boa resistência mecânica (indicação preliminar)
EPÓXI	Resina termofixa multicomponente.	Reparos estruturais.	Exteriores e interiores úmidos, boa resistência mecânica.

Quadro 28 - Adesivos e colas.

Fonte: HENRIQUES DE JESUS, 2000 apud RIVERO, 2003, p.21.

Fatores importantes devem ser considerados ao se proceder à avaliação do adesivo, tais como adesão, tempo de armazenamento, vida útil após a preparação, adesividade, tempo de cura ou velocidade de desenvolvimento de sua resistência e penetração. As propriedades da madeira e do bambu que também devem ser consideradas, a fim de se obter uma boa ligação, são as seguintes:

- estrutura anatômica, porosidade, densidade e anéis de crescimento (este, para o caso específico da madeira);
- anisotropia;
- teor de umidade;
- resistência a esforços estáticos e dinâmicos;
- variação dimensional e distribuição dos nós (no caso do bambu);
- natureza da superfície a ser colada, rugosidade, textura, capacidade de absorção, etc;
- o uso de substâncias adesivas com a finalidade de unir elementos de madeira ou de bambu, produz peças com dimensões maiores do que aquelas obtidas diretamente da árvore (ou do bambu).

Portanto, o processo de colagem exige conhecimento técnico do adesivo, do material a colar e do processo. No Quadro 29 são indicados adesivos para o piso de BLC.

Adesivo	Características
CASCOPHEN RS 216	Cascophen RS 216, à base de resorcinol, resina termofixa, é um adesivo sintético em solução aquosa; apresenta dois componentes : uma resina de cor avermelhada e um pó endurecedor que, quando misturados, resultam numa cola de contato; o produto é especialmente indicado para trabalhos navais, aeronáuticos, hidráulicos e outros que precisem ser expostos à ação da água e do tempo.
ARALDITE PASTOSO BRANCO	Adesivo epóxi e adesivo epóxi bi-componente de alta resistência para fixar, vedar, soldar e restaurar os mais diversos materiais; não escorre quando aplicado em superfícies verticais e permite acabamentos como lixar, furar e pintar; é resistente à água e a temperaturas até 70°C. <u>Aplicações típicas</u> No uso profissional e doméstico é indicado para soldar, fixar, vedar e restaurar madeiras, vidros, concreto, metais, cerâmicas, azulejos, louças, borrachas e outros materiais; permite aplicações sob água.
ECOADESIVO CE - 01	Desenvolvido para colar diversos tipos de materiais, como madeiras, tacos, tacões, carpetes de tecido ou madeira, etc.; realiza as funções da cola branca do tipo PVA com menor tempo de colagem, maior rendimento e superior poder de adesão; atua como agente impermeabilizante da superfície aplicada. <u>Composição</u> Produto bi-componente atóxico, à base de óleos vegetais modificados (mamona e petróleo). <u>Características</u> • Produto de fácil manipulação, não requer mão-de-obra especializada • Ideal para movelaria, marcenaria, artesanato, uso em conserto de utensílios e utilitários em geral • Elevado rendimento: requer pequena quantidade para uma ótima adesão • Depois de seco, não é afetado pela umidade, podendo a peça aplicada ficar exposta ao tempo. <u>Indicações</u> Colagem de madeira, madeira recomposta, aglomerados, compensados, HDF e MDF, pisos e assoalhos, fórmica, cerâmica, artesanatos, outros. <u>Desempenho ambiental</u> Produto atóxico e sem cheiro, não libera gases tóxicos; contém mais de 85% de componentes de origem natural. <u>Tempo de Secagem</u> Apresenta pega cerca de 15 a 20 minutos após a aplicação, com secagem total em até 3 horas.

Quadro 29 - Adesivos escolhidos para a colagem do piso de BLC.

Fonte: Baseado em BRASCOLA..., [2007]; ECOADESIVOS, [2006?]

4.2.1 Estrutura e Forma de Colagem do Piso de BLC

A estrutura das chapas e a forma de organizar as taliscas e colá-las influenciam na definição do projeto de piso de BLC. Conforme o procedimento de direção em que as taliscas sejam posicionadas para colagem e prensagem, define-se a classificação do produto. Na Figura 76 alguns exemplos de montagem das chapas de BLC que subsidiam a forma do produto.

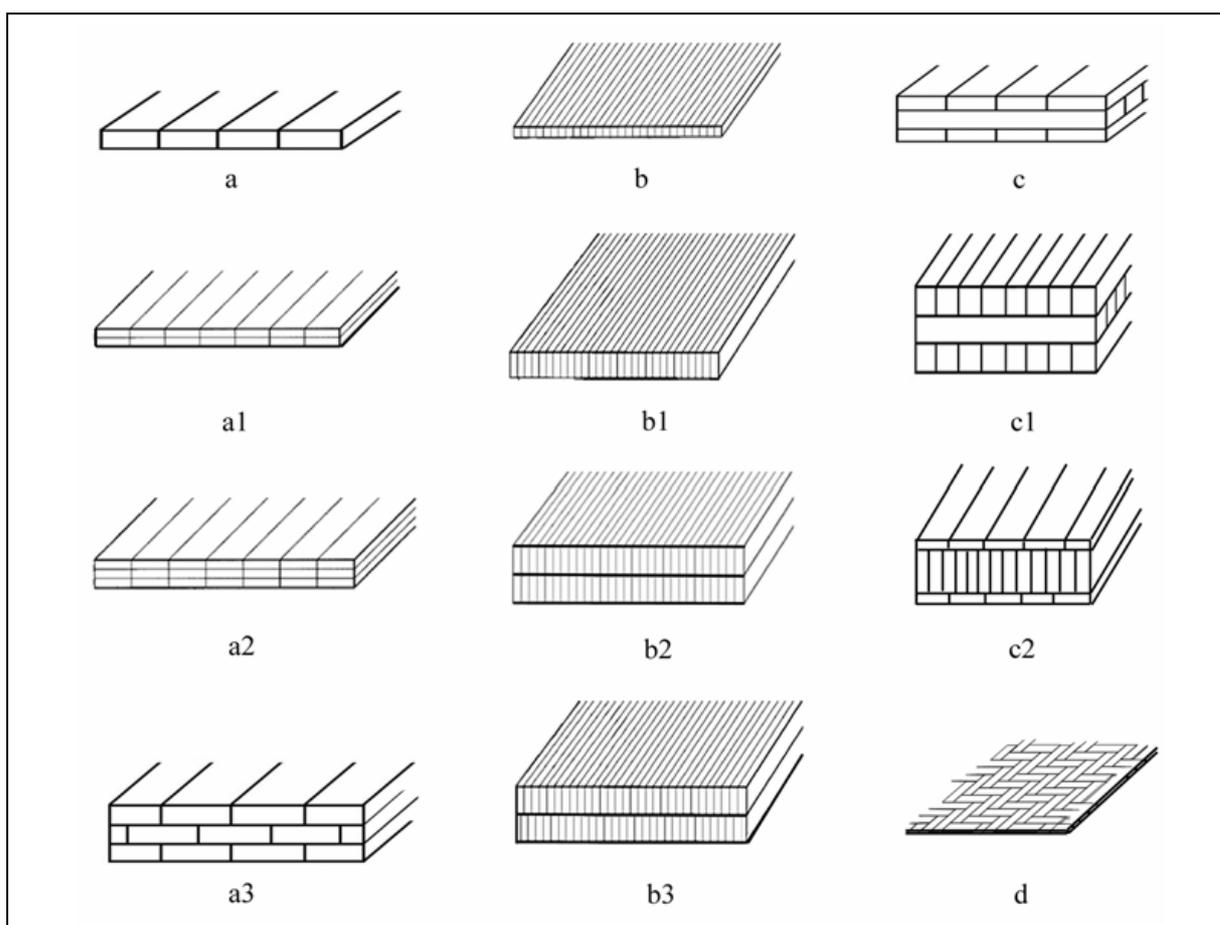


Figura 76 – Forma de montar taliscas para colagem de BLC.

Fonte: MOIZÉS, 2007, p.42.

Nota: a, a1, a2, a3 - painéis de ripas coladas na horizontal;
 b, b1, b2, b3 - painéis com ripas coladas na vertical;
 c, c1, c2 - painéis com ripas coladas em direções
 invertidas (contra-placados); d - painéis com tiras entrelaçadas.

4.3 PARÂMETROS DE PROJETOS PARA PISO DE BLC EMBASADOS EM CRITÉRIOS DE ECO-DESIGN.

A partir da fundamentação teórica, da apresentação e análise dos produtos já existentes no mercado, dos tipos de colas e de formas de colagem serão apresentados, no Quadro 30, indicadores de projetos para desenvolvimento do piso de BLC.

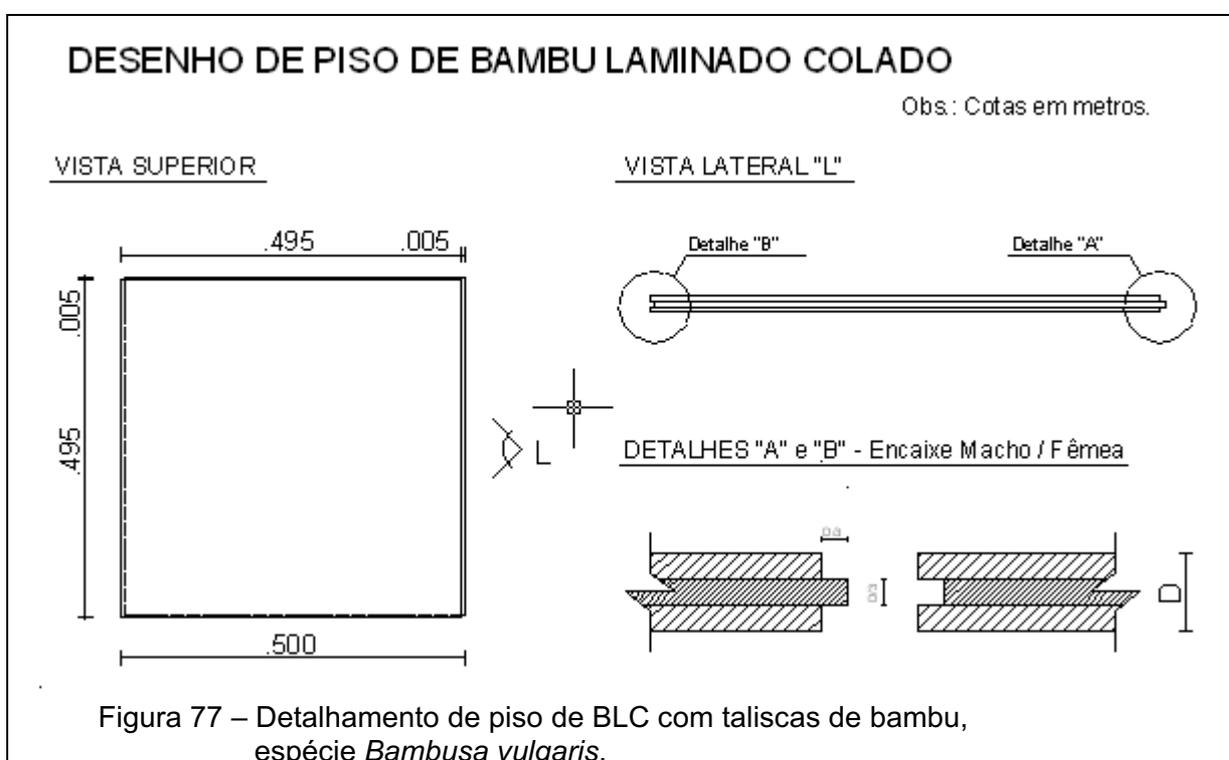
Indicadores Técnicos de Projeto	Aplicação dos Critérios de Eco-design	Análise dos Indicadores Seleccionados
PÚBLICO-ALVO	<p>Projetar para sustentabilidade socioambiental: o processo de produção (laminação) dessa espécie de bambu deveria ser voltado para a micro e a pequena empresa, a partir do processo manual-mecânico; a extração manejada do bambu, plantado ou existente, e os produtos à base de bambu poderiam contribuir para geração e distribuição de trabalho e renda para a região de Salvador e do Recôncavo Baiano, em arranjos produtivos locais.</p>	<p>Por se tratar de uma novidade, esse produto seria direcionado para o público de alto poder aquisitivo, de forma que possa confirmar sua qualidade e promover sua disseminação; posteriormente, seriam desenvolvidos produtos similares voltados para um público de menor poder aquisitivo.</p>
DIMENSÃO DAS PEÇAS	<p>Redução do uso de recursos naturais: aproveitar ao máximo as potencialidades do bambu como matéria-prima básica (talisca) para produção de piso de BLC, e utilizar as sobras do material em subprodutos como varetas, biomassa, adubo, insumo para chapas de aglomerado; desta maneira ,aumenta-se a eficiência da produção com a diminuição das perdas do material.</p>	<p>Peças básicas de pequeno porte (talisca de 5x15x495mm), como já dito, para minimizar a curvatura do <i>Bambusa vulgaris</i>, e por que esse tamanho permite maior versatilidade ao se trabalhar nas etapas de montagem e colagem das taliscas do piso, assim como a criação de outros acessórios em pisos e revestimentos similares; quando coladas, deverão formar uma placa de BLC de formato quadrado, com dimensões finais de 15mm de espessura e 500mm de lado, que permitam encaixes macho-fêmea ortogonais em todo o perímetro da peça, com o objetivo de formar um piso flutuante.</p>
ESTRUTURA E FORMA DE COLAGEM	<p>Planejar o final da vida útil dos produtos e materiais: a composição estrutural das peças que formarão o piso de BLC deve facilitar a colagem e otimizar o tempo de produção; utilizar um adesivo viável e não tóxico para a prensagem a frio das taliscas; o produto economiza energia e, após descarte, pode ser aproveitado em outros processos produtivos ou ser incorporado sem dano ao meio ambiente.</p>	<p>Para padronizar o piso de BLC deve-se usar um sistema de colagem e gabarito simples que preparem as taliscas de forma homogênea para a prensagem à frio, conforme letra b1 da Figura 76; os três tipos de adesivo escolhidos são resinas termofixas, de ótima aderência, de resistência estrutural e à prova d'água; podem ser aproveitadas para fins específicos, mas segundo os critérios de eco-design, o adesivo menos tóxico é o mais recomendável; testar o eco-adesivo CE – 01.</p>

Indicadores Técnicos de Projeto	Aplicação dos Critérios de Eco-design	Análise dos Indicadores Selecionados
ACABAMENTOS	<p>Aumentar a durabilidade: quanto mais tempo de vida útil de um produto, menor sua necessidade de substituição e a pressão sobre a natureza; geralmente, para tornar um produto durável, são aplicados outros produtos agressivos ao meio ambiente, mas deve-se prever a retirada de tais produtos para que o produto básico seja reciclado ou reutilizado; os acabamentos de preservação e fixação do piso de BLC devem facilitar a manutenção e substituição de peças.</p>	<p>Deve-se aplicar um produto que aumente a longevidade e permita alta resistência a riscos e abrasão, de modo a reduzir as preocupações com manutenção e a aumentar a durabilidade do produto, contribuindo assim para sua aceitação no mercado; podem ser aplicados alguns tipos de vernizes, como o verniz de óxido de alumínio cerâmico, que podem ser foscos ou acetinados, para que não apareçam riscos; o piso flutuante deve ser fácil de ser reparado e substituído, e o travamento final pode ser adaptado aos tipos de acabamentos em borda de madeira, existentes no mercado.</p>
MÉTODO DE INSTALAÇÃO FLUTUANTE	<p>Projetar para a remanufatura: o piso de BLC com <i>Bambusa vulgaris</i> deve ser produzido de forma a favorecer sua desmontagem, com possibilidade de ser recriado (<i>re-design</i>), e de sofrer adaptações, melhorias e atualizações tecnológicas; existem muitas possibilidades de composição do piso de BLC que podem ser desenvolvidas a partir de um modelo.</p>	<p>O principal motivo para a escolha desse tipo de fixação deve-se ao fato de que os pisos flutuantes podem ser colocados em qualquer direção - paralela ou em diagonal; como o piso de BLC não será realmente fixado, ele pode ser instalado sobre quase qualquer tipo de contrapiso, contanto que este esteja seco e adequadamente nivelado; para o travamento final, é preciso um espaço de folga ao redor da borda do ambiente de modo que o bambu possa expandir-se e contrair-se com a umidade do meio; a finalização e acabamento serão feitos com as bordas tipo terminal, conforme a Figura 71, que cobrirão esse espaço e travarão o piso no chão, finalizando o fechamento.</p>
POSSIBILIDADES DE COMPOSIÇÃO DO PISO	<p>Projetar para a reutilização: possibilidade de remontar o piso com diversas composições, de reconhecer peças e materiais e de alcançar um segundo ciclo de vida; essas alternativas de diferenciação do piso podem diminuir o tempo de descarte do produto ou permitir uma revenda ou reutilização.</p>	<p><u>Direção das fibras</u> Reta: fibras do piso dispostas numa só direção: vertical, horizontal ou diagonal (Figura 81) Listrada: alternância entre a direção das fibras: uma faixa de piso na vertical, outra na horizontal, sucessivamente; (Figura 82) Xadrez: alternância entre a direção das fibras em cada placa de piso, simultaneamente. (Figura 83)</p>

Quadro 30 - Parâmetros de projetos para piso de Bambu Laminado Colado com *Bambusa vulgaris*.

4.4 POSSIBILIDADES ESTÉTICAS A PARTIR DA COLAGEM DAS TALISCAS DE BAMBU PARA CONCEPÇÃO DO PISO DE BLC

Aplicados os critérios de *design*, selecionados e analisados os indicadores técnicos de projeto a partir dos pisos existentes de madeira e de bambu, propõe-se aqui um formato para o piso de BLC com base nesses parâmetros e nas características do *Bambusa vulgaris*. Com o tipo de taliscas e de colagem propostos, pode-se desenvolver um piso de BLC conforme o desenho da Figura 77.



Na Figura 78 é apresentada a composição da placa quadrada, base para o piso de BLC, com a união das taliscas de bambu, componente reconhecível de seção (5x15 mm e comprimento 500 mm), coladas umas às outras com o Ecodesivo CE – 01 e prensadas a frio, com dimensões finais, depois de usinadas, de 15mm de espessura e 500 mm de lado.

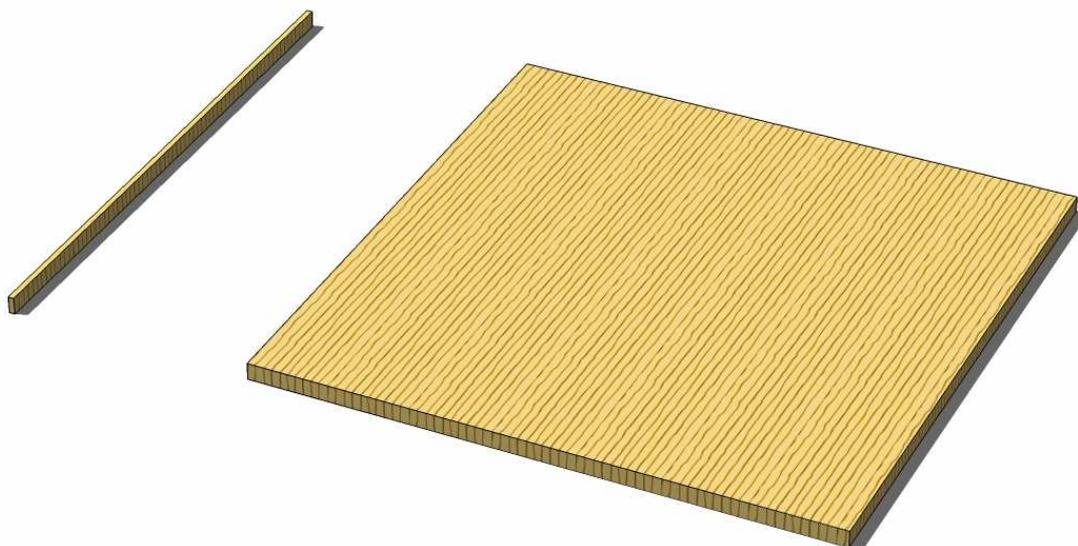


Figura 78 – Formação da placa de BLC para piso.

Na Figura 79 apresenta-se o piso usinado com os encaixes macho-fêmea.

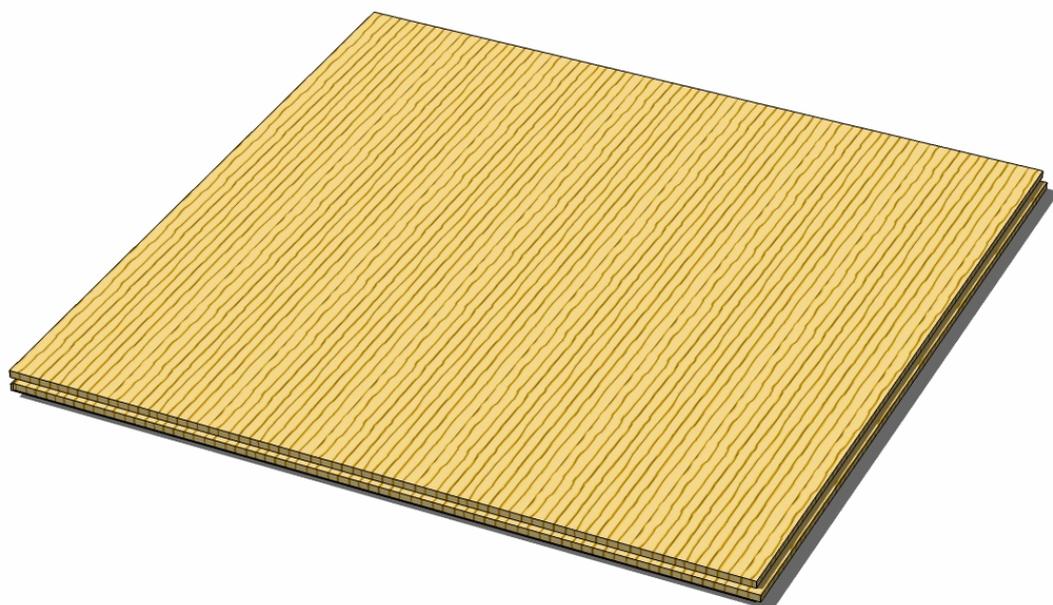


Figura 79 – Piso de BLC com encaixes macho-fêmea.

Na Figura 80 são apresentados os detalhes dos encaixes vistos das quinas do piso.

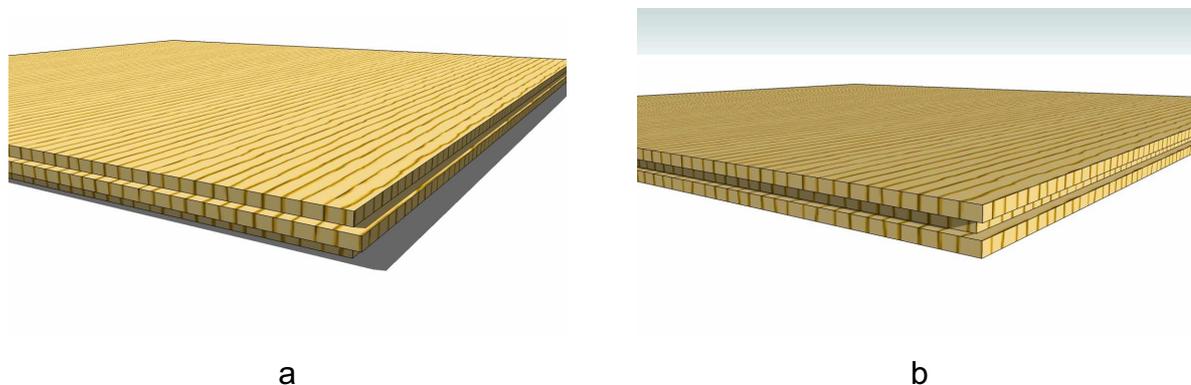


Figura 80 – Encaixes

Nota: a - encaixe macho (lingueta); b - encaixe fêmea (sulco).

Existem duas possibilidades de assentamento do piso de BLC: posição diagonal ou reta. O desenho das fibras do bambu é bem sutil, quase não aparece. Na Figura 81 as fibras do bambu estão na mesma direção, horizontal ou vertical, em relação a algum referencial; na Figura 82, a direção das fibras é alternada, formando o piso listrado; e, finalmente, na Figura 83, alternadas e intercaladas formando um desenho xadrez. Com diferenciação nas cores dos pisos (claro / escuro) é possível fazer mais combinações.

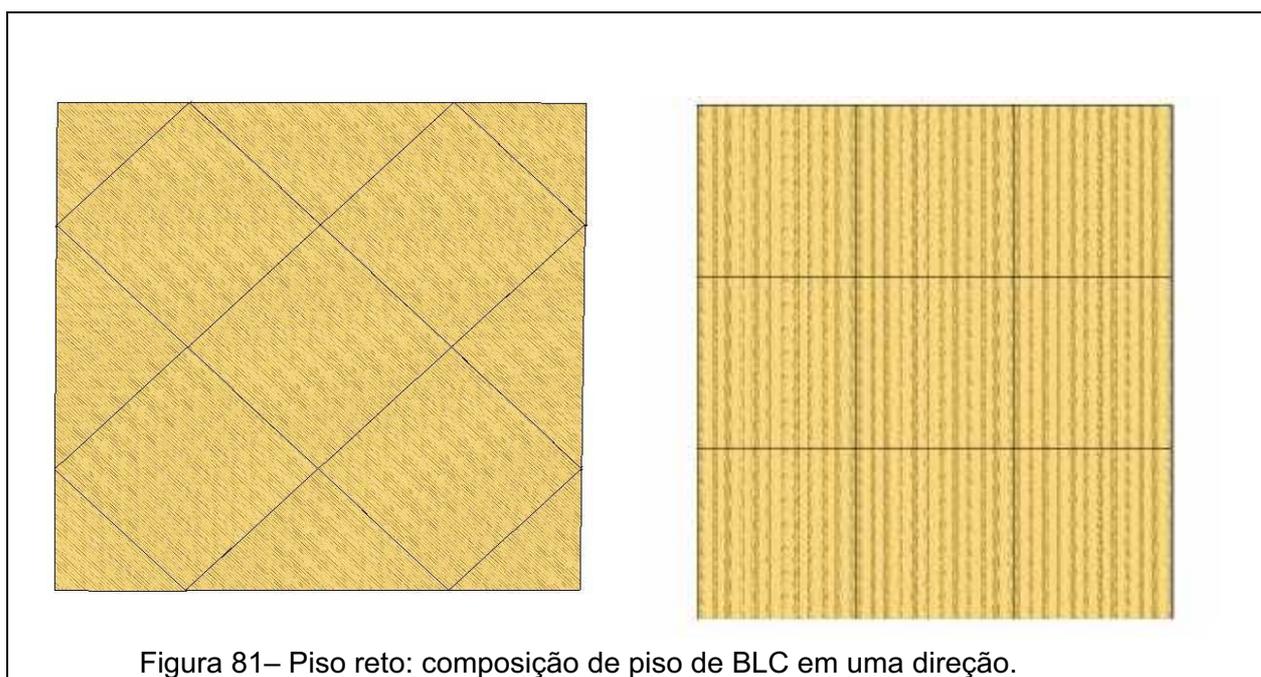
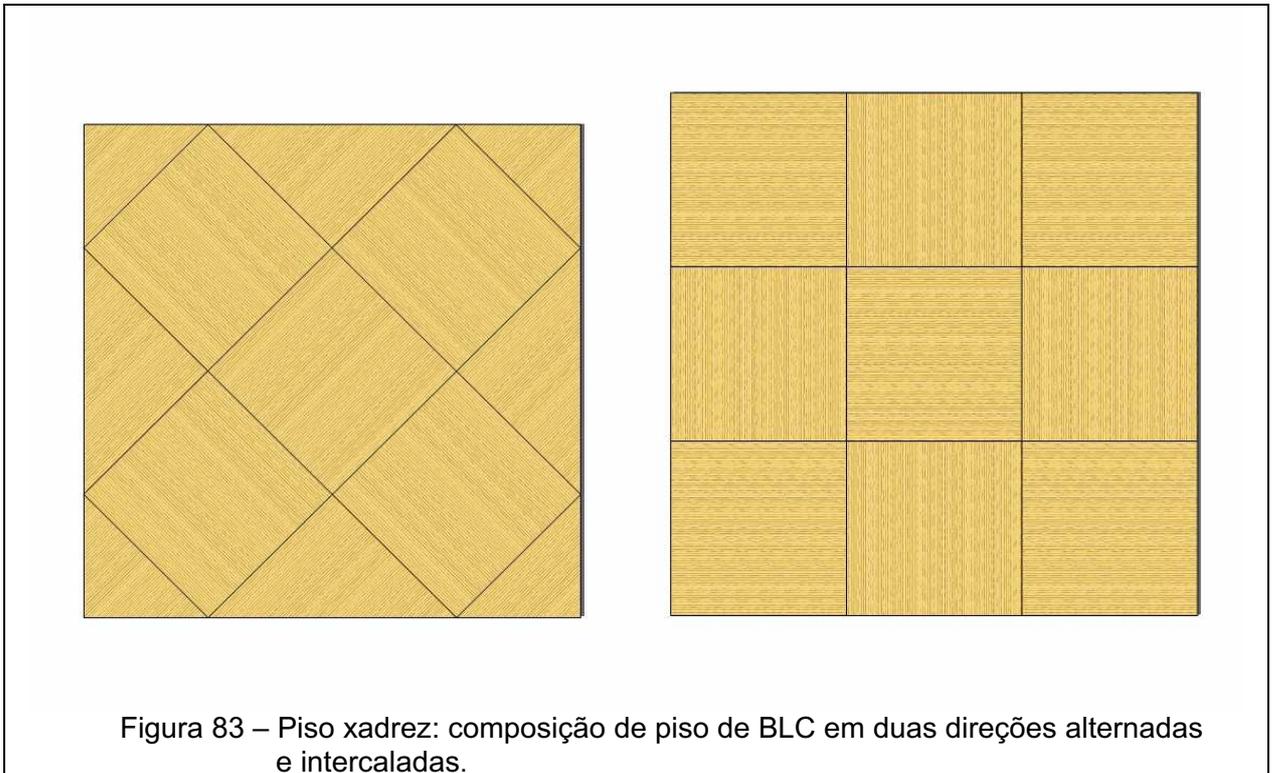
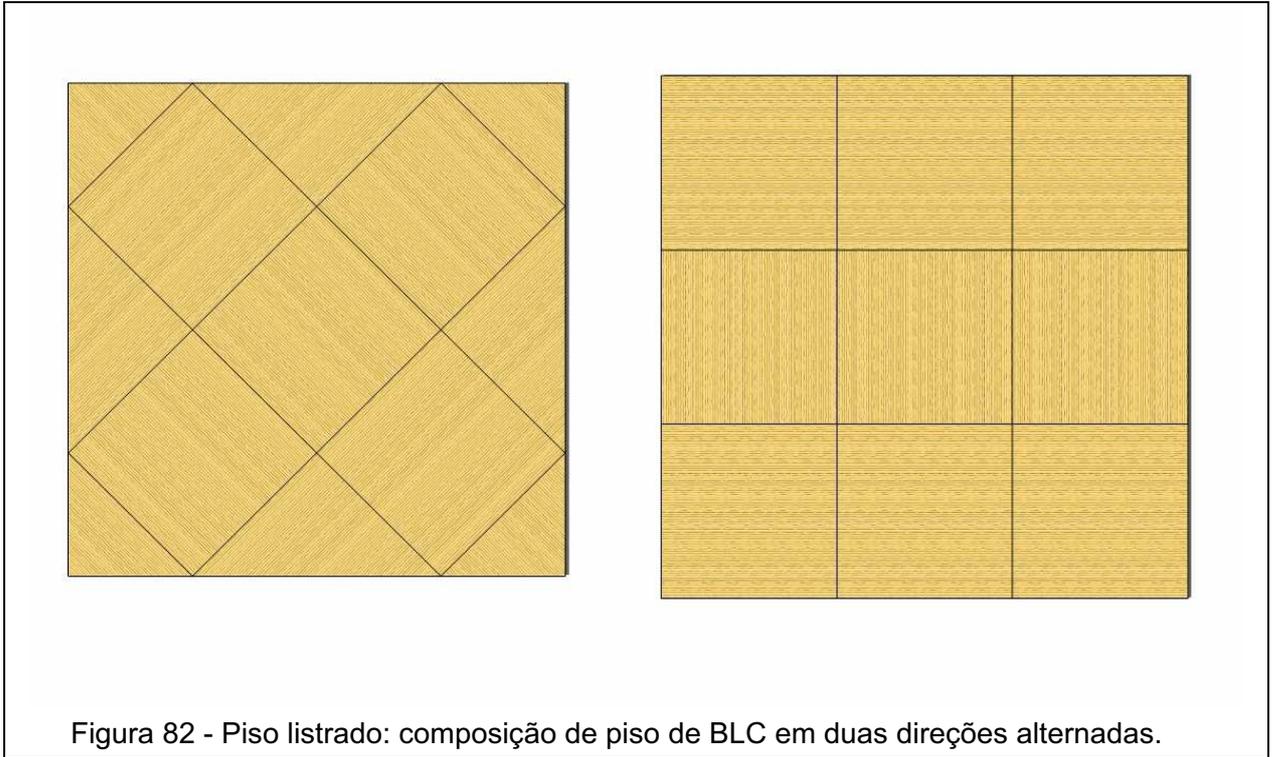


Figura 81– Piso reto: composição de piso de BLC em uma direção.



4.5 PROPOSTA DE PRODUÇÃO DO PISO DE BLC NA BAHIA

Analisado o processo manual-mecânico e proposto um tipo de piso de BLC para o *Bambusa vulgaris*, apresenta-se aqui, ilustrado por um organograma (FIGURA 84), um estudo da possibilidade de produção de BLC, considerando como exemplo a Região Metropolitana de Salvador e o Recôncavo Baiano. A proposta é apresentada sob a forma de um núcleo central integrado, articulado a outros três cooperados. Trata-se de uma síntese de planejamento e logística que pretende abordar inicialmente o potencial dessa espécie de bambu no estado da Bahia.

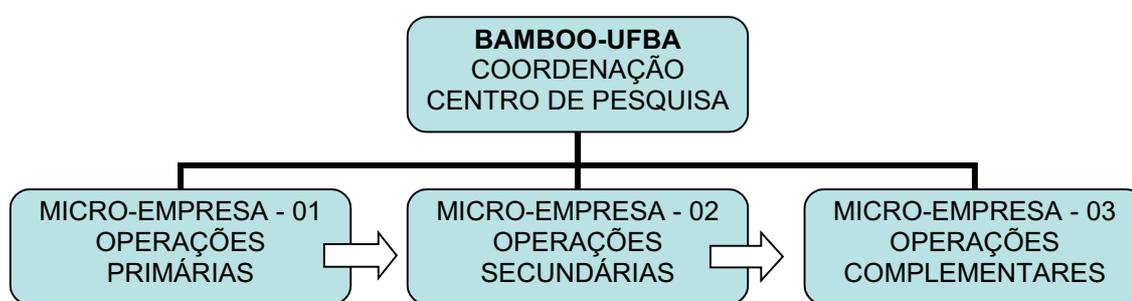


Figura 84 – Fluxograma processo produtivo de piso de BLC com taliscas de bambu, espécie *Bambusa vulgaris*.

4.5.1 Coordenação Geral do Projeto

A UFBA, como centro de pesquisa público, e por abranger as áreas do conhecimento e parcerias necessárias ao empreendimento, poderia gerenciar a iniciativa da exploração do bambu em incubadoras. (FIGURA 85). Dentre as etapas iniciais para a implementação do projeto, destacam-se:

- criação de um projeto-piloto que incluísse as áreas da UFBA interessadas no desenvolvimento desta pesquisa, como as unidades de Biologia, Economia, Engenharia, Geografia, etc; as informações disponibilizadas formariam o banco de dados de uma incubadora de empresa com o objetivo de formar profissionais capacitados e de

multiplicar o conhecimento teórico e prático nas micro-empresas cooperadas e integradas;

- a representação do projeto-piloto seria a empresa batizada aqui de BAMBOO - UBFA, encarregada de desenvolver produtos, tecnologia e patentes, segundo um modelo autóctone de produção, que pudesse introduzir inovação e novos produtos; a empresa seria responsável pela gestão das micro-empresas cooperadas, pelo *marketing*, vendas e representação comercial dos produtos resultantes; os novos produtos seriam aplicados e testados, inicialmente, na própria universidade para depois ganharem o mercado;
- a Coordenação do Projeto seria responsável pelo intercâmbio das pesquisas na área (trabalhos em iniciação científica, extensão, mestrado e doutorado), desenvolvidas em unidades e setores da UFBA, como por exemplo: Biologia - verificação da propagação e incentivo ao plantio das espécies mais adequadas de bambu na região; Economia - estudos sobre crédito de carbono, sustentabilidade da produção com bambu e pesquisa de mercado (plano de negócios); Engenharia - oficina modelo de produção e centro de treinamento para desenvolvimento dos produtos pesquisados; Geografia - mapa cartográfico das possíveis áreas e fontes de matéria-prima e plantio do bambu.

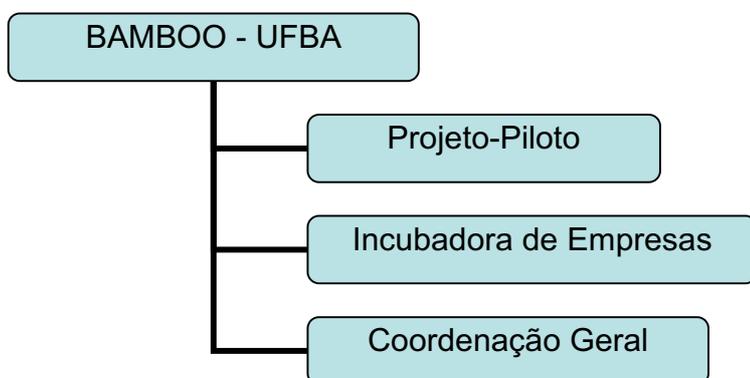


Figura 85 – Fluxograma da incubadora de empresas BAMBOO – UFBA.

4.5.2 Micro-empresa 01 : Operações Primárias

Núcleo responsável pelo fornecimento regular de matéria-prima : produto bambu manejado, tratado, e taliscas aparelhadas. Enquanto não existirem plantações locais de melhores espécies de bambu, a espécie *Bambusa vulgaris*, existente em toda a Bahia, pode servir para dar início a esse processo produtivo (FIGURA 86). Dentre as operações primárias a cargo dessa micro-empresa, destacam-se:

- **mapeamento das touceiras:** inicialmente, as touceiras existentes dentro da própria universidade (Campus de Ondina); posteriormente, as existentes em áreas próximas (aeroporto de Salvador), por geoprocessamento; simultaneamente, planejar a propagação e estimular o plantio do bambu nas áreas catalogadas da espécie *Guadua angustifolia*, com vistas à sua utilização uma vez que precisa de menos tratamento;
- **fornecimento de matéria-prima:** verificar a viabilidade de parceria com órgãos públicos e com o setor privado para doação ou arrendamento das touceiras de bambu que irão fornecer matéria-prima; algumas das touceiras de *Bambusa vulgaris* do aeroporto de Salvador, por exemplo, encontram-se sufocadas ou quase mortas pela falta de manejo periódico;
- **qualidade do produto:** sabe-se que os bambus que não são manejados possuem propriedades físicas e mecânicas inferiores aos de plantações regulares, com alta produtividade dos colmos; assim, é necessário fazer pesquisa e controle periódico da produtividade e das características mecânicas do bambu;
- **tratamento e imunização adequados para cada espécie:** dentre as várias formas de tratamento existentes, verificar qual a mais adequada, menos tóxica e menos poluente - atenção ao descarte;
- **secagem:** é fundamental para que se obtenham produtos de qualidade e por isso é preciso testar qual o método mais eficiente para esse fim;

para receber o acabamento da plaina moldureira, a ripa deverá estar seca a 15 % de umidade e, portanto, o local deverá ser dotado de uma estufa ou defumador;

- **manejo das touceiras:** seria realizado pelo Setor de Jardinagem da UFBA, que já possui equipamento e mão-de-obra especializados nessa área.

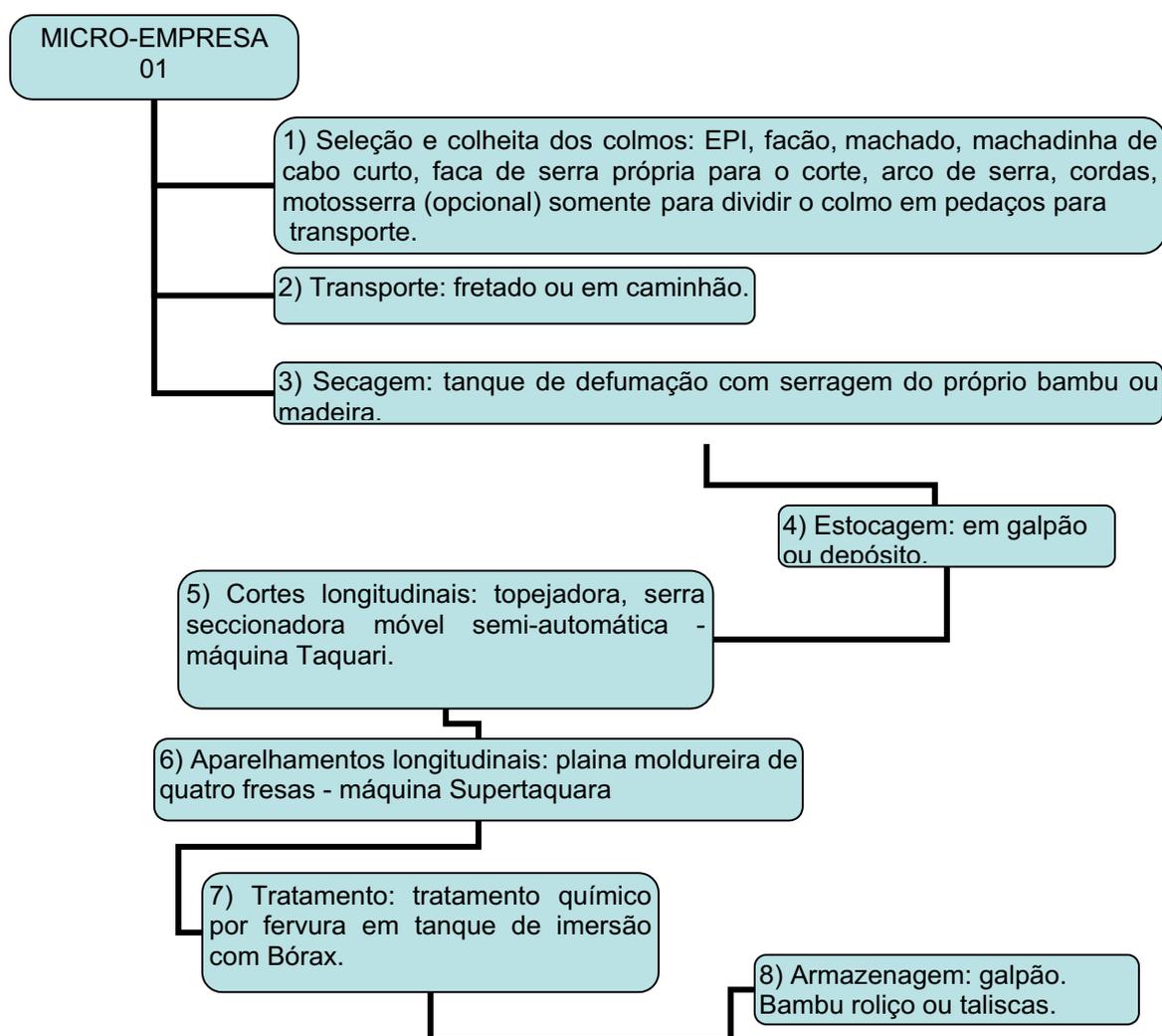


Figura 86 – Fluxograma Micro-empresa 01: Operações Primárias.

4.5.3 Micro-empresa 02 : Operações Secundárias

Núcleo de desenvolvimento de novos produtos em bambu, madeira e reciclados (Figura 87), com investimento em recursos humanos (por meio de pesquisas e da capacitação de mão-de-obra estudantil e profissional) e materiais, com a aquisição de ferramentas, equipamentos e insumos específicos para a produção (Figura 88).



a

b

Figura 87 – Produtos em bambu e madeira.

Fonte: BERALDO, 2008.*

Nota: a - revestimento de madeira e BLC de *B. vulgaris*; b - móvel de BLC de *B. vulgaris*.

Dentre as operações secundárias, destacam-se as seguintes:

- **aparelhamento das taliscas** com equipamentos próprios - ferramentas e maquinário - para a manufatura do produto;

* Documento eletrônico fornecido pelo autor no XI EBRAMEM, 2008.

- **colagem** com o tipo de adesivo adequado à destinação final do produto: dependendo do uso do material; é importante definir se o adesivo será com resina epóxi ou natural de mamona, a depender do uso externo ou interno do produto;
- **capacitação de mão-de-obra** para o processamento do bambu; com treinamento, em poucas horas uma pessoa de baixo grau de escolaridade está apta a trabalhar; segundo a LATIC, somente a operacionalização da máquina plaina moldureira, quatro faces (fresas), requer um profissional de carpintaria especializado, pois o aproveitamento do bambu depende da habilidade dos operadores dessas máquinas.

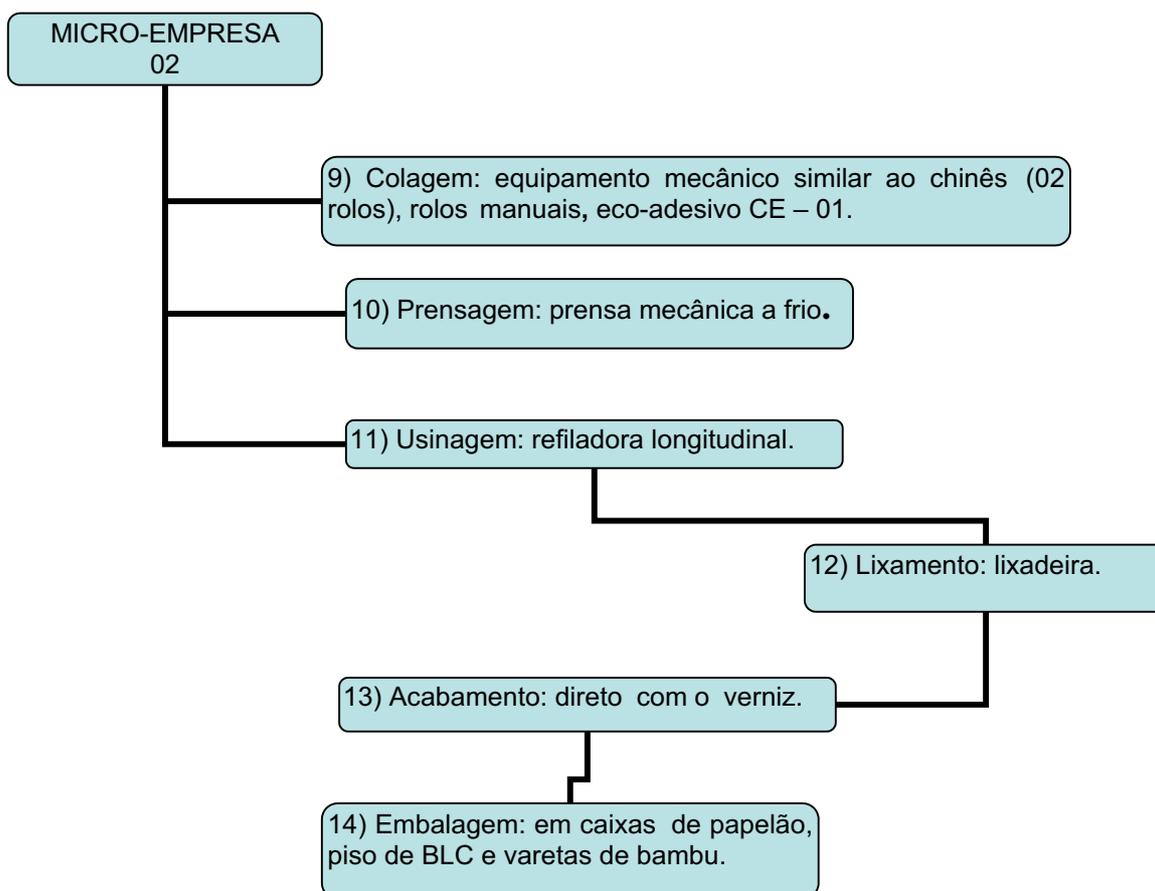


Figura 88 – Fluxograma Micro-empresa 02: Operações Secundárias.

4.5.4 Micro-empresa 03 : Operações Complementares

Núcleo responsável pelo reaproveitamento e reciclagem das aparas para que a produção de laminados de bambu seja viável e ambientalmente eficiente (FIGURA 89). Dentre as operações complementares, destacam-se:

- pesquisar o aproveitamento da serragem e dos cavacos, (respectivamente, resíduos de serras e fresas) e a viabilidade da aplicação do processo produtivo de aglomerado e MDF de bambu, biomassa, carvão e adubo;
- realizar, com a integração e cooperação das três empresas, um plano de negócio para os produtos de bambu, objetivando viabilizar a sustentabilidade ambiental e financeira do empreendimento, assim como seu alcance social.

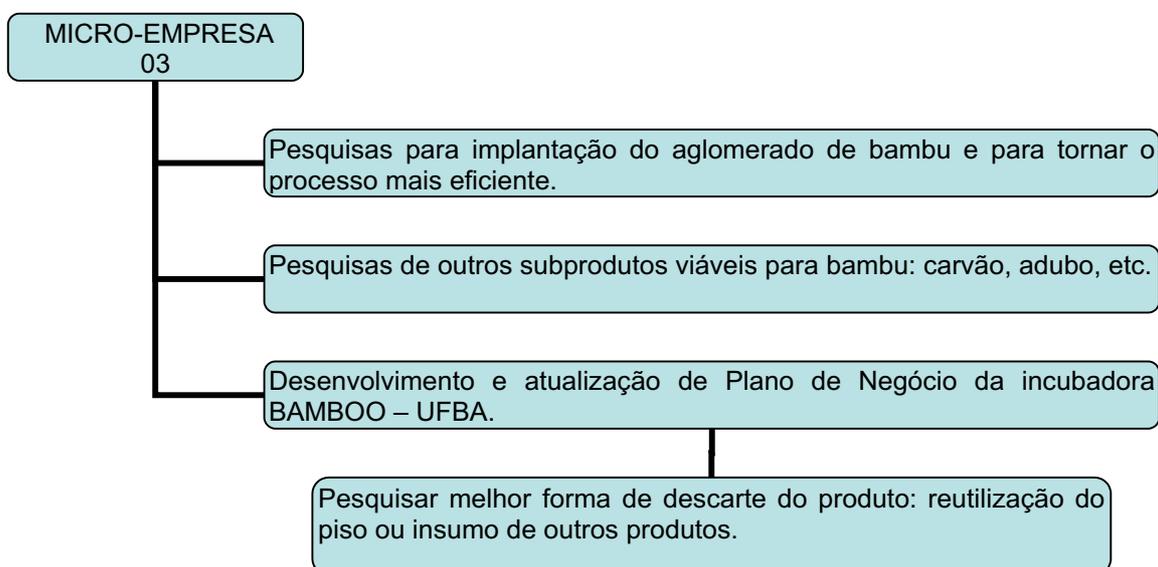


Figura 89 – Fluxograma Micro-empresa 03: Operações Complementares.

O sábio observa no bambu um modelo de constância e permanência.
Em seu paciente fluir é posto à prova pelos ventos,
pelas chuvas, pela nevada, pelo abrasador calor,
mas sempre se acomoda suavemente, sem resistir, e mantém sua integridade.
Como o sábio, o bambu age sem ação e ensina sem palavras.
(FREGTMAN, 1993, p.182)

5 CONCLUSÕES

O levantamento do estado da arte do BLC, por meio das pesquisas realizadas no Brasil com variadas espécies de bambu, demonstrou que esse material é viável para diversos fins. A escolha do processo de fabricação do produto é determinante para a viabilidade e eficiência da produção. Existem muitas variáveis em relação à manufatura do produto que necessitam de pesquisas locais, tais como: produtividade da plantação; equipamentos de produção; número de trabalhadores e logística da cadeia produtiva; fatores técnicos como tratamento, secagem, colagem, que variam de acordo com a espécie; e o reaproveitamento das sobras.

O compósito de BLC possui características físicas e mecânicas semelhantes às do material madeira e, por isso, pode ser utilizado nos mais variados revestimentos e produtos similares; para a função de piso, por exemplo, possui características apropriadas devido à sua dureza. O bambu beneficiado em BLC pode vir a ser um grande parceiro da madeira ao poupá-la para outras finalidades ou atuando em conjunto.

Observou-se na pesquisa, pela revisão de literatura, que o processo manual-mecânico de piso de BLC está mais próximo do processo da madeira serrada para piso maciço do que o processo do compensado de madeira. Na obtenção do piso maciço de madeira serrada, por exemplo, o processo difere daquele do BLC apenas pelo acréscimo das etapas de colagem e prensagem, presentes nesse tipo de piso de bambu; no processo do compensado de madeira as etapas de colagem e prensagem são as únicas próximas ao do BLC, porém abrangem operações e maquinários diferenciados, difíceis de ser comparados.

O fornecimento de matéria-prima de qualidade é um grande obstáculo para o desenvolvimento de qualquer produto de bambu. Com a aprovação do Projeto de Lei PL 1180/2007, que dispõe sobre a política nacional de incentivo à cultura do bambu

e dá outras providências, é possível que essa realidade se transforme. As pesquisas devem prosseguir, pois é importante o conhecimento sobre o comportamento das espécies de bambu existentes em cada região do país. É possível que, quando o abastecimento de bambu se tornar uma realidade, os núcleos que pesquisaram e trabalharam com esse material já estejam desenvolvidos e aptos a transformá-lo em produtos com a qualidade exigida pelo mercado.

Na Bahia há uma grande incidência do *Bambusa vulgaris*, graças às condições aqui existentes de clima e solo, espécie que já foi explorada para o fabrico de papel e, atualmente, como biomassa, mas como atividades voltadas para o grande capital. Existem alternativas possíveis para o aproveitamento desse bambu, como a produção de BLC (pisos, divisórias, revestimentos) e de aglomerado, que poderiam ser direcionadas para o pequeno empresário, mas que ainda necessitam de investimentos e de maior número de pesquisas para que se possam concretizar. O trabalho com o bambu se caracteriza por ser de fácil aprendizado, possibilitando a pessoas de diversos níveis sócio-econômicos o acesso a uma formação profissional, como também o resgate da auto-estima do aprendiz pela aproximação do mundo da arte ao seu cotidiano.

No caso do *Bambusa vulgaris*, espécie pesquisada, a escolha do produto no qual se pretende trabalhar deve estar amparada por critérios de *eco-design* (*design* sustentável) e por estudos de viabilidade e eficiência da produção. As dificuldades apresentadas por essa espécie, como tortuosidade dos colmos e alta concentração de amido, por exemplo, podem ser minimizadas pelo processo produtivo escolhido, tratamento eficiente e pelo reaproveitamento dos subprodutos gerados durante a produção das taliscas.

O bambu tem um apelo ecológico maior pela sua capacidade de renovação anual, e também pode contribuir para uma mudança conceitual e estética sobre os pisos existentes. Porém há de se observar que o tratamento tóxico é dialético em relação ao meio ambiente: enquanto aumenta a durabilidade, também aumenta a poluição. A indicação de parâmetros para projeto e a aplicação de critérios de *eco-design* na produção do piso de BLC, inclusive sobre o tratamento mais adequado, podem reforçar essa qualidade do material e vir a ser um diferencial na conceituação do piso, aliado às características de durabilidade, eficiência e beleza. Os produtos

de bambu podem ser viáveis tecnicamente, desde que haja uma compreensão da sua limitação, possibilitando o aproveitamento quase que completo da matéria-prima distribuída nas operações primárias, secundárias e complementares de seu processo produtivo. Com o domínio da técnica de BLC pode-se desenvolver a união entre produção e sustentabilidade.

Geralmente, o domínio de uma técnica que qualifique produtos para um mercado exigente necessita de um tempo maior para a formação de equipes multidisciplinares envolvidas na metodologia pedagógica de inserção social, e de capacitação nas técnicas de produção. Essa dinâmica é contrária ao imediatismo dos projetos vigentes, pautados na lógica de mercado e na expectativa de retorno financeiro por parte dos participantes dos cursos e oficinas oferecidos; inexistem também, nesses projetos, pesquisas preliminares de análise de mercado, de fornecedores, da capacidade de produção, de mão-de-obra e outros para planejamento e implantação de uma cadeia produtiva de acordo com a qualificação pessoal ou com o produto desejado.

Estes são motivos pelos quais as universidades deveriam assumir o papel de iniciar a disseminação da cultura do bambu no Brasil e de propiciar à sociedade novas possibilidades de trabalho e renda.

5.1 RECOMENDAÇÕES

Na conclusão deste estudo, recomenda-se:

- pesquisar e incentivar o plantio do gênero *Guadua* e de outras espécies de bambu;
- pesquisar um método ou tratamento eficiente para o bambu que seja menos tóxico às pessoas e ao meio ambiente;
- Incluir o estudo do bambu como componente curricular das universidades.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21 brasileira. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional, [200-].

Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=908&idMenu=374>> Acesso em: 17 dez. 2007.

ANDRIGHETO, R; ANDRADE, D.M.; SZÜCS, C.A. Estudo comparativo de madeira laminada colada e madeira laminada multicolada. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 10., 2006, Águas de São Pedro. **Anais...** São Carlos: IBRAMEM, 2006. 1 CD-ROM.

ANGELI, A. **Indicações para escolha de espécies de *Eucalyptus***. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2005. Disponível em:

<www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.asp> Acesso em: 5 mar. 2007.

ARAÚJO JR, O. **Sustentabilidade gerando emprego e renda**. [2004?].

Disponível em: < www.ambientetotal.cjb.net >. Acesso em: 5 mar. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Números do setor:** reflorestamento: mapa. 2007. Disponível em:

<http://www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/pdf/anual/reflo_00.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190:** projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

BAXTER, M. **Projeto de produto:** guia prático para o design de novos produtos. Tradução Itiro lida. 2.ed.rev. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

BERALDO, A.L.; ESPELHO, J.C.C. Avaliação da durabilidade de taliscas de bambu. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 10., 2006, Águas de São Pedro. **Anais...** São Carlos: IBRAMEM, 2006. 1 CD-ROM.

BRASCOLA: Produtos. Joinville, [2007]. Disponível em:

<<http://www.brascola.com.br/produto.php?oque=segmento>> Acesso em: 5 mar. 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. **Pesquisa da Atividade Econômica Regional – PAER:** Suplemento Inovação Tecnológica: Ano Base-1998. Brasília, DF, [1999?]. Disponível em: <portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/inotec.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2006.

CALIL JÚNIOR, C.; LAHR, F.A.R.; BRAZOLIN, S. Madeiras na construção civil. In: ISAIA, G.C. (Ed.) **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia dos materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. v.2, p.1149-1179.

CALLISTER JÚNIOR, W.D. **Ciência e engenharia dos materiais: uma introdução**. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

CASAGRANDE JÚNIOR, E.F. **Bambu: matéria prima do século XXI**. 2005. Trabalho apresentado ao 7º Simpósio Brasileiro Sobre Colheita e Transporte Florestal, Vitória, 2005.

CASAGRANDE JUNIOR, E.F. Inovação tecnológica e sustentabilidade: possíveis ferramentas para uma necessária interface. **Educação & Tecnologia**, Curitiba, v.8, p.97-109, 2004.

CASAS de alto padrão e tecnologia de ponta. **Referência: A Revista do Setor Industrial Madeireiro**, Curitiba, ano 10, n.77, p.42, mar. 2008.

CASTRO E SILVA, R. M. de. **O bambu no Brasil e no mundo**. [2004?].

Disponível em:

<http://www.institutoeu.com.br/arquivos/downloads/Bambu_no_Brasil_e_no_Mundo_56403.pdf> Acesso em: 6 mar. 2006.

CÉSAR, S.F. **Chapas de madeira para vedação vertical de edificações produzidas industrialmente: projeto conceitual**. 2002. 256f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CONCEIÇÃO, M.M. **Os empresários do lixo: um paradoxo da modernidade: análise interdisciplinar das cooperativas de reciclagem de lixo**. Campinas: Ed. Átomo, 2003.

DIAMOND, J. **Armas, germes e aço: os destinos das sociedades humanas**. 5.ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.

DUPUY, J.-P. **Introdução à crítica da ecologia política**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1980.

ECOADESIVOS. São Paulo: Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica, [2006?]. Disponível em: < <http://www.idhea.com.br/ecoadesivos.asp> >. Acesso em: 5 mar. 2007.

ESTUDO do bambu: Diagnóstico sobre Bambu XI. Campo Grande: SEBRAE, 2006. Disponível em:

<<http://www.ms.sebrae.com.br/uploads/Estudos%20Agronegocios/Bambu/b-11.doc?phpMyAdmin=dfd509e0b6b61f1293168a64e2a77f56>> Acesso em: 15 ago. 2007.

FARRELY, D. **The book of bamboo**. London: Thames and Hudson, 1996.

FERREIRA, G.C.S.; MORENO JR., A.L. Caracterização física de taliscas de bambu *Dendrocalamus giganteus*. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 10., 2006, Águas de São Pedro. **Anais...** São Carlos: IBRAMEM, 2006. 1 CD-ROM.

FERREIRA, M.dos S.. **A função design e a corrente da sustentabilidade: eco-eficiência de um produto.** [2003]. Disponível em: <<http://webmail.faac.unesp.br/~paula/Paula/funcao.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2007.

FLUXOGRAMA de produção de compensado de madeira. Curitiba: ABIMCI; Brasília, DF: Fórum Nacional das Atividades de Base Florestal, 2004a. (Artigo Técnico n.20).

FLUXOGRAMA de produção de lâminas de madeira. Curitiba: ABIMCI; Brasília, DF: Fórum Nacional das Atividades de Base Florestal, 2004b. (Artigo Técnico n.19).

FLUXOGRAMA de produção de madeira serrada. Curitiba: ABIMCI; Brasília, DF: Fórum Nacional das Atividades de Base Florestal, 2004c. (Artigo Técnico n.18).

FLUXOGRAMA de produção de pisos de madeira maciça. Curitiba: ABIMCI; Brasília, DF: Fórum Nacional das Atividades de Base Florestal, 2004d. (Artigo Técnico n.21).

FREGTMAN, C.D. **O Tao da música.** Tradução de Priscilla Barrak Ermel. 9.ed. São Paulo: Ed. Pensamento, 1993.

GAION, C.P.; PASCHOARELLI, L.C.; PEREIRA, M.A. dos R. **O bambu como matéria-prima para o design industrial: um estudo de caso.** Bauru: FAAC-UNESP, 2003.

GRIMALDI, R.; PINTO, E.D. (Coord.). **Concepção de produtos e serviços.** Brasília, DF: SEBRAE, 2001. (Iniciando um Pequeno Grande Negócio, 4).

GRIMALDI, R.; PINTO, E.D. (Coord.). **Identificando oportunidades de negócios.** Brasília, DF: SEBRAE, 2001. (Iniciando um Pequeno Grande Negócio, 2).

HADDAD, M. **The plybamboo alternative.** 2006. 122f. (Thesis) - School of Computing and Technology, University of East London, London, 2006.

HIDALGO-LÓPEZ, O. **Bamboo: the gift of the gods.** Bogotá: D'Vinni, 2003.

INDUSPARQUET : Institucional: Linha de produção. Tietê, SP, [2007]. Disponível em: <www.indusparquet.com.br>. Acesso em: 5 mar. 2007.

INFORMAÇÕES sobre pisos: Cuidados. Piracicaba: Associação Nacional dos Produtores de Pisos de Madeira, [2007]. Disponível em: <<http://www.anpm.org.br/informacoes/cuidados.html>>. Acesso em: 17 dez. 2007.

INFORMAÇÕES técnicas. Campo Belo, SP: Parquet SP, [2007?]. Disponível em: <<http://www.portalpsp.com.br/index.html>>. Acesso em: dez. 2007.

JANSSEN, J.J.A. **Designing and building with bamboo.** Beijing: INBAR, 2000. (Technical Reports 20).

JUDZIEWICZ, E.J. et al. **American bamboos**. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1999.

KLEIN, A. **Como instalar e manter pisos de madeira**. Tradução de HowStuffWorks Brasil. 2003. Disponível em:
<<http://casa.hsw.uol.com.br/como-instalar-e-manter-pisos-de-madeira2.htm>> Acesso em: 17 dez. 2007.

KRANZBERG, M.; SMITH, C.S. **Materiais na história da sociedade**. Tradução de José Roberto G. da Silva. São Carlos: UFSCar, [1985?].

LAPO, L.E.R. **Bambu laminado colado (BLC)**. 2007. Trabalho apresentado ao 15º Congresso Interno de Iniciação Científica da UNICAMP, Campinas, 2007.

LEHNL, M. **A eco-eficiência: criar mais valor e menos impacto**. Geneva: World Business Council for Sustainable Development ; Lisboa: Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2001. Disponível em:
<http://www.wbcds.org/web/publications/eco_efficiency_creating_more_value-portuguese.pdf>. Acesso em: 20 set. 2007.

MADEIRA: uso sustentável na construção civil. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMA: SindusCon-SP, 2003. Disponível em:
<manual_da_madeira[1].zip - Arquivo ZIP, tamanho descomprimido 2.754.817 bytes> Acesso em: 5 mar. 2007.

MADEIRA legal. [2007?]. Disponível em:
<<http://www.madeiralegal.com.br/Home/0100frame.html>> Acesso em: 19 maio 2007.

MAINERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2.ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Madeiras, 1989. (Publicação IPT, n.1791).

MANHÃES, A.P. **Caracterização da cadeia produtiva do bambu no Brasil: abordagem preliminar**. 2008. 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) -Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

MARX, K. **Para a crítica da economia política**. São Paulo: Abril Cultural, [1984]. (Os Pensadores)

A MATÉRIA prima: [bambu] : potencial de exploração. Coelho Neto, MA: Itapagé S.A., [2007?]. Disponível em:
<http://www.itapage.com/html/materia_prima_textos5_p.htm>. Acesso em: 19 nov. 2007.

MELO, R.M. et. al. Bambu, as mil faces de um valente. **Casa Claudia**, São Paulo, p.116-118, [1996?].

MERCADO: concorrência e competitividade. **Referência: A Revista do Setor Industrial Madeireiro**, Curitiba, ano 9, n.71, p.58-60, set. 2007.

MINISTÉRIO do Meio Ambiente comenta desmatamento na Amazônia. Brasília, DF: WWF, 15 jul. 2008. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/informacoes/noticias_meio_ambiente_e_natureza/?14620>. Acesso em: 3 jan. 2009

MOIZÉS, F.A. **Painéis de bambu, uso e aplicações:** uma experiência didática nos cursos de Design em Bauru, São Paulo. 2007. 113f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2007.

MOREIRA, L.E.; GHAVAMI, K. Os méritos do bambu. **Informador das Construções**, Belo Horizonte, n.1292, p.22-23, 1995.

MOTA, J.A. **O valor da natureza:** economia e política dos recursos naturais. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.

NOBRE, M.; AMAZONAS, M. de C. **Desenvolvimento sustentável:** a institucionalização de um conceito. Brasília, DF: Ed. IBAMA, 2002.

NOGUEIRA, C. de L. **Painel de bambu laminado colado estrutural.** 2008. 92f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

NUNES, A.R.S. **Construindo com a natureza bambu:** uma alternativa de ecodesenvolvimento. 2005. 131f. Dissertação (Mestrado) - Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2005.

ORÉFICE, R. **Compósitos.** Belo Horizonte : Laboratório de Engenharia de Polímeros e Compósitos da UFMG, [1998]. Disponível em: <<http://www.demet.ufmg.br/docentes/rodrigo/compositos.htm>>. Acesso em: 28 ago. 2006.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO. **ISO 22156:** Bamboo: structural design. Geneva, 2004a.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO. **ISO 22157-1:** Bamboo: determination of physical and mechanical properties -- Part 1: Requirements. Geneva, 2004b.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO. **ISO/TR 22157-2 :** Bamboo: determination of physical and mechanical properties – Part 2 : Laboratory manual. Geneva, 2004c.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO. **ISO/TC 165 N315:** Laboratory Manual on Testing Methods for Determination of physical and mechanical properties of bamboo. Geneva, 2001.

PADRÕES. São Paulo: BambooLook- Assoalho ecológico de bambu, [2007]. Disponível em: <http://www.bamboolook.com.br/prod_padroes.html>. Acesso em: 25 jul. 2007.

PAINÉIS de madeira fabricados no Brasil e suas particularidades. Curitiba: ABIMCI; Brasília, DF: Fórum Nacional das Atividades de Base Florestal, [2004]. (Artigo Técnico n.1).

PEREIRA, M.A. dos R. **Bambu**: espécies, características e aplicações. Bauru: UNESP, 2001.

PEREIRA, M.A. dos R. Determinação de características físicas do bambu gigante laminado (*Dendrocalamus giganteus*), cultivado na Unesp, campus de Bauru. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 10., 2006, Águas de São Pedro. **Anais...** São Carlos: IBRAMEM, 2006. 1 CD-ROM.

PEREIRA, M.A. dos R. ; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. Bauru: Ed. Canal 6, 2007.

PEREIRA, M. do C.S. **Produção e consumo de produtos florestais**: perspectivas para a Região Sul com ênfase em Santa Catarina. Florianópolis: Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul, 2003. Disponível em: <http://www.brde.com.br/estudos_e_pub/Produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20Consumo%20de%20Produtos%20Florestais.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2007.

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de madeira**. 6.ed. São Paulo: LTC, 2003.

PIMENTEL, M.A. **O bambu e os desafios do Brasil**. [1997?] Disponível em: <<http://www.bambubrasileiro.com/arquivos/O%20Bambu%20e%20os%20Desafios%20do%20Brasil%20-%20Marco%20Pimentel.PDF>>. Acesso em: 25 fev. 2008.

PISO estruturado: produtos. São José dos Pinhais, PR: ARBOS- Pisos Estruturados de Madeira, [2007a]. Disponível em: <<http://www.arbospisos.com.br/index.php?menu=estruturado>> Acesso em: 19 dez. 2007.

PISO laminado: produtos. São José dos Pinhais, PR: ARBOS- Pisos Estruturados de Madeira, [2007b]. Disponível em: <<http://www.arbospisos.com.br/index.php?menu=laminado>> Acesso em: 19 dez. 2007.

PRODUTIVIDADE e perdas. Curitiba: ABIMCI; Brasília, DF: Fórum Nacional das Atividades de Base Florestal, 2003. (Artigo Técnico n.6).

PRODUTOS de madeira. Curitiba: ABIMCI; Brasília, DF: Fórum Nacional das Atividades de Base Florestal, 2004. (Artigo Técnico n.15).

PROPRIEDADES da madeira. **Revista da Madeira**, Curitiba, n.83, ago. 2004.

Disponível em:

<http://www.remade.com.br/pt/revista_materia.php?edicao=83&id=596> Acesso em: 24 jul. 2008.

QUEIROZ, A.; CAPELLO, G.; WENZEL, M. Bambu, madeira do futuro. **Arquitetura & Construção**, São Paulo, ano 23, n.4, p.104-111, abr. 2007.

QUINTAS, J.S. (Org.). **Pensando e praticando a educação ambiental na gestão do meio ambiente**. Brasília, DF: Ed. IBAMA, 2000.

RECH, M. **Colagem da madeira**. Porto Alegre: SENAI-RS, 2007. (Coleção Cartilhas Moveleiras).

RÉGIS, F.M. **Ecodesign: potencialidades do bambu**. 2004. 75f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Departamento de Ciências Exatas e de Comunicação, Universidade Salvador, Salvador, 2004.

RIVERO, L.A. **Laminado colado e contraplacado de bambu**. 2003. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SANTOS, R.; PINTO, E.D. (Coord.). **Análise de mercado**. Brasília, DF: SEBRAE, 2001. (Iniciando um Pequeno Grande Negócio, 3).

SANTOS, R.; PINTO, E.D. (Coord.). **Análise financeira**. Brasília, DF: SEBRAE, 2001. (Iniciando um Pequeno Grande Negócio, 5).

SECAGEM de serrados e lâminas de madeira. Curitiba: ABIMCI; Brasília, DF: Fórum Nacional das Atividades de Base Florestal, 2004. (Artigo Técnico n.27).

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Equipamentos e processos necessários para produção de compensado de bambu**. Porto Alegre: SENAI-RS, 10 ago. 2005. Disponível em: <<http://sbrtv1.ibict.br/upload/sbrt1196.pdf?PHPSESSID=6aa56910df57f5c60f1bee9de0deef0>>. Acesso em: 24 nov. 2006.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Fabricação de compensados**. Porto Alegre: SENAI-RS, 27 set. 2006. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/upload/sbrt3679.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2006.

SILVA, E.L. da, MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2000.

SILVA, R.M. de C. e. **O bambu no Brasil e no mundo**. 2005. Disponível em: <http://www.embambu.com.br/imagens/bambu_brasil_mundo.pdf> Acesso em: 6 mar. 2006.

SILVA, F. de A.; GHAVAMI, K.; D'ALMEIDA, J.R.M. Comportamento ao impacto de laminados de bambu. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM

ESTRUTURAS DE MADEIRA, 9., 2004, Cuiabá. **Anais...** São Carlos: IBRAMEM, 2004. 1 CD-ROM

SMITH, W.F. **Princípios de ciência e engenharia dos materiais**. 3.ed. Lisboa: McGraw-Hill, 1998.

STAMM, J. **Laminados de guadua**. Conferência pronunciada na Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia, 16 abr. 2002.

Disponível em: <<http://www-users.rwth-aachen.de/Christoph.Toenges/pix/LAMINADOS%20DE%20GUADUA.pdf>>

Acesso em: 6 mar. 2006.

TEIXEIRA, M.G. **Aplicação de conceitos da ecologia industrial para a produção de materiais ecológicos**: o exemplo do resíduo de madeira. 2005. 159f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

VASCONCELLOS, R.M. de. **Cartilha de fabricação de móveis de bambu**.

Maceió: Instituto do Bambu, 2004. Disponível em:

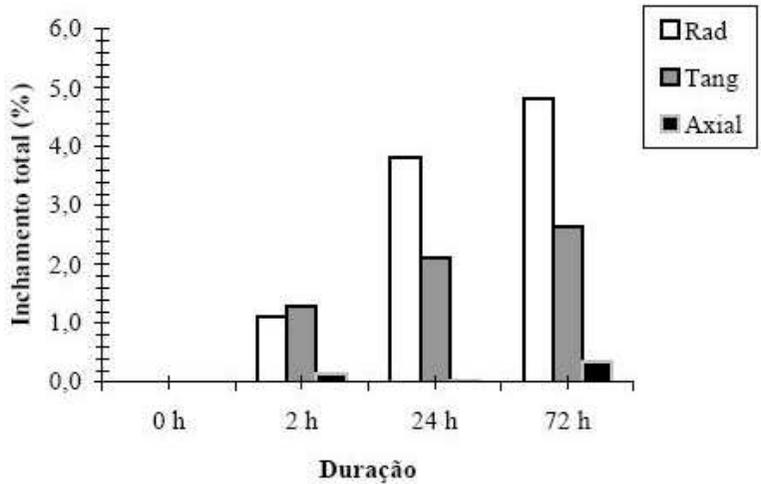
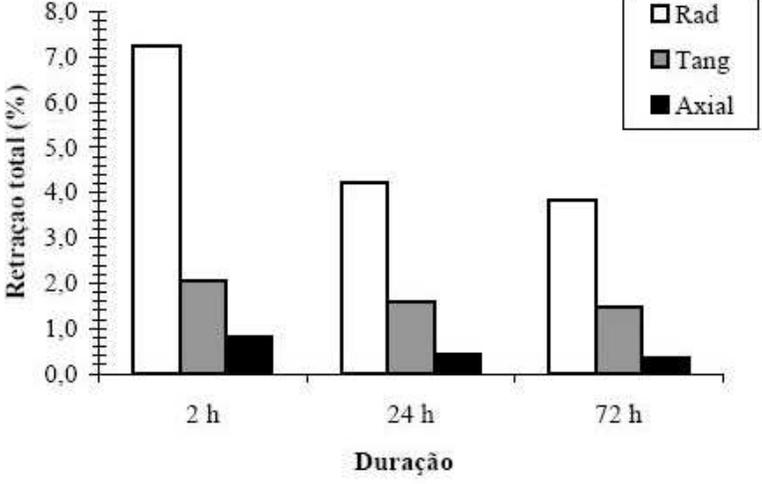
<www.bambubrasileiro.com/arquivos/cartilhamoveisinbambu.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2005.

VELEZ, S.; DETHIER, J.; STEFFENS, K. **Grow your own house**. Weil am Rhein: Vitra Design Museum, 2000.

WEBER, M. **A ética protestante e o espírito do capitalismo**. 2 ed. São Paulo: Pioneira; Brasília, DF:Ed. UnB, 1981.

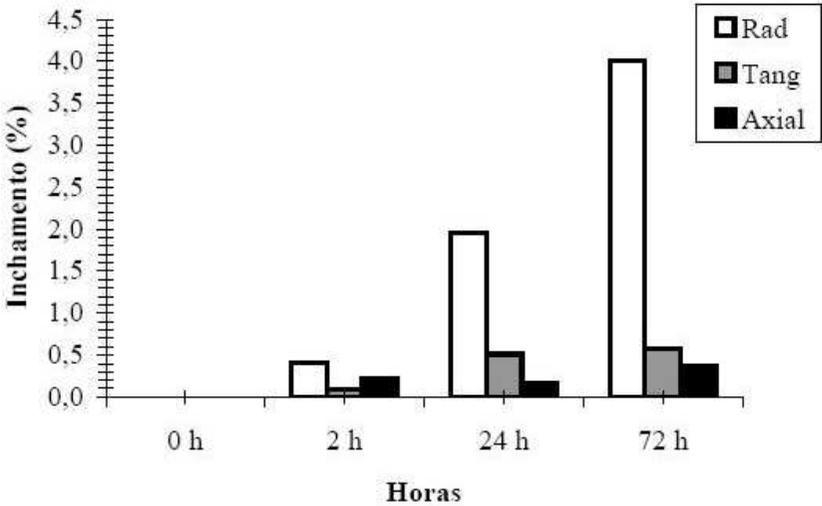
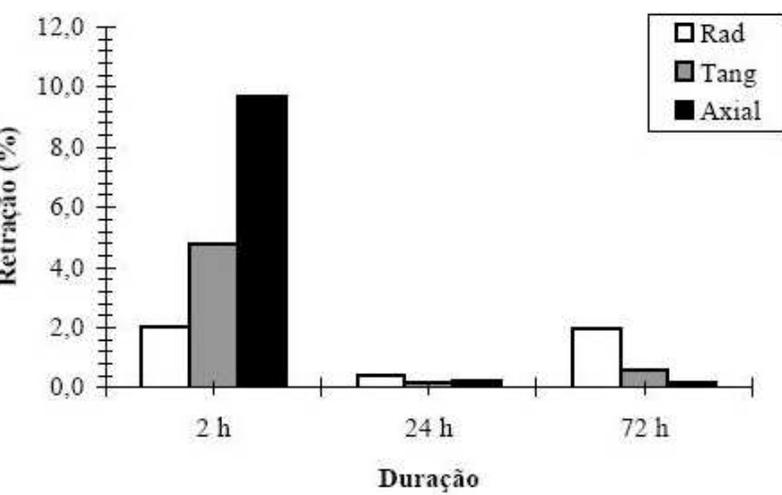
XAVIER, L.M. **Caracterização química, física e mecânica do *Phyllostachys aurea* e sua resistência ao ataque de térmitas, preservado com ácido bórico e tanino condensável**. 2004. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.

ANEXO A – Ensaios mecânicos

ITEM	Bambu Laminado Colado (<i>B. vulgaris</i>)	
GRÁFICOS	 <p>Figura 25. Inchamento total do BLC (<i>B. vulgaris</i>, tratamento químico, adesivo Cascophen).</p>	 <p>Figura 26. Retração total para o BLC (<i>B. vulgaris</i>, tratamento químico, adesivo Cascophen).</p>
RESULTADOS e DISCUSSÃO	<p>Contrariamente ao que ocorre com as madeiras, a variação dimensional do bambu na direção radial foi superior àquela obtida na direção tangencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Na direção radial os resultados foram comparáveis aos das espécies de madeiras leves, tais como o Pinho (3,20%), sendo inferior às espécies Cedro, Mandioqueira, Paineira e Imbiruçu, com valores de 4,6%, 4,6%, 5,2% e 4,4%, respectivamente. Na direção tangencial observou-se um valor de 2,07%, enquanto que para as mesmas espécies de madeiras comparadas na direção radial tem-se os seguintes valores: Pinho (8,5%), Cedro (7,1%), Mandioqueira (8,9%), Paineira (16,7%) e Imbiruçu (8,3%); • A retração tangencial do BLC foi consideravelmente menor do que aquela de todas as madeiras relacionadas na tabela de classificação do IPT (madeiras leves). Na norma ASTM D-1037 prevê-se, para o estudo de painéis à base de madeira, a realização do ensaio de inchamento (2 h e 24 h). Porém, na norma NBR 6230 (MB-26), adotada anteriormente para o estudo das madeiras, relata-se apenas os resultados obtidos no ensaio de retração. Desse modo, observou-se que, para o BLC, a retração radial foi de 4,2%. <p>No presente trabalho foi constatado que uma das formas de atenuar o inchamento para o BLC é utilizar produto impermeabilizante na superfície acabada, embora estes resultados não estejam descritos.</p>	

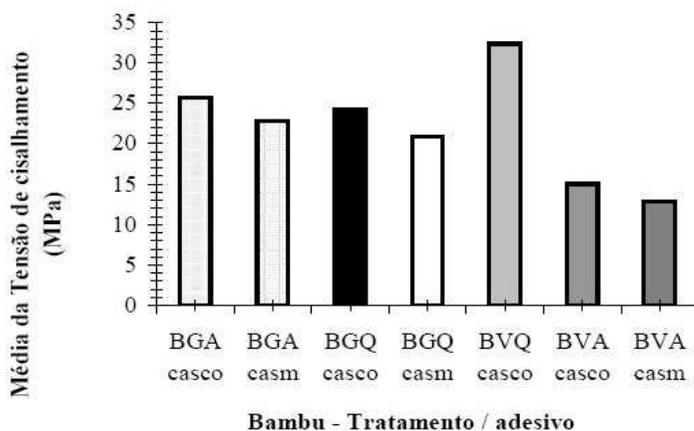
4.3 - Absorção e variação dimensional do BLC.

Fonte: RIVERO, 2003, p.48,-49

ITEM	Contraplacadado de Bambu (<i>D. giganteus</i>)	
GRÁFICOS	 <p>Figura 29. Inchamento total para o Contraplacadado (CPB).</p>	 <p>Figura 30. Retração total para o Contraplacadado (CPB).</p>
RESULTADOS e DISCUSSÃO	<p>[...] Os resultados do inchamento nas direções radial, tangencial e axial foram diferentes daqueles observados para o BLC. Primeiramente, este ensaio foi realizado com o material confeccionado com o adesivo Cascamite; os resultados comparados ao mesmo adesivo para o BLC mostram uma percentagem mais elevada de inchamento.</p> <p>A figura 30 mostra a retração total obtidas por médias utilizando-se o adesivo Cascamite; estes valores são inferiores quando comparados às espécies de madeiras, classificadas como leves pela tabela do IPT.</p>	

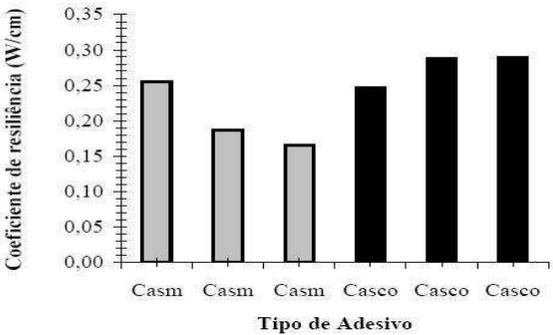
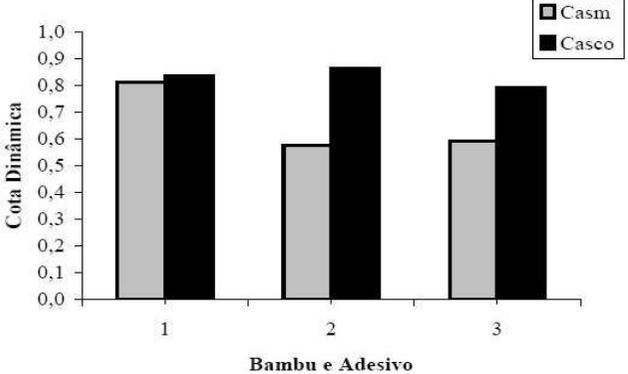
4.4 - Variação dimensional do contraplacadado de bambu (CPB).

Fonte: RIVERO, 2003, p.51- 52.

ITEM	Bambu Laminado Colado															
LEGENDA E GRÁFICO	Tabela 11. Nomenclatura tipo de bambu, tratamento e adesivo utilizado.	 <p data-bbox="1243 790 2027 845">Figura 32. Médias da tensão de cisalhamento na superfície colada para o BLC.</p>														
	<table border="1" data-bbox="358 406 1205 790"> <tbody> <tr> <td>BGAcasco</td> <td><i>D. giganteus</i>, tratamento água e adesivo Cascophen</td> </tr> <tr> <td>BGQcasm</td> <td><i>D. giganteus</i>, tratamento químico e adesivo Cascophen</td> </tr> <tr> <td>BVAcasm</td> <td><i>B. vulgaris</i>, tratamento água e adesivo Cascophen</td> </tr> <tr> <td>BVQcasm</td> <td><i>B. vulgaris</i>, tratamento químico e adesivo Cascamite</td> </tr> <tr> <td>BGAcasco</td> <td><i>D. giganteus</i>, tratamento água e adesivo Cascophen</td> </tr> <tr> <td>BGQcasm</td> <td><i>D. giganteus</i>, tratamento químico e adesivo Cascophen</td> </tr> <tr> <td>BVAcasm</td> <td><i>B. vulgaris</i>, tratamento água e adesivo Cascophen</td> </tr> <tr> <td>BVQcasm</td> <td><i>B. vulgaris</i>, tratamento químico e adesivo Cascamite</td> </tr> </tbody> </table>		BGAcasco	<i>D. giganteus</i> , tratamento água e adesivo Cascophen	BGQcasm	<i>D. giganteus</i> , tratamento químico e adesivo Cascophen	BVAcasm	<i>B. vulgaris</i> , tratamento água e adesivo Cascophen	BVQcasm	<i>B. vulgaris</i> , tratamento químico e adesivo Cascamite	BGAcasco	<i>D. giganteus</i> , tratamento água e adesivo Cascophen	BGQcasm	<i>D. giganteus</i> , tratamento químico e adesivo Cascophen	BVAcasm	<i>B. vulgaris</i> , tratamento água e adesivo Cascophen
BGAcasco	<i>D. giganteus</i> , tratamento água e adesivo Cascophen															
BGQcasm	<i>D. giganteus</i> , tratamento químico e adesivo Cascophen															
BVAcasm	<i>B. vulgaris</i> , tratamento água e adesivo Cascophen															
BVQcasm	<i>B. vulgaris</i> , tratamento químico e adesivo Cascamite															
BGAcasco	<i>D. giganteus</i> , tratamento água e adesivo Cascophen															
BGQcasm	<i>D. giganteus</i> , tratamento químico e adesivo Cascophen															
BVAcasm	<i>B. vulgaris</i> , tratamento água e adesivo Cascophen															
BVQcasm	<i>B. vulgaris</i> , tratamento químico e adesivo Cascamite															
RESULTADOS e DISCUSSÃO	<p data-bbox="353 869 2051 925">A resistência ao cisalhamento na direção das fibras é uma característica mecânica de grande importância em ligações, uma vez que a transmissão de carga na maioria das ligações adesivas ocorre por esse tipo de esforço.</p> <p data-bbox="353 933 2051 1085">A resistência do bambu é proporcional à quantidade de fibras do mesmo. A maior concentração destas se dá próximo à casca (até 70%) e diminui à medida que se caminha em direção ao centro; desse modo a resistência será tanto maior quanto mais próximo o material escolhido estiver da casca. Na confecção dos corpos-de-prova, a colagem foi executada tomando-se o cuidado de não permitir que duas lâminas ficassem justapostas, deixando-se casca com casca ou miolo com miolo, o que poderia, eventualmente, provocar uma ruptura em uma região de menor resistência (miolo/miolo).</p> <p data-bbox="353 1093 2051 1157">Analisando-se individualmente os corpos-de-prova observou-se que a menor tensão obtida foi quando da utilização do <i>B. vulgaris</i>, tratamento em água e o adesivo Cascamite, com tensão média de cisalhamento de 12,89 MPa.</p> <p data-bbox="353 1165 2051 1316">Dois desses corpos-de-prova referiam-se aos tratamentos do <i>B. vulgaris</i> e uso do adesivo Cascophen. Observou-se que, aqueles que receberam a legenda BVQcasco, apresentaram rompimento na linha do adesivo, rompimento esse provocado pelo acúmulo de adesivo, pela irregularidade de uma lâmina e pelo fato desse adesivo apresentar pouca viscosidade. Seis deles, com a legenda BGQcasm e BVAcasm, apresentaram somente esmagamento. Os demais corpos-de-prova comprovaram a eficiência da ligação bambu-adesivo ocorrendo a ruptura sempre no bambu.</p>															

4.5 - Cisalhamento na superfície colada para o BLC.

Fonte: RIVERO, 2003, p.53- 55.

Ensaio	Resultados e discussão	
4.12.2 - DENSIDADE DE MASSA	A densidade de massa média obtida foi da ordem de 0,60 g/cm ³ , similar à das madeiras Pinho-brasileiro (<i>Araucaria angustifolia</i>), <i>Pinus caribaea</i> e Caixeta (<i>Tagibebuia</i> sp), superando, no entanto, outras espécies de madeiras leves, tais como, Paineira (<i>Chlorisia</i> sp), Kiri (<i>Pawlonia</i> sp) e Guapuruvú (<i>Schyzolobium parahybum</i>), respectivamente com valores 0,34 g/cm ³ , 0,36 g/cm ³ e 0,41 g/cm ³ .	
4.12.4 - COEFICIENTE de RESILIÊNCIA (k)	 <p>Figura 54. Coeficiente de resiliência x adesivo.</p>	<p>O coeficiente de resiliência (k), por ser relacionado com a dimensão do corpo-de-prova, permitiu efetuar comparações com algumas espécies de madeiras. Para o laminado colado de bambu utilizando adesivo Cascophen, obteve-se o valor médio de 0,27, sendo este valor igual ao do Pinho patula (0,27), e superior ao Pinho-brasileiro (<i>Araucaria angustifolia</i>) e ao de outras madeiras, tais como, Guaricica (<i>Vochysia laurifolia</i>) e Tamboril (<i>Enterolobium</i> sp), com coeficientes de resiliência de 0,24, 0,22 e 0,23, respectivamente.</p> <p>Na figura 54 apresenta-se uma comparação entre os coeficientes de resiliência para os diferentes tratamentos, observando-se que para o uso do Cascophen foram obtidos os melhores resultados (da ordem de 0,29).</p>
4.12.5 - COTA DINÂMICA	 <p>Figura 55. Cota dinâmica X adesivo.</p>	<p>A cota dinâmica, valor que relaciona o coeficiente de resiliência e a densidade de massa do material, apresentou valor médio de 0,83 e 0,66, para a utilização dos adesivos Cascophen e Cascamite, respectivamente, valores iguais e superiores ao de algumas madeiras utilizadas na construção civil: Pinho-brasileiro (0,62), <i>Pinus insularis</i> (0,66), Mogno- <i>Swietenia macrophylla</i> (0,57) e <i>Cerejeira Torresea</i> sp (0,71). A figura 55 mostra o valor da cota dinâmica para os corpos-de-prova individuais em função do adesivo.</p> <p>A resistência de colagem do adesivo influenciou os resultados obtidos, pois os maiores valores sucederam com o adesivo Cascophen. Os valores obtidos para a cota dinâmica estão relacionados às madeiras de média resiliência, as quais de acordo com BERALDO (1991), para valores de cota dinâmica entre 0,8 e 1,2, podem ser indicadas para grande parte de utilização dinâmica.</p>

4.12 - Flexão dinâmica ao choque (impacto)

Fonte: RIVERO, 2003, p.74 -77.

Bambu Laminado Colado						
	fo (Mpa)		Eo (Gpa)		U (%)	
Tração	143,7		20,6		11,2	
Flexão	98,9		13,6		11,3	
Compressão	65,5		18,1		11,2	
P (g/cm ³)	0,79				11,0	
Ripas Laminadas						
	Sem Nó			Com Nó		
	fo (Mpa)	Eo (Gpa)	U (%)	fo (Mpa)	Eo (Gpa)	U (%)
Tração	245,6	20,5	12,0	111,7	18,3	11,9
Flexão	167,0	15,6	12,0	111,9	12,3	11,9
Compressão	70,3	17,9	11,9	63,4	18,1	11,9
P (g/cm ³)	0,81			0,88		

Quadro 16 - Resumo das características do bambu laminado – ripas e do bambu

laminado colado (BLC)

Fonte: PEREIRA, 2006a apud PEREIRA ; BERARDO, 2007, p.187.

Tabela 06 - Valores (MPa) obtidos das amostras de BLC nos ensaios mecânicos utilizando a norma NBR 7190/97

Ensaio	Resistência (MPa)
Dureza Janka	35,2
Compressão paralela às fibras	55
Compressão normal às fibras	18
Tração paralela às fibras	195
Tração normal às fibras	2,5
Cisalhamento	10
Flexão	166

Fonte: GONÇALVES et al., 2000 apud NOGUEIRA, 2008, p.43.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)