



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO.

FÁBIO ALEXANDRE MOIZÉS

**Painéis de Bambu, uso e aplicações: uma experiência didática nos cursos de Design em Bauru, São Paulo.**

Bauru, SP  
2007

FÁBIO ALEXANDRE MOIZÉS

**Painéis de Bambu, uso e aplicações: uma experiência didática nos cursos de Design em Bauru, São Paulo.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenho Industrial da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Campus de Bauru, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Desenho Industrial–Área de Concentração: Planejamento de Produto.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Paula da Cruz Landim.

Co-orientador: Prof. Dr. Marco Antonio dos Reis Pereira.

Bauru, SP  
2007

**DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO  
UNESP - BAURU**

Moizés, Fábio Alexandre.

Painéis de bambu, uso e aplicações: uma experiência  
didática nos cursos de Design em Bauru, São Paulo /  
Fábio Alexandre Moizés, 2007.

113 f. il.

Orientador: Paula da Cruz Landim.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual  
Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e  
Comunicação, 2007.

1. Design. 2. Painéis. 3. Bambu.  
4. Didática. Design Ambiental. I. Universidade Estadual  
Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e  
Comunicação. II. Título.

FÁBIO ALEXANDRE MOIZÉS

**Painéis de Bambu, uso e aplicações: uma experiência didática nos cursos de Design em Bauru, São Paulo.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenho Industrial da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Campus de Bauru, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Desenho Industrial–Área de Concentração: Planejamento de Produto.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Marco Antonio dos Reis Pereira  
Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia.

Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva  
Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação.

Prof. Dra. Maria Cecília Loschiavo dos Santos  
Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

Bauru, 23 abril de 2007.

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DE MESTRADO DE FÁBIO ALEXANDRE MOIZÉS,  
DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENHO  
INDUSTRIAL, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E  
COMUNICAÇÃO, UNESP - CAMPUS DE BAURU.**

Aos vinte três dias do mês de abril de dois mil e sete, às nove horas, no Laboratório de informática dos Programas de Pós-graduação da UNESP - campus de Bauru, instalou-se a Comissão Examinadora da defesa pública de Mestrado, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. Marco Antonio dos Reis Pereira (presidente), docente do departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia - UNESP - campus de Bauru; Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Cecilia Loschiavo dos Santos, docente do departamento de Projetos da Universidade de São Paulo - USP e Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva, docente do programa de pós-graduação em Desenho Industrial da UNESP - campus de Bauru, a fim de proceder à arguição pública defesa de Mestrado de **FÁBIO ALEXANDRE MOIZÉS**, discente do programa de pós-graduação em Desenho Industrial, desta Faculdade, dissertação intitulada: **Painéis de Bambu, uso e aplicações: uma experiência em Design**. Abertos os trabalhos, foi dada a palavra à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Cecilia Loschiavo dos Santos que arguiu o candidato por quarenta minutos, tendo este respondido em vinte minutos. Em seguida, o Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva arguiu o candidato por quarenta minutos, tendo este respondido em vinte minutos. Finalmente o Prof. Dr. Marco Antonio dos Reis Pereira discorreu sobre o trabalho por vinte minutos. Logo após, reuniu-se a Comissão Examinadora tendo chegado ao seguinte julgamento que de público foi anunciado: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Cecilia Loschiavo dos Santos – conceito: "aprovado"; Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva – conceito: "aprovado" e Prof. Dr. Marco Antonio dos Reis Pereira

– conceito: "aprovado". A Comissão Examinadora apresentou o conceito final: "APROVADO". Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente Ata, que vai por mim assinada, Silvio Carlos Decimone e pela Comissão Examinadora. Bauru, 23 de abril de 2007.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marco Antonio dos Reis Pereira  
(Presidente)

  
\_\_\_\_\_  
Profª. Drª. Maria Cecilia Loschiavo dos Santos

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva

## **DEDICATÓRIA**

Especialmente à minha esposa e amiga Michelle.

Aos meus pais, Arlindo e Darci.

Aos meus irmãos, Gisele e Salim.

## AGRADECIMENTOS

A todos que participaram diretamente desta proposta, em especial à minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Paula da Cruz Landim, por sua praticidade, sabedoria e paciência inesgotável. Ao meu co-orientador Prof<sup>o</sup>. Dr. Marco Antonio dos Reis Pereira, pela compreensão, co-orientação, e principalmente por abrir as portas desse universo chamado “bambu” em minha vida, contemplando algo nunca imaginável por mim. Hidalgo López (pesquisador) define muito bem no título do seu livro “Bambu, o presente dos Deuses”, essa emoção e prazer explorados durante este trabalho.

A todos os alunos das universidades onde foram realizadas as interferências, participando no estudo de caso, e principalmente a Nídia, Rodolfo, Tatiana, Caroline, Vanessa e Samara, que acreditaram nas possibilidades do bambu no desenvolvimento dos seus projetos, e ainda as duas últimas alunas, pelo desempenho e incansáveis dias de trabalho nas oficinas processando o bambu e produzindo seus protótipos.

Aos diretores, professores e pesquisadores da UNESP e IESB, que incentivaram e participaram de alguma forma no encaminhamento desta pesquisa.

Especialmente ao Prof. Dr. José Luis Valero Figueiredo.

Aos técnicos Richard e Paulo, dos Laboratórios de Madeira e Bambu da FEB e FAAC (UNESP), por suas contribuições e desdobramentos no atendimento aos alunos e pesquisadores.

Ao pessoal da Pós-Graduação, Sílvio, Hélder e Prof<sup>a</sup>. Dra. Marizilda dos Santos Menezes, pela atenção necessária para a elaboração deste trabalho em todas as etapas.

À banca examinadora.

Aos meus amigos, à minha família, e especialmente as sobrinhas Mayra e Naiá, pela compreensão, força, amor e dedicação.

## RESUMO

O design como uma área do conhecimento, propõe o desenvolvimento e planejamento de produtos considerando aspectos sociais e humanos. Atualmente os produtos com requisitos ambientais possibilitam a diminuição do desgaste causado pelo homem nas últimas décadas ao meio ambiente natural, mediante a utilização de processos de fabricação mais limpos, matérias-primas renováveis e ciclos de vida mais longos dos produtos. Entretanto, para que este contexto se confirme, são necessários materiais com “tendências” ecológicas e o bambu apresenta-se como uma possibilidade. Além de ser renovável, o bambu absorve rapidamente grandes quantidades de carbono, é perene, com grande potencial agrícola, desenvolvimento em clima tropical, possui milhares de aplicações, pode ser utilizado nos reflorestamentos e se reproduz assexuadamente não necessitando de replantio. Essas particularidades do bambu possibilitam a inserção do mesmo no desenvolvimento de países como o Brasil, por sua grande área territorial e clima favorável. O estudo teve por objetivo fazer um levantamento bibliográfico dos painéis de bambu, que auxiliou na interferência realizada posteriormente, com a utilização desses materiais. Com o objetivo prático, propôs uma interação com os alunos dos cursos de Desenho Industrial, nas disciplinas de Projeto III-Mobiliário da Universidade Estadual Paulista (UNESP) e no Design de Interiores no Instituto Ensino Superior de Bauru (IESB) na cidade de Bauru, São Paulo. Neste contexto, os alunos puderam pesquisar e projetar em sala de aula e nos laboratórios apropriados e como resultado deste estudo foram executados alguns protótipos.

**Palavras – chave:** design; painéis de bambu; uso e aplicações; experiência didática.

## ABSTRACT

Design as an area of the knowledge, it propose the development and planning of products considering social and human aspects. Currently the products with environment requirements make possible the reduction of the consuming caused by human beings in the last few decades to the natural environment, by the use of cleaner processes of manufacture, raw materials renewed and cycles longest of life of the products. However for this context to be confirmed materials with “ecological trends” are necessary and the bamboo presents itself as a possibility. Beyond being renewable, the bamboo absorbs great amounts of carbon quickly, is perennial, possess a great agricultural potential of development in tropical climate, possess thousand of applications, can be used in the reforestations and it reproduces itself asexually, which means the replanting is not necessary. These particularities of the bamboo make possible the insertion of the same in the development of countries as Brazil for its great territorial area and favorable climate. The objective of this study was to make a bibliographical survey of the bamboo panels, that assisted later in the carried through interference, with the use of these materials. With the practical objective, interaction is proposed to the students of the courses of Industrial Design, in the disciplines of III-Furniture Project of Universidade Estadual Paulista (UNESP) and in Interior Design in the Instituto de Ensino Superior de Bauru (IESB) at Bauru city, São Paulo. In this context, the students were able to search and to project in classroom and in appropriate laboratories and as result of this study some archetypes were executed.

**Key – words:** design; panels of bamboo; use and applications; didactic experience.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Seção de um colmo de bambu e suas denominações	27
Figura 02. Crescimento e partes de um colmo de bambu, do broto à fase adulta.	29
Figura 03. Mapa de localização (assinalado em verde) das espécies de bambu entre os trópicos.	30
Figura 04. Floresta de bambu na China, espécie <i>Phyllostachys pubescens</i> (Moso) em detalhes.	31
Figura 05. Espécie de <i>Dendrocalamus giganteus</i> ou Bambu Gigante no campus da UNESP-Bauru.	32
Figura 06. Espécie de <i>Guadua angustifolia</i> cultivada na UNESP-Bauru.	33
Figura 07. Três partes que podem ser aproveitadas do colmo.	36
Figura 08- Esquema de retirada das ripas, observado da seção transversal.	37
Figura 09. a) Cortes transversais do colmo; b) Cortes longitudinais de um colmo; c) e d) tanques para imersão no tratamento de imunização.	38
Figura 10. a) e b) Colagem com adesivos; c) e d) Processamento de ripas.	39
Figura 11. a) Pannel compensado de bambu; b e c) Pisos de bambu no processo com UV; d) Seleção e controle de qualidade de pisos de bambu.	40
Figura 12. 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.	42
Figura 13. Painéis com revestimentos de laminas naturais.	43
Figura 14- Processo de descolorir (Bleaching) tiras de bambu.	43
Figura 15- Lâminas de bambu descoloridas, alvejadas(Bleaching).	44
Figura 16- Forno ou caldeira para a carbonização da ripas.	45
Figura 17- Lâminas ou painéis carbonizados.	46
Figura 18. Laminas, lascas, ripas ou partículas: amostras de material empregado nos painéis.	46
Figura 19. Organograma. O bambu, a matéria-prima proveniente do bambu e seus derivados de painéis.	48

Figura 20. a) Bambu laminado colado; b) BLC, com duas camadas verticais; c) BLC com uma camada.	49
Figura 21. a) e b) Bancos e buffet em bambu laminado colado plano; c) Criado mudo em bambu laminado colado plano.	49
Figura 22. a) Cadeira Yolanda, de GERARD MINAKAWA para a empresa Ukao; b) Mesas e assento (cadeira) de bambu laminado curvo de DOMINIC MUREN.	50
Figura 23. Moldes de metal.	50
Figura 24. a) Paineis contra-placado carbonizado; b) Paineis contra-placado natural.	51
Figura 25. Paineis empilhados de compensado laminado de bambu e amostra reduzida do painel vista em perspectiva e topo.	51
Figura 26. Carroceria de caminhão tipo baú e de ônibus urbano.	52
Figura 27. a) e b) Piso de bambu laminado, carbonizado ou natural, colados verticalmente; c) Piso de bambu natural e carbonizado.	53
Figura 28. Ambientes com pisos de bambu.	53
Figura 29. a) Mulheres tecendo a esteira; b, c) Amostras de esteiras de bambu moldado sob pressão.	54
Figura 30. a) Mesa; b) Bandejas.	54
Figura 31. a) Laminados de bambu natural e carbonizado; b) Laminado de bambu.	55
Figura 32. a) Dormitório e cozinhas revestido com laminados de bambu; e Luminária com laminas de bambu.	56
Figura 33. Processo de fabricação do painel ondulado.	56
Figura 34. Paineis de partículas de bambu sem revestimento.	57
Figura 35. Painel de partículas aglomeradas compostas.	58
Figura 36. Painel de bambu com partículas orientadas, OSB.	59
Figura 37. Estrutura para casas em OSB de bambu (Fotos: Paula Landim).	59
Figura 38. Painel de MDF revestido com ripas de bambu e pó-de-coco colado.	60
Figura 39. Mesa Bambu, do arquiteto e designer SALIM MOIZÉS.	60
Figura 40. a) <i>Wall paper</i> ; b) Tiras de bambu coladas em tecido.	61
Figura 41. Cobertura do aeroporto de Madri, Espanha.	61

Figura 42. Alunos do IESB durante a exposição das amostras de bambu.	66
Figura 43. Alunos da UNESP durante a exposição das amostras de bambu.	66
Figura 44. a) Desenhos esquemáticos da estante para televisão; b) Implantação do projeto elétrico para a fixação do móvel.	70
Figura 45. a) Maquete eletrônica do ambiente projetado com a estante; b) Implantação com os móveis no seu entorno; c) Perspectiva do ambiente.	71
Figura 46. a) e c) Esboços desenvolvidos para a criação da poltrona; b) e d) Detalhamento do projeto da “Poltrona–Bambu”.	72
Figura 47. a) e b) Desenhos esquemáticos da poltrona; c) e d) Rendering à mão livre e modelo em 3D Studio MAX.	73
Figura 48. a) Desenhos na elaboração do projeto da Cadeira – Rede; b), c) e d) Fotos do modelo em escala reduzida.	74
Figura 49. a), b) e c) Desenho e esboços na criação do chapeleiro “no Hat”; d) Desenho técnico do móvel.	75
Figura 50. a) Esboços e estudos do chapeleiro; b), c) e d) Ilustrações em 3D do objeto chapeleiro “noHat”.	76
Figura 51. a) Desenhos tridimensionais do andador modelados no Solid Edge; b) Desenhos esquemáticos do andador.	78
Figura 52. Esboços finais da linha de bolsas O <sup>2</sup> .	79
Figura 53. a) Medição do colmo; b) Cortes transversais.	80
Figura 54. Cortes longitudinais.	80
Figura 55. a) Ripas antes e depois da retirada das imperfeições; b) Ripas sendo processadas pelos alunos.	81
Figura 56.a) Aluna e técnico processando ripas na plaina quatro faces.	81
Figura 57. Tanque para imersão das ripas.	82
Figura 58. Colagem das peças.	82
Figura 59. Prensagem das ripas.	83
Figura 60. Painéis e peças laminadas desenvolvidas pelos alunos.	83
Figura 61. a) Detalhes da peça processando; b) Peça trabalhada na tupia por um dos alunos.	84

Figura 62. Protótipo do andador.	85
Figura 63. Protótipo de uma das bolsas.	86
Figura 64. Protótipo da segunda bolsa.	86

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Distribuição de alunos por sexo.	64
Tabela 02. Distribuição de alunos por faixa etária.	64
Tabela 03. Numero de alunos que tinham algum conhecimento em painéis de bambu.	67
Tabela 04. Distribuição dos tipos de painéis que os alunos conheciam.	68
Tabela 05. Distribuição das questões levantadas pelos alunos durante a interferência no processo criativo.	68

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Resistência mecânica de amostras de bambu laminado colado.	35
Quadro 02. Resistência de bambus em flexão.	35
Quadro 03. Valores médios da resistência ( $f_{co}$ ) do módulo de elasticidade longitudinal ( $E_{co}$ ) obtidos no ensaio de Compressão paralela, flexão e Tração de tiras de bambu sem nó e com nó e do Laminado Colado.	36

## LISTA DE ABREVIATURAS

BB - Chapa de Madeira Sarrafeada.

BLC- Bambu Laminado Colado.

CNBRC – *China National Bamboo Research Center*.

ECO-92 – Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento.

FAAC – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação.

FEB – Faculdade de Engenharia de Bauru.

GPa – Gigapascal.

HB - Chapa Dura.

IB - Chapa Isolante.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IDRC – *International Canadian Research & Development*.

IESB – Instituto de Ensino Superior de Bauru.

INBAR – *International Network for Bamboo and Ratan*.

LVL - Peça Micro-Laminada.

MDF – *Medium Density Fiberboard*, Chapa de Fibra de Média Densidade.

MMA – Ministério do Meio Ambiente.

MOE – Módulo de Elasticidade.

MOR – Módulo de Ruptura.

MPa - Megapascal.

NID – *National Institute of Design*.

ONU – Organização das Nações Unidas.

OSB – *Oriented Strand Board*, Chapa de Flocos Orientados.

OSL - Peça de Flocos Orientados.

PB - Chapa de Madeira Aglomerada.

PSL - Peça de Ripas Paralelas.

PW - Chapa de Madeira Compensada.

UNDP – *United Nations Development Program.*

UNESP – Universidade Estadual Paulista.

WB - Chapa de Flocos Não-Orientados.

## SUMÁRIO

Lista de Figuras	08
Lista de Tabelas	12
Lista de Quadros	13
Lista de Abreviaturas	14
Introdução	19
1. Revisão Bibliográfica	23
2. O Bambu	27
3. Painéis de Bambu	31
3.1 Espécies de Bambu usados na Fabricação de Painéis	31
3.2 Características Físicas e Mecânicas do Bambu e dos Painéis	33
3.3 Processos de Fabricação dos Painéis ou Peças de Bambu	37
3.3.1 Processo de Fabricação dos Painéis BLC (Bambu Laminado Colado) e Peças Laminadas	40
3.3.2 Fabricação dos Painéis com Partículas	41
3.4 Estrutura dos Painéis de Bambu	42
3.5 Cores e Tonalidades obtidas a partir do Processamento dos Painéis de Bambu	43
3.5.1 Painéis e Peças Descoloridas ( <i>Bleaching</i> )	43
3.5.2 Painéis Carbonizados	45
3.6 Classificação dos Painéis de Bambu	46
3.7 Painéis de Bambu: Amostras e aplicações	49
3.7.1 Painéis de Laminados e Ripas	49
3.7.1.1 Painéis ou peças de Bambu Laminado Colado (BLC, <i>Bamboo Laminated Glued</i> )	49
3.7.1.2 Painel Contra-placado de Bambu	50

3.7.1.3 Painel Compensado de Lâminas de Bambu ( <i>Plyboo</i> )	51
3.7.1.4 Pisos de Bambu Laminado Colado ( <i>Bamboo Floor Laminated</i> )	52
3.7.2 Painéis de Lascas ou Fatias Finas	53
3.7.2.1 Esteiras de Bambu Colado ( <i>Bamboo Mat Board</i> )	53
3.7.2.2 Laminado ou folheado de Bambu ( <i>Bamboo Laminated</i> )	55
3.7.2.3 Painel de Lascas de Bambu Ondulado para Telhados ( <i>Corrugated Bamboo Roofing Sheets</i> )	56
3.7.3 Painéis de Partículas ou Flocos	57
3.7.3.1 Painel Aglomerado de Partículas de Bambu ( <i>Bamboo Particleboard</i> )	57
3.7.3.2 Painel Aglomerado de partículas aglomeradas de bambu composto ( <i>Particle Board Composite</i> )	58
3.7.3.3 Painel OSB de Bambu ( <i>Oriented Strand Board of Bamboo</i> )	58
3.7.4 Painéis de Bambu Compostos	59
3.7.4.1 Painel de Revestimento com Tiras de bambu e Pó-de-Coco Colado e MDF	59
3.7.4.2 Painel para Papel de Parede com Ripas de Bambu ( <i>Bamboo Strips Wallpaper</i> )	60
4. Interferência com os Painéis de Bambu	62
4.1 Procedimentos da Pesquisa	63
4.1.1 Pesquisa em Sala de Aula	63
4.1.2 População	63
4.1.3 Sujeitos	63
4.1.4 Instrumentos de Pesquisa	64
4.1.5 Propostas Desenvolvidas pelos Alunos	69
4.1.6 Análise das Propostas em Sala de Aula	76
4.1.7 A Elaboração de Novas Propostas	77

4.1.7.1 Proposta “Andador”	78
4.1.7.2 Proposta “Linha de Bolsas O <sub>2</sub> ”	79
4.1.7.3 A Execução dos Protótipos	79
5. Conclusões	87
Referências Bibliográficas	89
Anexos	96
Glossário	113

## INTRODUÇÃO

As transformações políticas e econômicas nas últimas décadas ocasionaram grandes mudanças sociais e ambientais. O consumo e o rápido crescimento demográfico se fez acompanhar de inúmeras mudanças no modo de vida das pessoas, que agora enfrentam os graves problemas ambientais causados pelo próprio modelo econômico.

O INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, o IBAMA (2001) descreve as características de uma sociedade que cresceu além de seus limites, utilizando os recursos naturais mais rápidos do que eles podem ser restaurados e liberando resíduos e poluentes acima da capacidade de absorção da biosfera. Ressalta ainda, “*que uma sociedade sustentável é técnica e economicamente viável*”.

O crescimento da população mundial tem provocado fortes pressões no meio ambiente proporcionando um decréscimo na quantidade e na qualidade dos recursos florestais, contribuindo desta forma, para o interesse de novos recursos vegetais, como é a utilização do bambu (LEE *et alii*, 1994).

Paralelamente, nos últimos 50 anos o ritmo de devastação de florestas foi de 24,9 milhões de ha/ ano, ou o equivalente a 47,41 ha/ minuto, condição esta que deve contribuir também para o aumento das áreas de reflorestamento. Assim, o bambu pode ser introduzido por suas vantagens, tais como o menor tempo de crescimento e como regenerador ambiental. No mundo as áreas de cultivo de bambu totalizam hoje cerca de 22 a 25 milhões de hectares (ZHOU, 2000).

Os níveis de desmatamento das florestas naturais no mundo são preocupantes, especialmente no Brasil, principalmente pela dificuldade no controle dessas atividades pela sua extensa área territorial.

Segundo o INSTITUTO BRASILEIRO de GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE, apud VASCONCELLOS, 2006) o Brasil possui uma área plantada de 58 milhões de hectares com produtos agrícolas, sendo que o maior rendimento em kg por hectare é o da cana de açúcar. Ainda Vasconcellos avalia que a China tem uma produtividade de varas de bambu de 35 t/ há; na Colômbia a produção é de 42 t/ ano de espécies de *Guadua angustifolia*, e no Brasil a espécie de *Dendrocalamus giganteus* maduros pode chegar de 70 a 80 t/ ano, sendo esta produção anual positiva comparada com outras culturas (PEREIRA & GARBINO, 2003).

O bambu naturalmente é um material considerado leve, resistente, versátil, com adequadas características físicas e mecânicas. Ele pode substituir muitos materiais na fabricação de vários produtos e pode ser usado na construção civil, na arquitetura e no design. Do bambu são produzidos painéis com excelentes qualidades estruturais e estéticas provenientes de matas plantadas, e produzidos através de processos limpos e ecologicamente corretos.

O uso do bambu no Ocidente é restrito comparado com a China, Índia e Japão, principalmente por questões culturais, sendo que no Oriente o uso é milenar no seu cotidiano. Nesses países o uso do bambu não está restrito às formas naturais, mas na fabricação de pisos laminados, painéis laminados e derivados. Na América Latina, e mais precisamente no Brasil, o bambu é utilizado em estruturas das casas e em objetos em geral, aplicados na forma natural (colmos), vinculado às tradições indígenas e aos imigrantes orientais.

O bambu é “seqüestrador” de carbono atmosférico, sendo uma cultura predominantemente tropical, renovável, e perene, ou seja, sem a necessidade de replantio de produção anual, de rápido crescimento (colmos) o que o torna apto no desenvolvimento sustentável. Além da questão ambiental, para alcançar um desenvolvimento sustentável são necessárias mudanças: na forma de pensar, viver, produzir e consumir.

Os aspectos sociais, econômicos e ecológicos objetivado pelo desenvolvimento sustentável são necessidades atuais. Assim sendo, o IBAMA (2001), mediante suas políticas de orientação para o uso devido dos recursos naturais e de tecnologias ambientalmente saudáveis, propõe soluções práticas e acessíveis:

- Processos mais eficientes e ambientalmente saudáveis;
- Processos mais limpos na sua produção;
- Processos mais limpos na utilização de produtos;
- Produtos mais limpos;
- Produtos alternativos.

A importância da tecnologia, como alternativa na conservação dos recursos naturais, é sempre fomentada nas discussões dos acordos multilaterais das Nações Unidas. Na conferência Mundial no Rio de Janeiro (ECO-92), criou-se a Agenda 21 (IBAMA, 2006), onde definiram as tecnologias ambientais saudáveis como:

- as que protegem o meio ambiente;
- são menos poluentes;
- usam todos os recursos de forma mais sustentável;

- reciclam mais seus resíduos e produtos;
- e tratam os dejetos residuais de uma maneira mais aceitável do que as tecnologias que vieram substituir.

Porém, GUIMARÃES (2006) observa que os problemas ambientais estão estreitamente ligados ao nível de desenvolvimento de cada região, e ressalta também a determinação através do Relatório final da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1987, (Texto: Nosso Futuro Comum), que definiu “design sustentável” como aquele, que atende as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras.

Sob o aspecto econômico, recursos naturais são “todos os objetos materiais e serviços obtidos diretamente da natureza, disponíveis em quantidades limitadas (escassos) que têm a propriedade de satisfazer desejos humanos (utilidade)”. Para um produto ou serviço, seja considerado um bem econômico. A escassez é fundamental. Assim, o ar e água, por exemplo, existindo em quantidades superiores às necessidades humanas são considerados bens livres e não bens econômicos. Essa classificação se rompe quando o capital se apropria do ar e da água, engarrafa, rotula e vende. Sob o aspecto ecológico, Recurso Natural é todo e qualquer elemento, produto ou serviço necessário à manutenção e reprodução da vida seja de um organismo, de uma população, de uma comunidade ou de um ecossistema, (IBAMA, 2001).

PAPANÉK (1995) define algumas capacidades e talentos no repertório dos designers, que hoje especialmente deveriam ser pré-requisitos nos produtos: o talento para combinar rigorosas considerações técnicas com fatores sociais e humanos, e da harmonia estética; a sabedoria para prever as conseqüências ambientais, ecológicas, econômicas e políticas provocadas pelo design; resolver problemas novos ou recém surgidos; e a capacidade de trabalhar com pessoas de diferentes culturas.

Um designer é um ser humano que tenta atravessar a ponte estreita entre a ordem e o caos, a liberdade e o niilismo, entre realizações passadas e possibilidades futuras, (PAPANÉK, 1995).

O designer, para desenvolver as suas atividades no planejamento de um produto, necessita de requisitos no seu repertório, e esse planejamento está relacionado à informação e ao conhecimento das suas interfaces. Desta forma os requisitos para o “projetar” estão cada vez mais inseridos no conhecimento do uso de diferentes tecnologias, da satisfação do ser humano e de suas contribuições para o meio ambiente artificial e natural.

O pesquisador RANJAN (2007) conduziu vários estudos em áreas do design pedagógico nas últimas décadas, dedicando sua carreira na exploração do uso inovador do bambu, e em quase todos os projetos incluem-se lâminas de bambu prensadas utilizando moldes.

RANJAN coordenou alguns projetos na Índia, através do National Institute of Design – NID, que tem atuado como a principal organização para o design no país desde 1961, tendo a missão de criar conhecimento conduzindo pesquisas e educando estudantes para operar no setor de design (Fonte: <http://www.designbrasil.org.br>).

O conhecimento sobre os painéis baseados em bambu, suas características e aplicações no design, contribuirão para o aprofundamento dos alunos e profissionais, permitindo soluções ambientais para o design no Brasil.

São poucas as interferências didáticas ou oficinas realizadas sobre o uso do bambu nos cursos de Desenho Industrial na região de Bauru / SP (São Paulo). Com isso houve o interesse de apresentar aos alunos dos cursos de Design, as vantagens do bambu em sua forma natural e após ser processado na forma de painéis. Como existe uma série de painéis e peças de bambu laminado, inicialmente foram coletados alguns exemplares para serem estudados e posteriormente avaliados quanto à aplicação.

Esta pesquisa propõe um levantamento sobre os painéis e peças laminadas de bambu, possibilitando uma série de aplicações a partir dessa matéria-prima pouco conhecida e pouco explorada na América Latina e, principalmente, no Brasil, também propõe uma interferência nas disciplinas de Projeto III – Mobiliário e Design de Interiores nos cursos de design em duas universidades na cidade de Bauru.

## 1- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O bambu é um material utilizado milenarmente e acompanha a evolução do ser humano nas mais diversas atividades, na alimentação, como abrigo, na confecção de ferramentas manuais, utensílios e objetos.

No mundo são cultivados aproximadamente 22 milhões de hectares de bambu com mais de 4.000 usos para esta planta (HSIUNG, 1988).

De acordo com FARRELY (1984), LIESE (1985), HSIUNG (1988), SASTRY (1999), e PEREIRA (2000), o bambu é conhecido e utilizado há séculos pelos habitantes de países tropicais, especialmente da Ásia, devido as suas características de dureza, leveza, resistência, conteúdo de fibras, flexibilidade e facilidade de trabalho.

Segundo LOPEZ (1974), a história do bambu remonta ao começo da civilização na Ásia, sendo aceito que o bambu teve sua origem no Cretáceo, um pouco antes do início da era Terciária, quando surgiu o homem.

O bambu tem servido a humanidade, especialmente no Oriente, por milhares de anos e sempre foi utilizado na construção de casas, móveis, produzindo carvão vegetal, papel e outros artigos da vida diária. Vários objetos são confeccionados com o bambu, como leques, sombrinhas, esteiras, cestos, proa de navios, flechas, instrumentos musicais e ferramentas (LEE *et alii*, 1994).

Na China, homem e bambu estão relacionados desde os tempos pré-históricos como pode ser notado pelo fato de que um dos primeiros radicais ou elementos da ideologia chinesa que existiu, foi um desenho de bambu constituído por dois talos com folhas e ramos e que se denomina CHU, sendo a utilização do bambu reconhecida desde os anos 1600 a 1100 a.C, conforme os mais antigos caracteres chineses.

A China utiliza a polpa do bambu para produzir papel há mais de 1700 anos (PEREIRA, 1997a), possuindo atualmente uma área cultivada de 7 milhões de hectares, segundo dados do CHINA NATIONAL BAMBOO RESEARCH CENTER (CNBRC, 2001), representando aproximadamente 32% dos 25 milhões de hectares de bambu plantados em todo o mundo (SASTRY, 1999). Desde 1970, o governo chinês tem dado maior atenção às pesquisas relativas à proteção, melhoramentos genéticos e processamento de painéis à base de bambu.

Cooperativas Internacionais como a INTERNATIONAL CANADIAN RESEARCH & DEVELOPMENT (IDRC), UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM (UNDP), também deram início e apoio a projetos relacionados com bambu, os quais, hoje, se encontram em alto nível de desenvolvimento (CNBRC, 2001).

Como parte da história ocidental, sabe-se que o primeiro filamento utilizado por Thomas Alva em uma lâmpada foi de bambu, e que na construção de um dos primeiros aviões, o modelo Demoiselle, Santos Dumont utilizou colmos de bambu para sua estrutura.

Na América Latina, vários países como Equador, Colômbia, Brasil e Costa Rica cultivam o bambu para vários usos e pesquisas, mas a Colômbia é o país que mais utiliza esse material em construções rurais e urbanas. A Colômbia utiliza o bambu na construção, pisos, estruturas e em paredes do tipo “taipa”.

VASCONCELLOS (2006) ressalta que o Brasil através dos índios brasileiros utilizavam o bambu como instrumentos manuais e em construções de habitações e estruturas desenvolvendo técnicas específicas. Já os portugueses introduziram outras técnicas durante a colonização em reforços de estruturas de moradias do tipo “taipa”.

A maior produção no Brasil está destinada à fabricação de vara-de-pescar, mobiliários tradicionais utilizando colmos de bambu, artesanato, brotos comestíveis, instrumentos e papéis de fibras longas. No Brasil a empresa ITAPAGÉ S. A – Celulose, Papéis e Artefatos, fundada em 1974 no estado do Maranhão, às margens do Rio Parnaíba, possui mais de 30.000 hectares destinados à cultura de bambu, que é suporte florestal para a produção de celulose de fibra longa, de alta resistência, ideal para a fabricação de papel *kraft* (Fonte: <http://www.itapage.com>, 2006).

O bambu cresce mais rapidamente do que qualquer madeira; a produção de colmos é rápida sem haver necessidade de replantio, podendo ser imediatamente implementada a sua cultura e exploração no campo (PEREIRA, 1997a).

De acordo com JARAMILO (1992), o bambu é o recurso florestal natural que menos tempo leva para ser renovado, não havendo nenhuma espécie florestal que possa competir em velocidade quanto ao crescimento.

Observadas as proporções territoriais e o clima da China, que é o maior produtor de bambu, no Brasil visualiza-se também o favorecimento de uma produção em larga escala, principalmente pelo clima tropical e subtropical das extensas áreas existentes.

JANSSEN (2000) define 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.

QISHENG e SHENXUE (2001), através dos seus estudos, ressaltam a importância do bambu, principalmente por suas características como a sua resistência, facilidade de processamento, ao ser cortado e lascado para vários usos.

GUIMARÃES (2006) lembra que a ONU, Organização das Nações Unidas, criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e o Desenvolvimento e, em 1987, publicou um relatório sobre o futuro comum descrevendo o estado do planeta e a relação das comunidades humanas e das comunidades ecológicas. Este relatório auxiliou a Eco 92, introduzindo pela primeira vez o conceito de desenvolvimento sustentável.

No Brasil, o IBAMA (2006) propõe uma síntese que descreve os princípios do design com características ecológicas, sendo as mais importantes: responder às necessidades básicas da vida com a água, alimentação, abrigo e outros; priorizar a produção para as condições locais e regionais; os sistemas devem ser flexíveis e aptos às variações temporais e espaciais; uma solução deve resolver muitos desafios, gerando poucos impactos indesejáveis; projetos devem ser sustentáveis e as propostas devem contemplar todos os reinos da natureza.

A adoção de novos materiais alternativos, com o mínimo de requisitos ambientais, utilizando recursos renováveis ou de áreas plantadas como o “bambu” e derivados, possibilitaria uma infinidade de alternativas no desenvolvimento industrial.

Paralelamente, os materiais, suas tecnologias e processos de produção empregados, poderão ampliar e viabilizar o seu ciclo de vida com o mínimo de requisitos ambientais, proporcionando uma industrialização factível com as necessidades do ser humano.

LOBACH (2001) diz que a configuração de um produto não resulta apenas das propostas estéticas do designer industrial, mas também fortemente do uso de materiais e de processos de fabricação econômicos. Através dos materiais alternativos poderemos modificar, adaptar, transformar ou recuperar áreas degradadas, ou desenvolver socialmente e economicamente uma região.

A geração de soluções viáveis para populações de baixa renda, o aproveitamento adequado dos recursos do planeta e um planejamento para um crescimento industrial controlado, contribuirão para o desenvolvimento da América Latina.

Segundo GUI BONSIEPE (1997) o design, é uma área importante para o desenvolvimento de qualquer país, e que através de suas tecnologias inovadoras, podem se beneficiar.

O uso do bambu na fabricação de produtos contribuirá para um futuro mais responsável, e o design poderá ser uma das potencialidades na geração de alternativas no desenvolvimento econômico, social e sustentável.

“[...] o designer tem um papel relevante na escolha e aplicação dos materiais empregados em produtos de produção em série, mesmo sabendo que não vai estar envolvido com a origem ou com o fim destes materiais ao cessar o ciclo de vida dos produtos [...]” (MANZINI & VEZZOLI, 2005).

Neste contexto, o designer deve estar preparado para as transformações sociais, econômicas ou tecnológicas, que está sendo proposto, contribuindo para uma diminuição dos recursos naturais.



O bambu é uma planta gramínea lenhosa, monocotiledônea, e pertencente às Angiospermas. Produz colmos assexuadamente através dos seus rizomas, podendo ser do tipo moita ou do tipo alastrante. O bambu é uma árvore-gramínea única no reino vegetal, restaurador e protetor de solos degradados (PEREIRA, 1997b).

HIDALGO LÓPEZ (1982) define que os bambus, tal como as árvores, acham-se constituídos por uma parte aérea e outra subterrânea. JANSSEN (1988) faz referência que a parte aérea (tronco ou caule das árvores) é denominada de colmo no bambu, sendo normalmente oco. Estes espaços dentro do colmo são denominados cavidades, as quais são separadas uma 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 de parede, como mostra a figura 01.

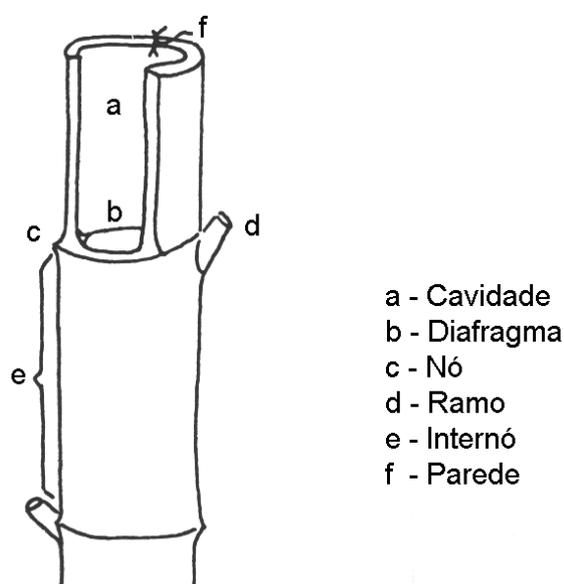


Figura 01. Seção de um colmo de bambu e suas denominações (Fonte: JANSSEN, 1988).

As propriedades de um colmo de bambu são determinadas por sua estrutura anatômica, na forma de lenho, sendo que nos internós as células são axialmente orientadas, enquanto que nos nós aparecem interconexões transversais (LIESE, 1985; 1998). O tecido de

um colmo é composto pelas células de parênquima, pelos feixes vasculares e pelas fibras. O colmo todo, de um modo geral, compreende cerca de 50% de parênquima, 40% de fibra e 10% de tecidos condutores.

O que diferencia o bambu, de imediato, de outros materiais vegetais estruturais, é a sua alta produtividade, sendo que em 2 anos e meio após ter brotado do solo o bambu possui resistência mecânica estrutural, não havendo, portanto, neste aspecto, nenhum concorrente no reino vegetal (GHAVAMI, 1989).

Além de ser renovável, o bambu absorve grandes quantidades de carbono, é perene, possui um grande potencial agrícola em clima tropical, apto a ser utilizado em grandes áreas de reflorestamento e se reproduz assexuadamente não necessitando de replantio.

Particularmente, o bambu é leve, resistente e versátil, com características que são apropriadas na fabricação de objetos, utensílios (ANEXO 01), e ainda na construção de moradias.

“[...] o bambu possui características físicas, químicas e mecânicas que lhe conferem milhares de usos especialmente nos países orientais, e que na América Latina e principalmente no Brasil, esse material é pouco utilizado. Destaca-se pelo possível uso como material alternativo para construções diversas, engenharia, condução de água, compósitos vegetais, placas compensadas, sarrafos, reflorestamento, entre outros [...]” (PEREIRA, 1997).

QISHENG *et alii* (2003) lembraram que o bambu cresce rápido e amadurece cedo, e com a diminuição dos recursos das florestas, essa fonte de energia renovável é de extrema importância.

O aumento do diâmetro dos colmos originários de uma mesma moita é função da idade, alcançando um máximo após quatro a cinco anos do plantio. O diâmetro dos colmos diminui gradualmente em direção ao topo, enquanto os internós aumentam da base do colmo até parte média, diminuindo, após, em direção ao topo, define (LIESE, 1985).

O uso do bambu é milenar, portanto no decorrer desse período foram acrescentadas inúmeras funções. O bambu serve a humanidade desde os seus primeiros dias de idade (Figura 02), produzindo brotos comestíveis. Do sexto mês até o fim do primeiro ano produz lâminas e lascas para cestas, esteiras, e para o artesanato em geral. A partir do segundo ano produz tiras para esteiras e chapas, e a partir do terceiro ano, o bambu pode ser utilizado em estruturas arquitetônicas, ripas para pisos e chapas de bambu (HIDALGO LOPEZ, 1981).

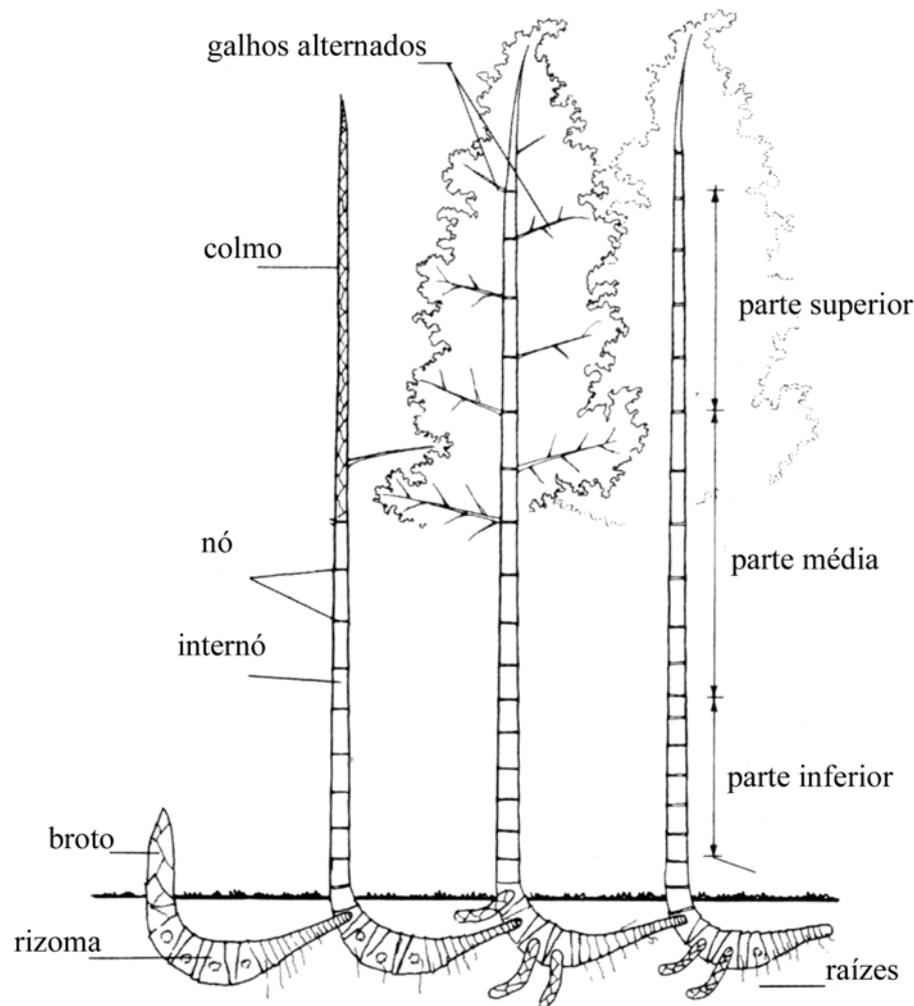


Figura 02. Crescimento e partes de um colmo de bambu, do broto à fase adulta (Fonte: HIDALGO LOPEZ, 2003).

O bambu cresce mais facilmente em florestas de monções e preferencialmente em terrenos bem drenados. Os colmos do bambu são cilíndricos e geralmente ocos. A maioria das espécies de bambu se localiza em clima tropical e subtropical (Figura 03), e uma minoria das espécies está localizada em regiões de altas latitudes temperadas (LEE *et alii*, 1994).



Figura 03. Mapa de localização (assinalado em verde) das espécies de bambu entre os trópicos (Fonte: HIDALGO LÓPEZ, 2003).

De acordo com JANSENN (1988), a durabilidade natural do bambu quando não tratado é de 1-3 anos em contato com o solo e exposto as intempéries, de 4-6 anos sob cobertura de 10-15 anos sob cobertura e clima mais seco.

O bambu na condição seca apresenta maior resistência do que na condição verde, sendo que esta diferença é mais perceptível em colmos jovens do que em colmos de maior idade (PEREIRA, 2001).

De acordo com LIESE (1998), a variação nas propriedades de resistência do colmo é mais acentuada na direção horizontal do que na direção vertical. A densidade dos nós é maior do que a dos internós devido ao fato de existirem menor quantidade de células de parênquima, porém, sua resistência à tração, flexão, compressão e cisalhamento são menores, conduzindo assim, a presença dos nós, a uma redução em todas as propriedades de resistência do colmo.

BERALDO & RIVERO (2003) definem que o teor de umidade de um colmo de bambu (em base seca) recém cortado é de cerca de 80%. Esse valor varia em função da idade do colmo e da posição escolhida no mesmo para se efetuar a amostragem, além da época do ano em que foi efetuado o abate. Após o corte do colmo, torna-se necessário um período de um a quatro meses de secagem ao ar, para que o colmo atinja uma umidade de 10-15%.

Mediante essas considerações, o bambu se apresenta como um material apto aos requisitos ambientais necessários atualmente, e possível ao desenvolvimento de novos produtos. O bambu em forma de painéis amplia as possibilidades de uso e aplicações propondo soluções imediatas ou então no planejamento de produtos no futuro.

## 3- PAINÉIS DE BAMBU

### 3.1 Espécies de Bambu usados na Fabricação de Painéis

O bambu possui cerca de 50 gêneros e 1250 espécies distribuídas dos trópicos às regiões temperadas, sendo a maior ocorrência em zonas quentes e com chuvas abundantes. Todas as espécies de bambu na sua maioria são originárias de países orientais, exceto para algumas como a espécie *Guadua angustifolia*, originária da América do Sul, que é muito utilizada na Colômbia. A China tem a maior produção de bambu, sendo que a espécie mais cultivada é *Phyllostachys pubescens* (Moso), apresentado na figura 04.



Figura 04. Floresta de bambu na China, espécie *Phyllostachys pubescens* (Moso) em detalhes, (Fotos: MARCO PEREIRA).

No entanto, várias espécies podem ser cultivadas e utilizadas para inúmeros usos em cada região. O INTERNATIONAL NETWORK FOR BAMBOO AND RATAM, (INBAR, 1994) relaciona algumas espécies entre os gêneros de bambu, auxiliando na escolha para o cultivo e na obtenção das inúmeras aplicações. Assim, o INBAR define que 75% das espécies de bambu tenham algum uso local e 50 delas sejam extensivamente utilizadas, e recomenda a introdução e experimentação de 19 espécies consideradas prioritárias, com critérios como a

utilização, cultivo, processamento e produtos, agronomia, ecologia e recursos genéticos. Um exemplo é a espécie *Dendrocalamus giganteus*, apresentado na figura 05.



Figura 05. Espécie de *Dendrocalamus giganteus* ou Bambu Gigante no campus da UNESP-Bauru (Fotos: FÁBIO MOIZÉS, 2006).

No campus da UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP) de Bauru são cultivadas várias espécies de bambu para pesquisas de manejo, reflorestamento e principalmente no processamento de laminados e ripas, como visto na figura 05 e 06.

A seguir estão dispostas algumas espécies de bambu cultivadas nessa área de manejo: *Dendrocalamus giganteus\**, *Dendrocalamus strictus\**, *Dendrocalamus latiflorus\**, *Dendrocalamus asper\**, *Bambusa vulgaris*, *Bambusa vulgaris v. vitatta*, *Bambusa tuldoides*, *Bambusa tulda\**, *Bambusa textilis\**, *Bambusa nutans\**, *Bambusa oldhami\**, *Bambusa mangensis*, *Bambusa ventriculata*, *Bambusa mitis*, *Bambusa longispiculata*, *Bambusa multiplex*, *Guadua angustifolia\**, *Guadua amplexifolia*, *Gigantochloa apus / levis\**, *Gigantochloa verticilata* e *Melocana baccifera*, (\*Espécies prioritárias segundo o INBAR).

A altura do colmo da espécie *G. angustifolia* (Figura 06), pode ser avaliada como sendo, de 60 vezes a circunferência à altura dos olhos (HIDALGO LOPEZ, 1974). Os colmos de bambus apresentam uma forma tronco-cônica, com espessura da parede e espaçamento entre os nós variáveis em função da altura.



Figura 06. Espécie de *Guadua angustifolia* cultivada na UNESP-Bauru (Fotos: FÁBIO MOIZÉS, 2006).

No geral, para a retirada de lâminas, ripas ou partículas as espécies mais utilizadas são: *Dendrocalamus giganteus* (bambu gigante), *Bambusa vulgaris*, *Guadua angustifolia*, *Gigantochloa apus*, *Phyllostachys pubescens* e *Dendrocalamus latiflorus*, que podem ser cultivadas e exploradas comercialmente na forma de ripas, laminados, e conseqüentemente, empregados na fabricação de painéis.

### 3.2 Características Físicas e Mecânicas do Bambu e dos Painéis

A variação nas propriedades de resistência do colmo é muito maior na direção horizontal do que na vertical. A densidade dos nós é maior do que dos internós, por possuírem menos parênquima, porém, sua resistência à tração, flexão, compressão e cisalhamento são menores, conduzindo assim a presença dos nós a uma redução em todas as propriedades de resistência do colmo. As propriedades de resistência do bambu são influenciadas pelo conteúdo de umidade do colmo. Na condição seca a resistência é maior do que na condição verde, sendo esta diferença mais facilmente percebida em colmos jovens do que nos colmos de maior idade (LIESE, 1998).

O bambu naturalmente já possui resistências à flexão, tração e compressão muito superiores àsquelas de outros materiais naturais, e pode fornecer resultados mais satisfatórios dessas características quando for agregado com adesivos.

QISHENG e SHENXUE (2001), através dos seus estudos, ressaltam a importância do bambu, principalmente por características como resistência, facilidade de processamento, de ser cortado ou lascado.

Segundo LIESE (1998), JANSSEN (2000), HIDALGO LOPEZ (2003), o bambu possui excelentes propriedades mecânicas influenciadas principalmente pelo conteúdo de umidade do colmo, idade e densidade, conteúdo de fibras, responsável por sua resistência.

HIDALGO LOPEZ (2003) considera que foram cometidos muitos erros na determinação das características mecânicas dos colmos, pois o bambu foi considerado como sendo uma árvore. O bambu é uma gramínea gigante, com propriedades de resistência mecânica que diferem horizontalmente da base ao topo do colmo e lateralmente através da parede do colmo, o que muitas vezes não se leva em consideração.

Várias pesquisas foram realizadas para obter características físicas e mecânicas de peças laminadas de bambu. Para RIVERO & BERALDO (2003), o bambu possui boas características físicas bem como a sua forma geométrica peculiar. A facilidade de encontrá-lo e com seu custo acessível, o torna muito utilizado como material de construção.

Ainda, RIVERO & BERALDO (2003) avaliaram características físicas e mecânicas do Bambu Laminado Colado (BLC), e verificaram que ele pode ser considerado: um material leve com massa específica aparente na faixa de  $0,50\text{g/cm}^3$  a  $0,75\text{g/cm}^3$ ; nos testes o adesivo resorcinol-formaldeído se mostrou mais estável do que com uréia-formaldeído; no cisalhamento o BLC mostrou-se adequado para a fabricação de cavilhas. O BLC produzido com *B. vulgaris* resultou em um material mais resistente pelo número maior de linhas de colagem.

GONÇALVES *et alii* (2000), através de normas adaptadas da madeira, mediram a resistência à tração normal e paralela às fibras, compressão normal e paralela às fibras e cisalhamento das espécies *Dendrocalamus giganteus*, com no mínimo três anos de idade, cujos resultados estão apresentados no quadro 01.

Quadro 01. Resistência mecânica de amostras de bambu laminado colado (GONÇALVES *et alii* 2000).

<b>BAMBU LAMINADO COLADO</b>	
<b>Ensaio</b>	<b>Resistência (MPa)</b>
Dureza	352
Compressão Paralela às Fibras	55
Compressão Normal às Fibras	18
Tração Paralela às Fibras	195
Tração Normal às Fibras	2,5
Cisalhamento	10
Flexão estática	166

Nesses experimentos, os autores mostraram que a metodologia empregada foi satisfatória e que os resultados e valores apresentados, condizem com a literatura sobre testes com o bambu.

BERALDO & ZOULALIAN (1995) apresentam valores gerais para as propriedades mecânicas do bambu como sendo:

- Resistência à compressão: 50 a 90 MPa.
- Resistência à tração: 2,5-3,5 vezes a sua resistência à compressão.
- Resistência à flexão: 70 a 150 MPa.

Ainda, BERALDO (1987) apresentou valores de resistência à flexão (quadro 02), de cinco espécies de bambu, ensaiados na forma de corpos-de-prova cilíndricos (forma natural).

Quadro 02. Resistência de bambus em flexão (BERALDO, 1987).

<b>Espécie</b>	<b>Limite elástico (MPa)</b>	<b>Tensão de ruptura (MPa)</b>	<b>MOE (GPa)</b>
<i>B. tuldoides</i>	95	153	20
<i>B. vulgaris</i>	48	106	8
<i>B. v. vittata</i>	40	75	5
<i>D. giganteus</i>	86	151	12
<i>P. purpuratta</i>	42	69	8

PEREIRA & SALGADO (2006) estudaram uma espécie de bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*), onde testaram ripas com espessuras de 8 mm e sempre próximas à casca. Utilizaram amostras das três partes que compõem um colmo, inferior, meio e superior (figura 07).

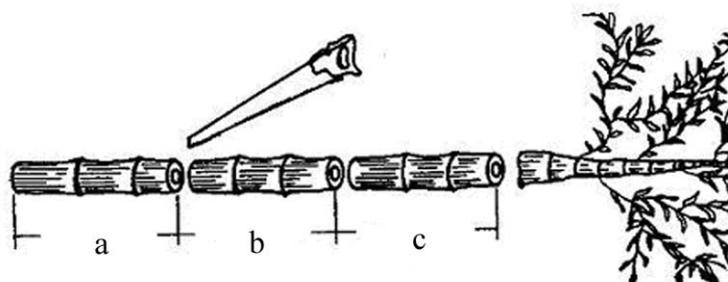


Figura 07. Três partes que podem ser aproveitadas do colmo para laminação (PEREIRA, 2006).

Na análise de variância foi constatada uma diferença de 10% inferior na base do colmo, em relação às outras duas partes, meio e superior. Esses resultados confirmam a possibilidade do uso, sem restrições, das três partes que compõe um colmo de bambu na utilização das ripas e dos laminados colados (quadro 03).

Quadro 03. Valores médios da resistência  $f$  (MPa), do módulo de elasticidade longitudinal  $E$  (GPa) obtido no ensaio de compressão paralela, flexão e Tração de tiras de bambu sem nó e com nó e do Laminado Colado (PEREIRA & SALGADO, 2006).

Características Mecânicas	Material Simples – Ripas				Bambu Laminado Colado (BLC)	
	Sem nó		Com nó		$f$	$E$
	$f$	$E$	$f$	$E$		
<b>Tração</b>	245,6	20,5	111,7	18,3	143,7	20,6
<b>Flexão</b>	167,0	15,6	111,9	12,3	98,9	13,6
<b>Compressão</b>	70,3	17,8	63,4	18,3	65,5	18,1
$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	0,81		0,88		0,79	

Para os testes de flexão foram verificadas diferenças significativas no módulo de elasticidade longitudinal nos corpos-de-prova com no e sem nó, com 27% e 49%

respectivamente. Nos testes de tração observou-se que nas amostras com nó a ruptura sempre ocorreu na região do nó, independentemente deste estar deslocado do centro.

### 3.3 Processos de Fabricação dos Painéis ou Peças de Bambu

Para a fabricação dos painéis de bambu alguns procedimentos geralmente utilizados para a madeira são aproveitados, principalmente as técnicas e os processos utilizados para obtenção da matéria-prima que irá compor as peças, no caso lascas finas ou lâminas, ripas e partículas. A grande vantagem dos painéis é que estes possuem formatos ou dimensões que a natureza dificilmente poderia proporcionar (GONÇALVES, 2000).

O bambu apesar de seu diâmetro reduzido, quando comparado às madeiras, pode alcançar padrões de chapas consideráveis para certas aplicações. Os maquinários para madeira, alguns métodos e processos podem ser adaptados para o bambu. Além disso, apesar do seu grande porte, esse material possui pequenas deformações e uma boa estabilidade para a produção de painéis.

QISHENG & SHENXUE (2001) citam que há a possibilidade de moldagem como na madeira (prender com molde), e que a parte central (miolo da parede) é a melhor para ser colada com adesivos. As ripas ou tiras para os painéis ou peças laminadas são retiradas mais próximas à área externa do colmo, pois possuem maior resistência, (figura 08).

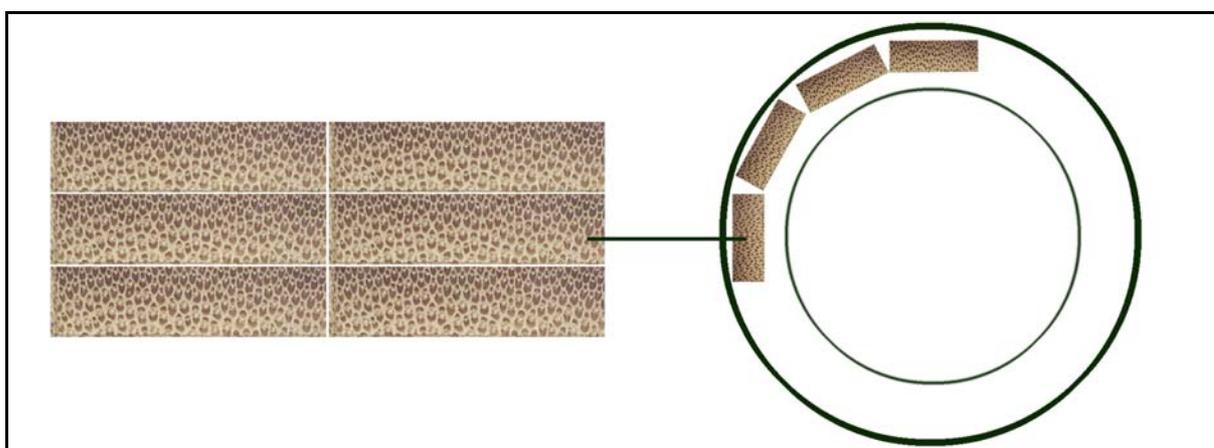


Figura 08- Esquema de retirada das ripas, observado da seção transversal (Fonte: FÁBIO MOIZÉS, 2006).

Nos painéis à base de bambu, os processos de fabricação dependerão do formato da matéria-prima utilizada (lâminas, ripas, flocos ou fibras) e do tipo de aplicação, que irá definir o produto final.

No geral, as etapas desses processos para a fabricação dos painéis resumem-se em:

- 1- Cortes dos colmos (transversais e longitudinais);
- 2- Imersão em tanques para tratamento de imunização (figura 09, c e d);
- 3- Colagem e disposição das peças;
- 4- Processamento das peças;
- 5- Acabamentos superficiais.

Nos cortes, os colmos são divididos em partes menores (figura 09- a, b) para facilitar o transporte no chão de fábrica; posteriormente são processados em tiras, lâminas ou partículas com maquinários específicos similares aos de madeira.

Basicamente, no tratamento de imunização contra insetos (xilófagos), são utilizados produtos como: Querosene; Sais de Boro; CCB (Cobre, Cromo e Boro); PENTOX, sendo os colmos pulverizados ou imersos em tanques, veja (figura 09- c, d). Para a obtenção de peças usinadas com diferentes perfis são utilizados ferramentas do tipo fresa.



Figura 09. a) Cortes transversais do colmo; b) Cortes longitudinais de um colmo; c) e d) tanques para imersão no tratamento de imunização (Fotos: MARCO PEREIRA, China, 2000).

Geralmente há uma seleção manual das ripas e tiras e, em seguida, a colagem (Figura 10- a, b) com adesivos próprios à base d'água, poliuretanas e outros à base de mamona, utilizada atualmente em várias pesquisas.

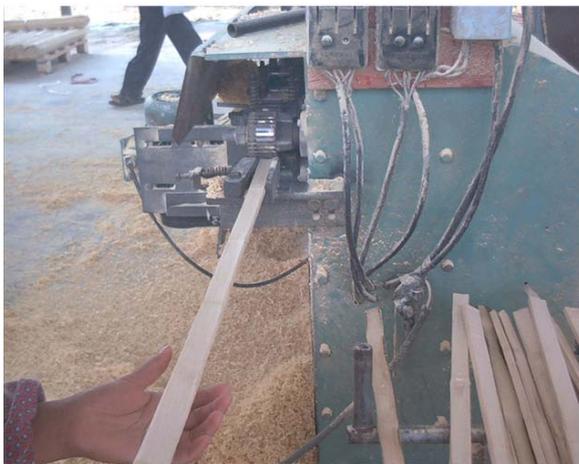
Dependendo da finalidade, as peças são aparadas nas extremidades (bordas) e lixadas. Em alguns casos, ainda, é processada para obtenção de encaixes (como nos pisos de bambu) para a montagem no destino final.



a



b



c



d

Figura 10. a) e b) Colagem com adesivos; c) e d) Processamento de ripas (Foto: MARCO PEREIRA, China, 2000).

Na seqüência são dados acabamentos com seladores, bases poliuretanas com ou sem UV (Ultra Violeta), como na figura 11, e para o acabamento, abrasivos (lixas) ou tintas e bases poliuretanas.



a



b



c



d

Figura 11. a) painel compensado de bambu; b e c) Pisos de bambu no processo com UV; d) Seleção e controle de qualidade de pisos de bambu (Fotos: MARCO PEREIRA, China, 2000).

Várias pesquisas são realizadas utilizando o bambu como matéria-prima na fabricação de painéis no Brasil. Como existem uma quantidade e diversidade de painéis, na seqüência estão descritos dois dos processos realizados na FEB-UNESP.

### 3.3.1 Processo de Fabricação dos Painéis BLC (Bambu Laminado Colado) e Peças Laminadas

A produção de painéis de laminados (ou ripas) colados dependerá do formato da peça e do maquinário disponível. Após o corte e a colheita no campo, os colmos são divididos em partes nas medidas necessárias para serem processados, conforme as técnicas e os processos

de cada fábrica ou centros de pesquisa. No geral PEREIRA (1997) diz que as peças laminadas de bambu são executadas a partir dessa seqüência:

- 1- Desdobro em serra circular (corte transversal), com o comprimento necessário para o processamento das ripas e do tamanho de cada tanque de tratamento de imersão;
- 2- Desdobro em serra circular dupla (corte longitudinal), para obtenção de ripas com largura desejada;
- 3- Beneficiamento inicial em plaina para a remoção da protuberância provocada pela presença dos nós internamente e externamente. Nesta etapa espera-se remover o mínimo possível de material proveniente da região mais externa próxima à casca (rica em fibras) e o máximo possível da região mais interna (rica em parênquima);
- 4- Imersão das ripas em tanque para proteção contra insetos xilófagos (Imunização);
- 5- Armazenamento das ripas para secagem ao ar até a umidade de equilíbrio;
- 6- Beneficiamento final em plaina de quatro faces para a obtenção de ripas com as dimensões necessárias sem a necessidade da retirada dos nós conforme a peça desejada, na sua largura e espessura;
- 7- Colagem das peças com adesivos especiais;
- 8- Prensagem das peças, e dependendo da sua forma será usado um tipo específico de molde na prensa;
- 9- Acabamento da peça na lixadeira.

### **3.3.2 Fabricação dos Painéis com Partículas**

Na fabricação dos painéis com partículas basicamente são apropriados os procedimentos usados na produção de chapas para madeiras. NASCIMENTO (2003), utilizou os seguintes processos na obtenção de chapas de partículas homogêneas, de madeira, adaptados para o bambu por (VALLARELI *et alii*, 2006):

- 1- Obtenção das partículas em cavacos ou flocos no moinho ou através de desengrosso e desempenadeira;
- 2- Secagem dos cavacos ou flocos;
- 3- Seleção das partículas, dependendo do painel;
- 4- Misturador para aglutinar as partículas e o adesivo;

- 5- Montagem e formação do colchão com as partículas;
- 6- Prensagem;
- 7- Acabamento das chapas usando lixadeiras;
- 8- Para partículas de bambu, é importante o tratamento contra fungos e insetos para sua proteção.

### 3.4 Estrutura dos Painéis de Bambu

Estruturalmente os painéis podem ter uma ou mais camadas, com diferentes formatos, direções e disposições das ripas, lâminas ou tiras. Essas podem ser coladas lateralmente na vertical e horizontal, na mesma linha cola (Figura 12- a2, b2) ou não (Figura 12- a3, b3) e ainda podem ser contra-placados ou entrelaçados (esteiras), como mostra a figura 12 (c e d). Na composição dos painéis e peças o material empregado e a disposição das tiras ou ripas definirão as características estruturais do produto final.

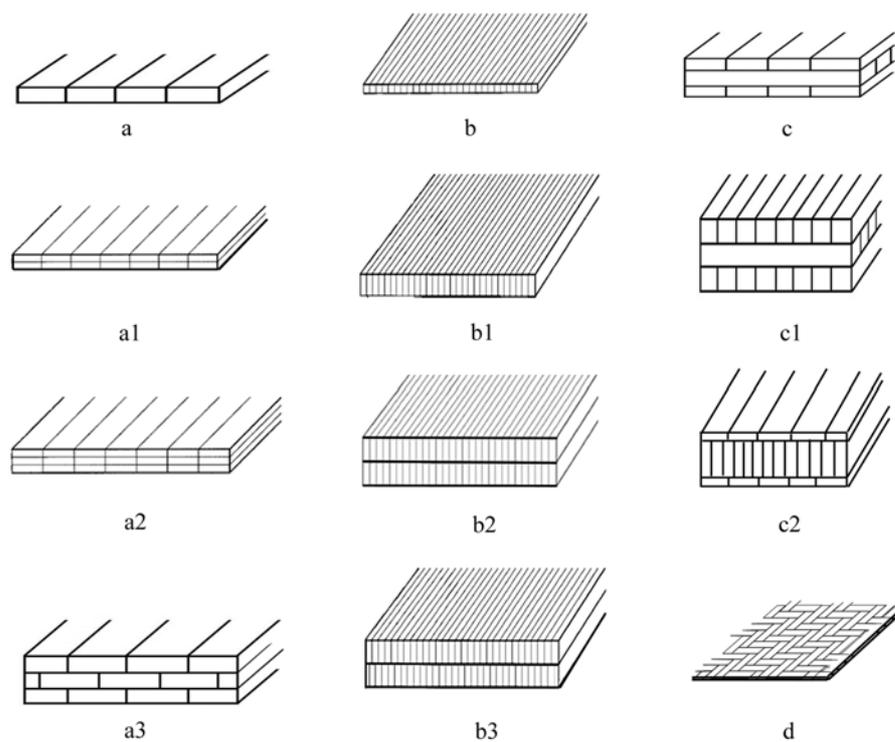


Figura 12. a, a1, a2, a3) Painéis de ripas coladas na horizontal; b, b1, b2, b3) Painéis com ripas coladas na vertical; c, c1, c2) Painéis com ripas coladas em direções invertidas (Contra-placados); d) Painéis com tiras entrelaçadas.

### 3.5 Cores e Tonalidades obtidas a partir do Processamento dos Painéis de Bambu

Os painéis podem variar de cor e tonalidades, dependendo das espécies e do processo final de fabricação. Podem adquirir cores naturais (Figura 13), serem descoloridas ou carbonizadas.



Figura 13. Painéis com revestimentos de lâminas naturais (Fonte: <http://www.zenbamboo.com>, 2006).

#### 3.5.1 Painéis e Peças Descoloridas (*Bleaching*)

Esse processo de descolorir com substâncias químicas através do cozimento remove a lignina das polpas, tiras ou lâminas de bambu. No tanque, conforme figura 14, as tiras de bambu são imersas em soluções a altas temperaturas descolorindo-as em porcentagens dependendo do tempo e da concentração destas soluções.



Figura 14- Processo de descolorir (*Bleaching*) tiras de bambu (Fonte: <http://www.ecobamboo.net>).

De acordo com o INBAR (1995), o tempo da imersão das peças deve ser regulado de modo que a resistência das ripas ou tiras de bambu não seja danificada, além disso, as peças poderão perder coloração, resinas e substâncias oleosas estragando sua aparência. De acordo com DHAMODARAN *et alii* (2003), dependerá do tempo e da quantidade de solução da química para obter peças descoloridas com níveis maiores (90%), ou semi-descoloridas (60% a 70%).

As soluções normalmente utilizadas nestes processos são o Dióxido de cloro, Hipoclorito de sódio e Peróxido de hidrogênio.

As lâminas ou ripas de bambu (Figura 15) são submetidas ao processo de fervura à base de Hipoclorito de Sódio 1%, ou Dióxido de cloro, em tanques por uma hora, mas dependendo do diâmetro da peça esse tempo deve estender-se.

Estas químicas apresentam o grande inconveniente da formação de compostos organoclorados. O grande volume de água, utilizado nestes processos de branqueamento e o descarte dessas águas residuárias contendo organoclorados constituem um dos mais sérios problemas ambientais do setor de celulose e papel.

O Peróxido de Hidrogênio, também conhecido como água oxigenada, não forma os organoclorados, contribuindo para o controle ambiental.

É comumente usado para branquear, deslignificar e tratar efluentes industriais. Pode substituir efetivamente o dióxido de cloro em uma seqüência de branqueamento de polpa celulósica convencional, e é uma excelente opção para aumentar o rendimento ou reduzir os custos de branqueamento (Fonte: <http://www.peroxidos.com.br>).



Figura 15- Lâminas de bambu descoradas, alvejadas (*Bleaching*).

### 3.5.2 Painéis Carbonizados

A carbonização do bambu é usada para mudar a cor natural para uma coloração mais escura. No processo, as peças são aquecidas provocando o escurecimento do amido presente nas células de parênquima. Nesse caso de carbonização para os pisos de bambu, as peças perdem aproximadamente 20% de sua dureza; as fibras são enfraquecidas pela presença do vapor e da alta pressão (Figura 16).



Figura 16- Forno ou caldeira para a carbonização das ripas, China. (Fotos: MARCO PEREIRA, 2000).

A ação de carbonizar possibilita a obtenção de tons diferentes que não podem ser precisamente controlados, mas alcançam cores nos tons do âmbar, marrom ou negra. O bambu é cortado em tiras e colocado dentro de uma caldeira a vapor por aproximadamente 20-30 minutos em 5 kg/cm<sup>2</sup> a uma temperatura de 150 °C, resultando em colorações uniformes. O bambu é cortado no comprimento desejado e a pele exterior é eliminada. (INBAR, 1995).

Na carbonização, as peças de bambu assumem características como durabilidade e impermeabilidade, necessárias para as taxas de absorção proporcionando uma vida longa para o produto. Ainda as peças podem ser oxidadas com resina, obtendo um acabamento superficial com maior resistência (HUANGSHAN TIANYU BAMBOO, 2006).

Os pisos de bambu estão disponíveis na coloração natural e caramelo. Natural é uma cor “loura”, clara, ou seja, similar ao natural e o caramelo é uma cor ambarina escura (Figura 17).



Figura 17- Lâminas ou painéis carbonizados (Fonte: <http://www.chinathj.com>, 2007 e [www.zenbamboo.com](http://www.zenbamboo.com)).

### 3.6 Classificação dos Painéis de Bambu

Os painéis são classificados geralmente a partir do seu processo de fabricação, estruturas, uso, e também pelo formato e tamanho do material empregado no seu processo. Os painéis podem ser compostos de lascas finas, lâminas, ripas finas, ripas, partículas, fibras e outros materiais como os adesivos para colagem, mostrado na figura 18.



Figura 18. Lâminas, lascas, ripas ou partículas: amostras de material empregado nos painéis.

De acordo com QISHENG e SHENXUE (2001), os painéis de bambu se dividem conforme o material:

- Tiras ou ripas de bambu (*Strips*);
- Lascas ou fatias finas de bambu (*Sliver*);
- Partículas (*Particles*).

Através dessa divisão, os autores classificam as chapas de bambu processado em:

- Painéis de tiras: compensado de bambu, bambu laminado colado e piso de madeira e bambu;
- Painéis de lascas: compensados de bambu rasgado, placas de cortinas de bambu, placas de laminados, esteiras e cortinas de bambu;
- Painéis de partículas: painéis de partículas;
- Painéis ou Chapas compostas de bambu: piso composto de madeira e bambu, chapa de lâminas de bambu e ripas de madeira, assoalho de bambu composto de madeira, chapas de partículas de bambu reforçado, bambu sobre chapas de partículas, compensado de bambu folheado com lâmina de madeira.

GONÇALVES (2000), organizou os produtos à base de madeira, a partir do material a ser empregado:

- Lâminas: chapa de madeira compensada (*PW*), chapa de madeira sarrafeada (*BB*) e peça micro-laminada (*LVL*);
- Partículas: chapa de madeira aglomerada (*PB*), chapa de flocos orientados (*OSB*), chapa de flocos não-orientados (*WB*), peça de ripas paralelas (*PSL*) e peça de flocos orientados (*OSL*);
- Fibras: chapa isolante (*IB*) chapa dura (*HB*) e chapa de média densidade (*MDF*).

O INBAR (1999) define que os painéis são formados com partículas ou *chips*, fibras, pó, lascas, lâminas e ripas e que são produzidos utilizando-se de adesivos à base de uréia formaldeído, uréia melamina formaldeído, fenol formaldeído, Isocianato, cimentos e outros materiais.

Com base nesses autores, o bambu e seus painéis estão classificados e divididos segundo o tamanho e o formato do material, de sua aplicação e uso. Na literatura mundial são encontrados painéis com diferentes definições para cada aplicação, com isso, as suas denominações variam conforme o país de origem. Essas derivações do bambu, geralmente são produzidas e encontradas comercialmente, principalmente na China, Índia, Vietnam, Malásia, Indonésia, Taiwan, Philipinas.

Os painéis ou peças mais encontrados nesses países 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 (*Bamboo Laminated Glued*); Bambu Laminado Colado contra-placado (*Bamboo Laminated Plybamboo*); Pisos de bambu (*Bamboo Floor Laminated Board*); Chapa de aglomerado de Bambu (*Bamboo Fiber Board*); Chapa de partículas de bambu (*Bamboo Particle Board*). Porém, são inúmeros os painéis de bambu encontrados comercialmente ou pesquisados nos vários países citados anteriormente, e que podem ser distribuídos e divididos como no organograma (Figura 19).

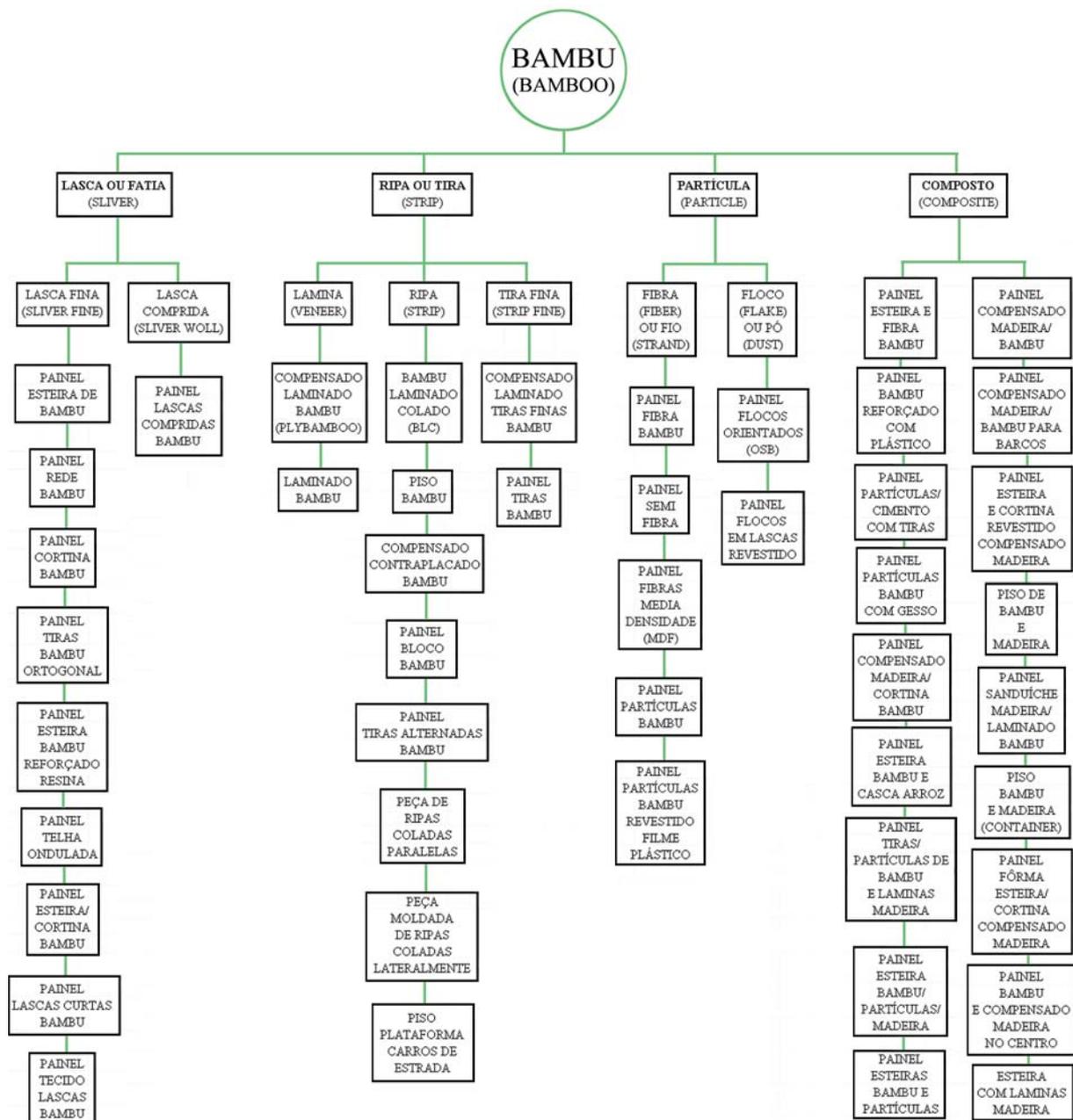


Figura 19. Organograma, o bambu, a matéria-prima proveniente do bambu e seus derivados de painéis.

### 3.7 Painéis de Bambu: Amostras e aplicações

#### 3.7.1 Painéis de Laminados e Ripas

##### 3.7.1.1 Painéis ou peças de Bambu Laminado Colado (BLC, *Bamboo Laminated Glued*)

O Bambu Laminado Colado (Figura 20), é produzido com a mesma tecnologia dos compensados de madeira, com a distribuição e colagem lateral de ripas na direção longitudinal, utilizando adesivos à base de água.

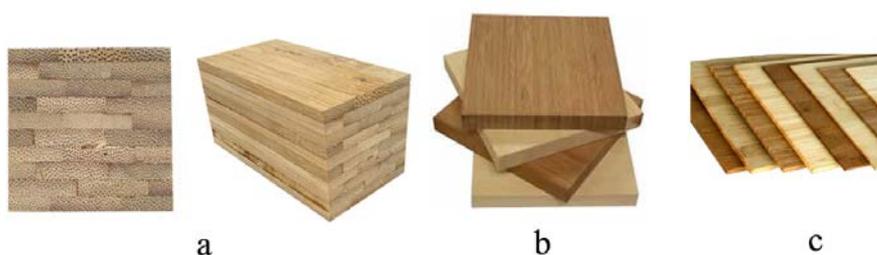


Figura 20. a) Bambu laminado colado (PEREIRA, 1997); b) BLC, com duas camadas verticais. (Fonte: <http://.zenbamboo.com>, 2006); c) BLC com uma camada. (Fonte: <http://www.cbamboo.com> 2006).

O BLC, como é chamado, possui características estruturais e superficiais, portanto um material, versátil, resistente e aplicável no design de produtos (Figura 21), interiores e construção civil.



Figura 21. a) e b) Bancos e *buffet* em bambu laminado colado plano (UKAO, 2006); c) Criado mudo em bambu laminado colado plano. (Fonte: <http://www.sustainableflooring.com>, 2006).

Pode ser usado na fabricação de produtos com superfícies planas (figura 21) ou curvas, com a utilização de moldes de madeira ou de metal (Figura 22).



Figura 22. a) Cadeira Yolanda, de GERARD MINAKAWA para a empresa Ukao (BROWER *et alii.*, 2005); b) Mesas e assento (cadeira) de bambu laminado curvo de DOMINIC MUREN, Chicago (Fonte: <http://www.treehugger.com>, 2007).

As peças de mobiliários desenvolvidos por Gerard Minakawa para a Ukao, utilizam basicamente peças curvadas com BLC, confeccionados a partir de moldes (Figura 23).

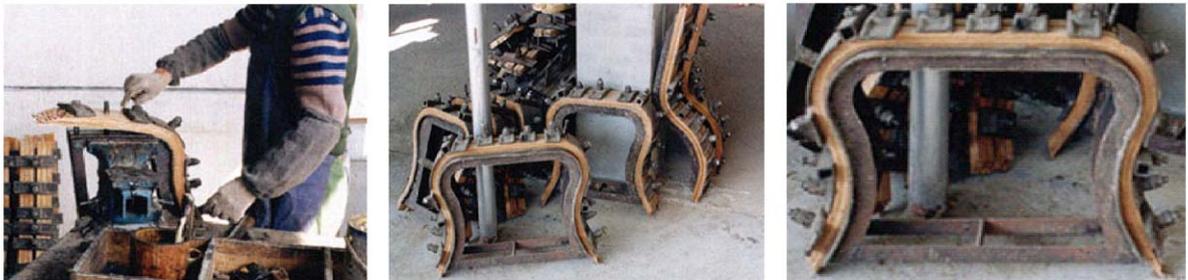


Figura 23. Moldes de metal (Fonte: INBAR, 2001).

### 3.7.1.2 Painel Contra-placado de Bambu

O contra-placado é indicado para a fabricação de tampos de mesas (Figura 24), assentos, encostos de cadeiras e poltronas, portas de móveis e usos internos. RIVERO & BERALDO (2003) confeccionaram amostras desse material, e nos teste de flexão obtiveram um bom desempenho.



Figura 24. a) Painel contra-placado carbonizado (Fonte: <http://www.tigerbamboo.com>); b) Painel contra-placado natural (Fonte: <http://www.dingobamboo.com>).

### 3.7.1.3 Painel Compensado de Lâminas de Bambu (*Plyboo*)

Os painéis de compensado de bambu são fabricados com a disposição das lâminas similar à dos painéis de madeira. São cortadas tiras de 60 mm a 120 mm, aproximadamente, e dispostas na direção transversal para cada camada, aplicando-se adesivo e depois prensando a quente ou a frio com uma camada protetora. Na amostra em perspectiva e topo (Figura 25) percebe-se o compensado laminado empilhado que é fabricado com 100% de matéria-prima renovável. São usados adesivos fortes, mas com emissões livres de gases contaminantes.

O compensado de bambu pode ser cortado e lixado usando um equipamento convencional. Pode também ser colado e prensado mecanicamente. Na Colômbia o compensado é usado como fôrma de concreto, estruturas, vigas e montagem de paredes.



Figura 25. Compensados laminados de bambu e amostra reduzida do mesmo painel adquirida na FORESTRY UNIVERSITY NANJING (Fotos: Marco Pereira, 2000).

Na China o compensado também é usado como fôrmas de concreto, plataformas de caminhões (Figura 26), ônibus e trens, piso na construção civil, como a embalagem para componentes de máquina, para embarcações como o material para móveis de interiores de navios e barcos.

Esse painel possui características como boa elasticidade, longa durabilidade e reciclagem rápida, abrasão, peso leve e resistência de choque e ainda caráter impermeável, com medidas aproximadas de 2440 mm no comprimento (máximo), 1220 mm na largura (máximo) e 6-30 mm na espessura (FUSTAR BAMBOO, 2007).



Figura 26. Carroceria de caminhão tipo baú e de ônibus urbano (Fonte: <http://www.fustar-bamboo.com>, 2006).

#### **3.7.1.4 Pisos de Bambu Laminado Colado (*Bamboo Floor Laminated*)**

Os pisos de bambu possuem uma boa resistência e durabilidade, principalmente em água, e são fabricados com ripas de bambu colados lateralmente na horizontal ou na vertical (Figura 27). Sua principal aplicação é destinada para pisos e assoalhos de ambientes internos.

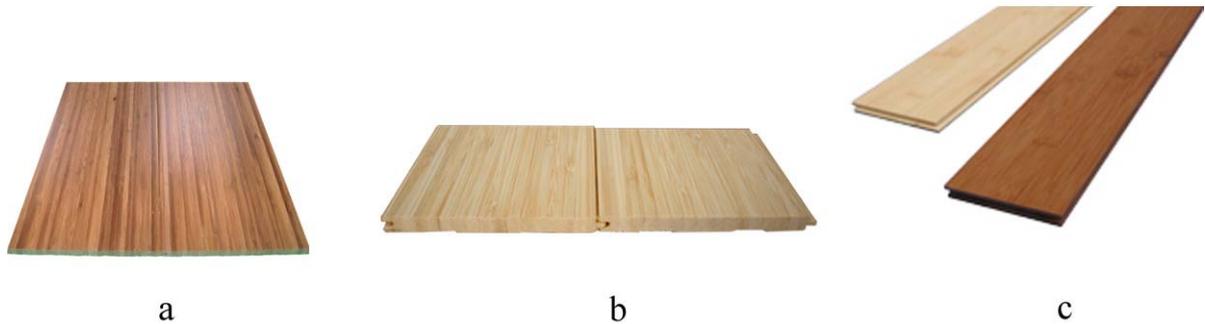


Figura 27. a) e b) Pisos de bambu laminado, carbonizado ou natural colados verticalmente (Fonte: <http://www.greencorp.com>, 2006); c) Piso de bambu natural e carbonizado. (Fonte: <http://www.fustar-bamboo.com>, 2006).

A qualidade dos assoalhos (Figura 28) é devido a seu processo exclusivo e aos materiais que usam somente o bambu colhido de florestas controladas. Esses processos foram aprovados após longos anos de pesquisa e experiência nessa área (ZEN BAMBU, 2006).



Figura 28. Ambientes com pisos de bambu. (Fonte: <http://www.zenbamboo.com>, 2006).

### 3.7.2 Painéis de Lascas ou Fatias Finas

#### 3.7.2.1 Esteiras de Bambu Colado (*Bamboo Mat Board*)

Na produção das chapas de esteira de bambu entrelaçado (Figura 29), as fatias finas são classificadas quanto à qualidade, depois organizadas e trançadas, posteriormente

mergulhadas em adesivo e prensadas à quente, podendo ser utilizadas diferentes fôrmas para moldar.

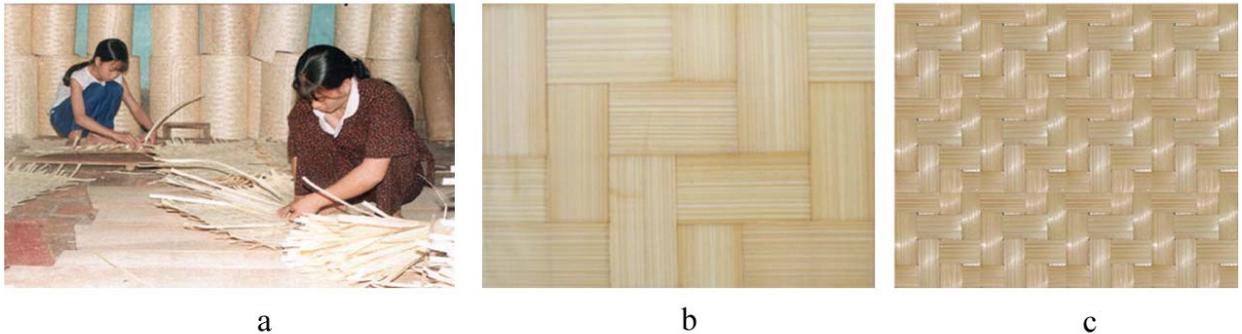


Figura 29. a) Mulheres tecendo a esteira; b, c) Amostras de esteiras de bambu moldado sob pressão. (Fonte: <http://www.bambooworldindia.com>, 2006).

Na empresa Kerala State Bamboo, (2006), os painéis são manufaturados em vários tamanhos: (1.83 m x 0.92 m); (1.83 m x 1.22 m); (2.44 m x 1.22 m) e com espessuras de 3 mm, 4 mm, 6 mm, 9 mm e 12 mm. A principal propriedade apresentada pelos painéis é a resistência à água.

Esses produtos possibilitam diversas aplicações em interiores como revestimentos, utensílios para culinária, mobiliário (Figura 30), tetos (forros), divisórias, e em automóveis. São desenvolvidos na Índia desde 1956 e possuem características como rigidez (MOR) e flexibilidade, podendo ser prensado em temperaturas de 130° C.



Figura 30. a) mesa; b) bandejas. (Fonte: <http://www.bambooworldindia.com>, 2006).

### 3.7.2.2 Laminado ou folheado de Bambu (Bamboo Laminated)

As lâminas ou folhas de bambu são usadas principalmente para revestimentos, como folheados ou em painéis montados e colados, ou composto com outras folhas mais espessas. Podem ainda ser compostas com placas de madeira como o chipboard, o multiplex, MDF, compensados, aglomerados.

Possuem várias tonalidades conforme mostra a figura 31, são aplicados na arquitetura de interiores, em revestimentos de divisórias e pisos, no mobiliário como tampos de mesas, armários para dormitórios e áreas de serviço (áreas frias) como lavanderias e cozinhas.



Figura 31. a) Laminados de bambu natural e carbonizado. (Fonte: <http://www.jj-gao.com>, 2006); b) Laminado de bambu. (Fonte: <http://www.123bamboo.com>).

O folheado de bambu é fabricado pressionando folhas finas de bambu cortado, fixados com adesivos especiais (Figura 32).

Para o acabamento, as lâminas de bambu podem ser lixadas, impermeabilizadas com bases seladoras para a proteção, e posteriormente, finalizadas com camadas de vernizes ou ceras (Fonte: <http://www.123bamboo.com>).



Figura 32. a) Dormitório e cozinhas revestido com laminados de bambu. (Fonte: <http://www.zenbamboo.com>, 2006); e Luminária com laminas de bambu. (Fonte: <http://www.plyboo.com>, 2007).

### 3.7.2.3 Painel de Lascas de Bambu Ondulado para Telhados (*corrugated Bamboo Roofing Sheets*)

Os bambus são cortados, tecidos em lascas finas, e embebidos em resina (adesivo), como uma esteira. Em seguida as esteiras são comprimidas e prensadas juntas.

Assim, após a secagem os painéis (Figura 33) são aparados, e serão aplicados especificamente em coberturas (telhados).



Figura 33. Processo de fabricação do painel ondulado (Fonte: <http://www.bamboocomposites.com>).

### 3.7.3 Painéis de Partículas ou Flocos

#### 3.7.3.1 Pannel Aglomerado de Partículas de Bambu (*Bamboo of Particleboard*)

Os painéis de partículas são produzidos com o mesmo processo utilizado para a madeira. O colmo do bambu é moído ou triturado em partículas, seco em estufas; em seguida é misturado com um adesivo e prensado.

Esses materiais, mostrados na figura 34, são fabricados geralmente com resíduos e podem receber revestimento de lâminas de bambu ou mesmo de madeira nos dois lados da chapa.

Geralmente são aproveitados resíduos da produção de outras chapas como compensados de bambu e esteiras na fabricação desses painéis de partículas.

O produto pode ser usado na construção para diversas aplicações (após cobrir com os revestimentos) como o teto, forros, vários tipos de divisórias e painéis decorativos.



Figura 34. Painéis de partículas de bambu sem revestimento (Fonte: <http://greencorp.jp.com>, 2006).

Muitos materiais podem ser aplicados para revestir esses painéis, como as esteiras de bambu, folheados de resina impregnada, papel *kraft*, folheados de madeira ou bambu e papéis decorativos.

Sua aplicação é destinada principalmente para divisória, portas ocas, preenchimento de paredes, forros rebaixados e na fabricação de tampos para mobiliário.

### 3.7.3.2 Painel Aglomerado de partículas aglomeradas de bambu composto (*Particle Board Composite*)

Esse painel homogêneo é composto de partículas de bambu (Figura 35), material este proveniente do aproveitamento total dos colmos, galhos e folhas caulinares, que em outras situações poderiam ser considerados resíduos agrícolas.



Figura 35. Painel de partículas aglomeradas compostas (SAMPAIO *et alii*, 2006).

Na Unesp, Bauru/ SP estão sendo feitos testes para obtenção de mais resultados específicos do material, mas inicialmente sua aplicação está prevista também como material estrutural, mas por enquanto, é indicado para divisórias, forros, vedações e para o mobiliário.

### 3.7.3.3 Painel OSB de Bambu (*Oriented Strand Board of Bamboo*)

Esse painel é composto de partículas ou flocos (*flakes*) de bambu, orientados e prensados em colchão específico para essa finalidade. São fabricados com a mesma tecnologia dos painéis de madeira (Figura 36).



Figura 36. Painel de bambu com partículas orientadas - OSB. (Fonte: <http://www.greencorp.com>, 2006).

A sua aplicação é destinada à estruturação de paredes, pilares e vigas de casas, divisórias para interiores e edificações em geral (figura 37).



Figura 37. Estrutura para casas em OSB de bambu (Fotos: Paula Landim).

### 3.7.4 Painéis de Bambu Compostos

#### 3.7.4.1 Painel de Revestimento com Tiras de bambu e Pó de Coco Colado e MDF

Esse painel (figura 38) foi desenvolvido pelo designer Salim Moizés, suprimindo a necessidade de um revestimento ecológico para os móveis da loja Living Interiores, de Recife.

Trata-se de um material alternativo que pode ser usado como estrutura e acabamento,

tanto para superfícies de mobiliário, revestimento de paredes e divisórias (REVISTA SIM, 2005).



Figura 38. Painel de MDF revestido com ripas de bambu e pó de coco colado (Fotos: SALIM MOIZÉS).

Neste exemplo com a mesa bambu, mostrada na figura 39, a matéria prima é o ponto forte mediante seu apelo ecológico e cultural. O arquiteto Salim propõe que *"para que as pessoas possam se aproximar da nossa cultura, criar uma relação íntima com o móvel, agregar um valor incalculável que as indústrias não têm, gerando um móvel com a nossa cara"*.



Figura 39. Mesa Bambu, do arquiteto e designer SALIM MOIZÉS, (Fonte:[http://:www.revistasim.com.br](http://www.revistasim.com.br), 2006).

#### 3.7.4.2 Painel para Papel de Parede com Ripas de Bambu (*Bamboo Strips Wallpaper*)

No painel de bambu para papéis de paredes (*Strips Wallpaper*), as tiras são dispostas lateralmente sobre manta de tecido. Entretanto, não são coladas lateralmente permitindo uma flexibilidade da esteira ou manta (figura 40).



Figura 40. a) *Wall paper*; b) Tiras de bambu coladas em tecido. (Fonte: <http://www.dmvpbamboo.com>, 2006).

As esteiras consistem em tiras de bambu de 50 milímetros de largura e com 2,4 milímetros da espessura e dispoendo de uma camada de bambu. O material é fornecido em rolo (largura padrão 204 cm, comprimento padrão 30 m).

As esteiras de bambu são aconselháveis em muitas aplicações internas, como tapetes, pisos e em forros (Figura 41). No mobiliário, para portas de armário em superfície plana, côncava ou convexa (HANGZHOU DMVP TIMBER, 2006).



Figura 41. Cobertura do aeroporto de Madri, Espanha (Fonte: <http://www.dmvpbamboo.com>, 2006).

Todos esses painéis são fabricados utilizando o bambu como matéria-prima básica e dependendo da aplicação irá determinar os acabamentos superficiais. Geralmente são fabricados a partir de recursos de cada região.

Na maioria utilizam adesivos pouco agressivos ao meio ambiente e agregados na sua maioria com outros materiais como resinas, madeiras, fibras. Com base nessa revisão, foi possível propor o estudo e o desenvolvimento de produtos nos cursos de Design da cidade de Bauru nas disciplinas de Projeto.

## 4- INTERFERÊNCIA COM OS PAINÉIS DE BAMBU

As metodologias e os procedimentos desta pesquisa foram definidos durante a abordagem inicial do tema. Com a possibilidade dos sujeitos da pesquisa serem alunos do curso de graduação em design, estabeleceu-se que os estudos seriam qualitativos e de caráter descritivo. A pesquisa pode ser realizada através de documentação indireta bibliográfica e documental e, posteriormente, por documentação direta na pesquisa de campo (LAKATOS & MARCONI, 1991). Esta pesquisa foi realizada inicialmente na forma de questionário, orientações em salas de aula e na prática nos Laboratórios de bambu e madeira, com os alunos do curso em graduação em Design.

O objetivo específico da intervenção foi o de difundir o bambu como matéria-prima para o desenvolvimento de produtos e proporcionar conhecimento sobre os painéis de bambu nas disciplinas de projetos.

A pesquisa iniciou-se por meio do levantamento inicial dos painéis baseados em bambu, realizado sob a orientação do Prof. Dr. Marco Antonio dos Reis Pereira do Laboratório de madeiras e bambu, da FACULDADE DE ENGENHARIA-FEB no departamento de engenharia mecânica, UNESP, visando inserir o uso do bambu nos cursos de Design.

Com isso, uma interferência foi possível através do convite da Profa. Dra. Paula da Cruz Landim, que orientou os procedimentos da pesquisa, na qual foram desenvolvidas, com os alunos de Design, atividades relacionadas ao uso e à aplicação do bambu nas disciplinas de projeto.

O estudo ocorreu nos cursos de Design na cidade de Bauru, especificamente nas disciplinas de projeto III (Mobiliário), sob a orientação da Profa. Dra. Paula da Cruz Landim da UNESP-FAAC, e em Design de Interiores (Projetos de ambientes residenciais e comerciais), sob a orientação do professor Fábio A Moizés do INSTITUTO ENSINO SUPERIOR DE BAURU-IESB.

## **4.1 Procedimentos da pesquisa**

### **4.1.1 Pesquisa em Sala de Aula**

A interferência com palestra de curta duração, as orientações e todo o trabalho de campo aconteceram durante as aulas de projeto no primeiro semestre de 2006, paralelamente ao conteúdo das ementas de cada disciplina, portanto contribuindo dos objetivos estabelecidos dentro do programa de cada curso.

A revisão bibliográfica do bambu e de seus painéis derivados confirmou a importância para a palestra inicial, conseguindo a atenção dos presentes, mostrando o interesse onde foram abordados temas para a continuidade das orientações durante o semestre, como questões relacionadas ao material “bambu” e suas particularidades, sua importância para reflorestamento, o processamento do material, os maquinários usados na fabricação, os adesivos e acabamentos utilizados na produção e mais uma série de questionamentos. Mediante questionário aberto foram obtidos os dados pessoais de cada sujeito, como sexo, idade, e questões sobre os painéis à base de bambu.

### **4.1.2 População**

A população da amostra foi definida por estudantes universitários dos cursos de Desenho Industrial na cidade de Bauru, sendo uma instituição privada e outra universidade pública, matriculados em duas disciplinas de projeto no 1º semestre do ano de 2006, sob orientação dos professores responsáveis.

### **4.1.3 Sujeitos**

Foram abordados num total 40 alunos ambos do ano letivo 2006, sendo 17 alunos no curso de Desenho Industrial do Instituto de Ensino Superior (IESB), matriculados na

disciplina de Design de Interiores 7º termo, e 23 alunos no curso de Desenho Industrial, Projeto de Produto, na disciplina de Projeto III, Mobiliário, 5º termo da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Não foram fixados faixa etária e sexo, e sim todos os alunos matriculados na disciplina ou presentes em sala de aula e, dessa forma, esses sujeitos foram suficientes para a coleta de informações. Os alunos estão distribuídos quanto ao gênero, 50% masculinos e 50% femininos, mostrando a homogeneidade das turmas. Na universidade pública destaca-se uma população masculina (70%) em relação à universidade privada (30%) conforme tabela 01.

Tabela 01. Distribuição de alunos por sexo.

Sexo			
Alunos universidades	Feminino	Masculino	Total
IESB	11	06	17
UNESP	09	14	23

Na tabela 02 mostra-se a faixa etária correspondente aos alunos de cada instituição. Há um predomínio de alunos entre 15 e 24 anos num total de 31 sujeitos. Nota-se que apenas 09 alunos estão na faixa de 25 a 40 anos.

Tabela 02. Distribuição de alunos por faixa etária.

Idades						
Alunos universidades	15 a 19	20 a 24	25 a 30	31 a 35	36 a 40	Total
IESB	01	10	01	04	01	17
UNESP	04	16	03	00	00	23

#### 4.1.4 Instrumentos de Pesquisa

O pesquisador foi preparado pela Profa. Dra. Paula da Cruz Landim para efetuar a coleta de dados e sobre o assunto bambu, através da orientação do Prof. Dr. Marcos Pereira, FEB da Unesp de Bauru/SP. Esta pesquisa foi realizada em sala de aula, sob forma de

questionário, palestra e orientações durante todo o 1º semestre do ano de 2006, e aplicado para cada curso, atendendo ao maior número de alunos possíveis sem alterar a rotina das aulas.

#### **- Palestra**

Na palestra foi utilizado material didático produzido no programa Microsoft PowerPoint, contendo características sobre o bambu; imagens de amostras do material empregado como partículas, ripas e lascas e ainda compostos com outros materiais; fotos de produtos produzidos com os painéis; e fotos de amostras de painéis e peças de outros países como China, Índia e outros países (ANEXO 02);

#### **- Amostras de Painéis de Bambu**

As amostras dos painéis de bambu foram cedidas pelo professor Pereira, provenientes de sua visita à China em 2001 (Figuras 20 a, 25, 27 b, 29, 35 e 40 a) e de estudos realizados no Laboratório de Madeira e Bambu, FEB.

Nas figuras 42 e 43 estão dispostos os alunos das duas instituições, IESB e UNESP, respectivamente, observando algumas amostras e respondendo às questões abordadas.

O equipamento utilizado para captura das imagens foi uma Máquina Fotográfica Digital – Modelo SONY DSC-W1, 5 Mega Pixel;



Figura 42. Alunos do IESB durante a exposição das amostras de bambu.



Figura 43. Alunos da UNESP durante a exposição das amostras de bambu.

## - Questionário

O objetivo do questionário foi o de esclarecer o nível de conhecimento dos alunos quanto aos materiais derivados do bambu (ANEXO 03).

Na primeira parte do questionário, foram abordados os seguintes dados pelo pesquisador: sexo, idade, instituição, termo, curso, disciplina, sem identificar o aluno.

Posteriormente, foram aplicadas questões objetivas como:

- Se o aluno conhecia algum painel ou peça de bambu processado para o uso no design.
- Caso a resposta fosse sim, que ele (aluno) apontasse uma das três opções de materiais presentes no questionário. Para finalizar:
- Alguma dúvida sobre o uso e aplicação dos painéis de bambu no design.

Mediante a tabulação dos resultados do questionário, a análise inicial se mostrou satisfatória para a continuidade das intervenções.

Os alunos, em sua maioria, mais de 75%, não conheciam nenhum painel ou peça feita de bambu, e os que já tiveram contato anterior, somente isso acontecera em viagem de trabalho para países orientais ou em leitura de revistas de design, arquitetura e engenharia, como mostra tabela 03.

Tabela 03. Número de alunos que tinham algum conhecimento em painéis de bambu.

Conhecimento anterior sobre os painéis e peças de bambu para o uso no design.			
Alunos universidades	Sim	Não	Total
IESB	04	13	17
UNESP	05	18	23

Para os que conheciam algum tipo de painel de bambu, foi perguntado, qual material constituía esses painéis, ou seja, de partículas, lascas ou fatias finas ou de lâminas e ripas, tabela 04.

Tabela 04. Distribuição dos tipos de painéis que os alunos conheciam.

Conhecimento sobre os painéis de bambu.			
Alunos universidades	Partículas	Fatias ou lascas finas	Lâminas e Ripas
IESB	01	02	04
UNESP	01	04	03
Total	02	06	07

Os maiores percentuais se referiram aos painéis de lascas finas, lâminas e ripas que correspondem aos produtos tradicionalmente usados no Japão e no Brasil, como pisos de bambu para o interior de casas e escritórios, utensílios de cozinha de bambu trançado e colado e ainda em móveis de Bambu Laminado Colado (Tabela 04).

Tabela 05. Distribuição das questões levantadas pelos alunos durante a interferência no processo criativo.

Dúvidas sobre os painéis de bambu.													
Alunos universidades	A	B	C	D	E	F1	F2	G	H	I	J	K	Total
IESB	09	01	03	01	07	06	11	01	01	03	01	00	44
UNESP	01	00	00	00	00	06	08	00	00	01	00	02	18

Legenda:

**A** – Resistência dos materiais;

**B** – Manutenção dos painéis;

**C** – Aplicação dos painéis na construção civil, design e arquitetura;

**D** – Reaproveitamento do material;

**E** – Durabilidade das peças ao tempo (intemperismo) natural e artificial;

**F** – Processos de fabricação: F1 – das chapas, dos painéis, do bambu; F2 – dos produtos;

**G** – Comparação com madeiras, com a qualidade dos painéis de madeira;

**H** – Aceitação de mercado;

**I** – Custo;

**J** – Bambu como agro-negócio (reflorestamento e auto-sustento);

**K** – Características Físicas (massa específica do bambu).

Quanto ao levantamento questionado pelos alunos das duas turmas, foi necessário à distribuição de características como mostra a tabela 05, categorizando cada dúvida para

facilitar a leitura dos resultados. Os processos de fabricação das chapas e dos produtos foram temas das dúvidas mais frequentes, principalmente pelo interesse espontâneo de poder projetar usando processos mais limpos e eficientes. A resistência dos painéis e a durabilidade das peças foram características acentuadamente enfatizadas.

#### **- Bibliografia básica**

Foi apresentada apostila sobre o assunto bambu (PEREIRA, 2001) com os conceitos básicos sobre planta, suas espécies, vantagens, usos e aplicações. Para acrescentar foram introduzidos mais dois títulos durante o desenvolvimento dos projetos sendo HIDALGO LOPEZ, (2003) com uma referência no uso do bambu e BROWER *et alii* (2005), nos estudos de similares com características de eco-design. A bibliografia básica contribuiu para somar com o conteúdo de cada disciplina.

#### **4.1.5 Propostas desenvolvidas pelos alunos**

Por meio da interferência inicial, os alunos se mostraram interessados pelo material bambu e por suas inúmeras aplicações. Cogitaram, assim, a possibilidade de a sua inserção em seus projetos nas disciplinas que estavam cursando: Projeto III (Mobiliário) e Design de Interiores I (Projetos Residenciais e comerciais). Os projetos foram desenvolvidos no 1º semestre de 2006, orientados pelos professores responsáveis de cada disciplina.

No geral, todos os alunos ficaram surpresos com as vantagens que o bambu pode proporcionar, além de seus requisitos ambientais como protetor ambiental, um bom regenerador de solos degradados e principalmente como um ótimo seqüestrador de carbono, mas também como um material que possui uma diversidade nas suas aplicações, da construção civil ao mobiliário. Nesse momento inicial do semestre os alunos começaram a questionar em pequenos grupos, idéias e possíveis aplicações do bambu e de seus painéis.

Os alunos puderam definir livremente seus temas, utilizando ou não o bambu e seus painéis como material a ser empregado, principalmente por agregarem valores específicos

como boa aparência estética, resistências físicas e mecânicas e requisitos ambientais no emprego do material para o desenvolvimento do projeto.

Nas duas universidades as metodologias empregadas no desenvolvimento dos projetos foram baseadas nas análises do produto, na definição do problema, na pesquisa de similares e de mercado e, posteriormente, nas etapas de desenvolvimento do produto através de ferramentas como desenhos (esboços), técnicas de criatividade, uso da computação gráfica e na construção de modelos e protótipos.

Durante as interferências o autor obteve um enriquecimento no trabalho devido ao interesse manifestado naturalmente pelos alunos do curso de Design de Bauru, que mediante suas dúvidas, provocou o aprofundamento do assunto bambu.

No curso de Design de Interiores do IESB, uma aluna definiu os painéis de bambu (BLC) como matéria-prima para a elaboração do móvel “estante para televisão”, no ambiente conjugado com sala de estar/TV/ jantar / cozinha (figura 44).

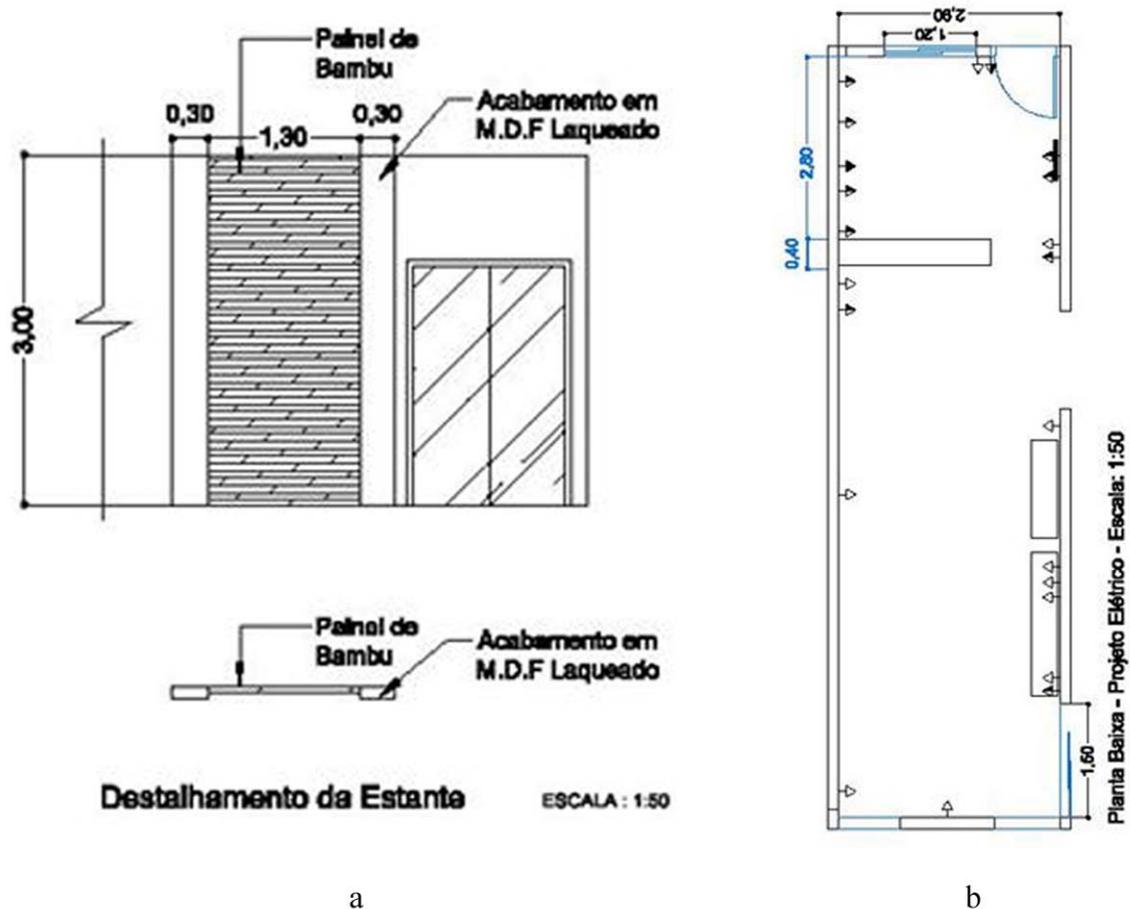


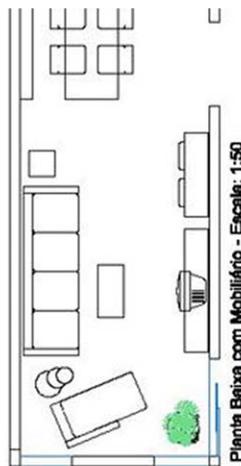
Figura 44. a) Desenhos esquemáticos da estante para televisão; b) Implantação do projeto elétrico para a fixação do móvel (Aluna: Nídia Pedroso Vieira, 2006).

Neste caso, o painel atende ao projeto como elemento estrutural e de revestimento, utilizando-se de ripas na posição horizontal, assentadas lateralmente, possibilitando uma linguagem visual ampliando as dimensões do ambiente.

Como arremate da estante foram utilizadas colunas em MDF laqueado compondo a peça final traduzindo as aspirações do projetista atendendo os requisitos como um design limpo (*clean*) e um projeto com eco-design (figura 45).



a



b



c

Figura 45. a) Maquete eletrônica do ambiente projetado com a estante; b) Implantação com os móveis no seu entorno; c) Perspectiva do ambiente (Aluna: Nídia Pedroso, 2006).

Na disciplina de mobiliário na UNESP, foram três os projetos utilizando os painéis, sendo uma poltrona, uma cadeira-rede e um chapeleiro/guarda-volumes, todos para ambientes internos.

Foram projetados observando-se e pesquisando-se alguns painéis de bambu apresentados em sala de aula, valendo-se de metodologia empregadas para o Design e das características próprias de cada objeto em estudo.

Na peça denominada “poltrona bambu”, caracterizou-se pela conscientização do uso do material e seu possível descarte frente à natureza, e ainda, projetar um mobiliário resistente, esteticamente atraente e ecologicamente correto.

O projeto foi planejado pensando no uso de poucas peças, na facilidade na montagem, na resistência e no pequeno porte, (Figura 46).

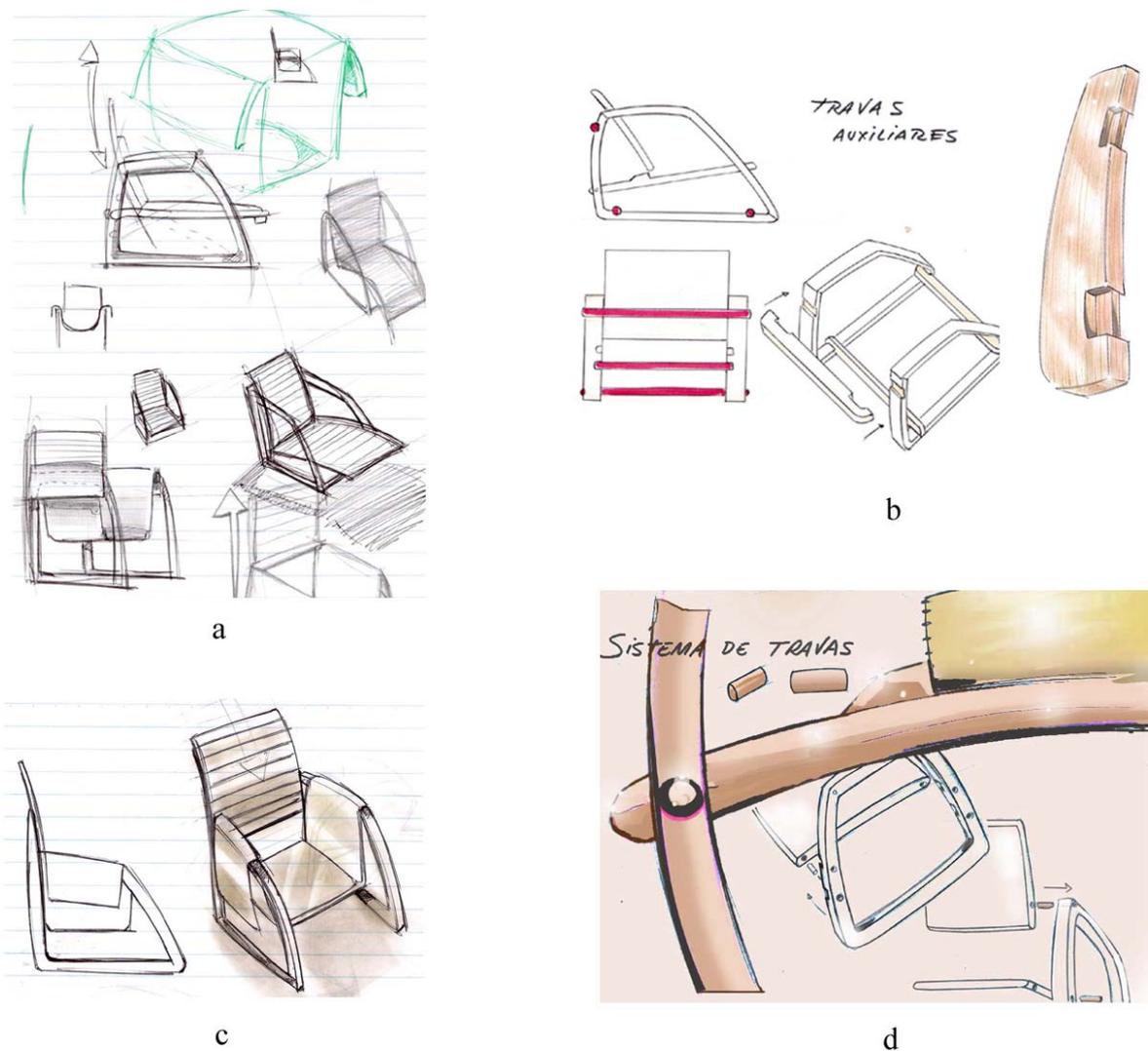


Figura 46. a) e c) Esboços desenvolvidos para a criação da poltrona; b) e d) Detalhamento do projeto da “Poltrona–Bambu”. (Aluno: Rodolfo Vanni, 2006).

Nesse mobiliário em bambu laminado colado com uma esteira de bambu para o encosto, ressaltaram-se as suas próprias características como a leveza, o emprego de peças

desmontáveis e sem o uso de pregos e parafusos, a fixação por encaixes, o uso de adesivos a base de água, com todos os materiais sendo recicláveis, facilitando seu descarte pós-uso, (Figura 47).

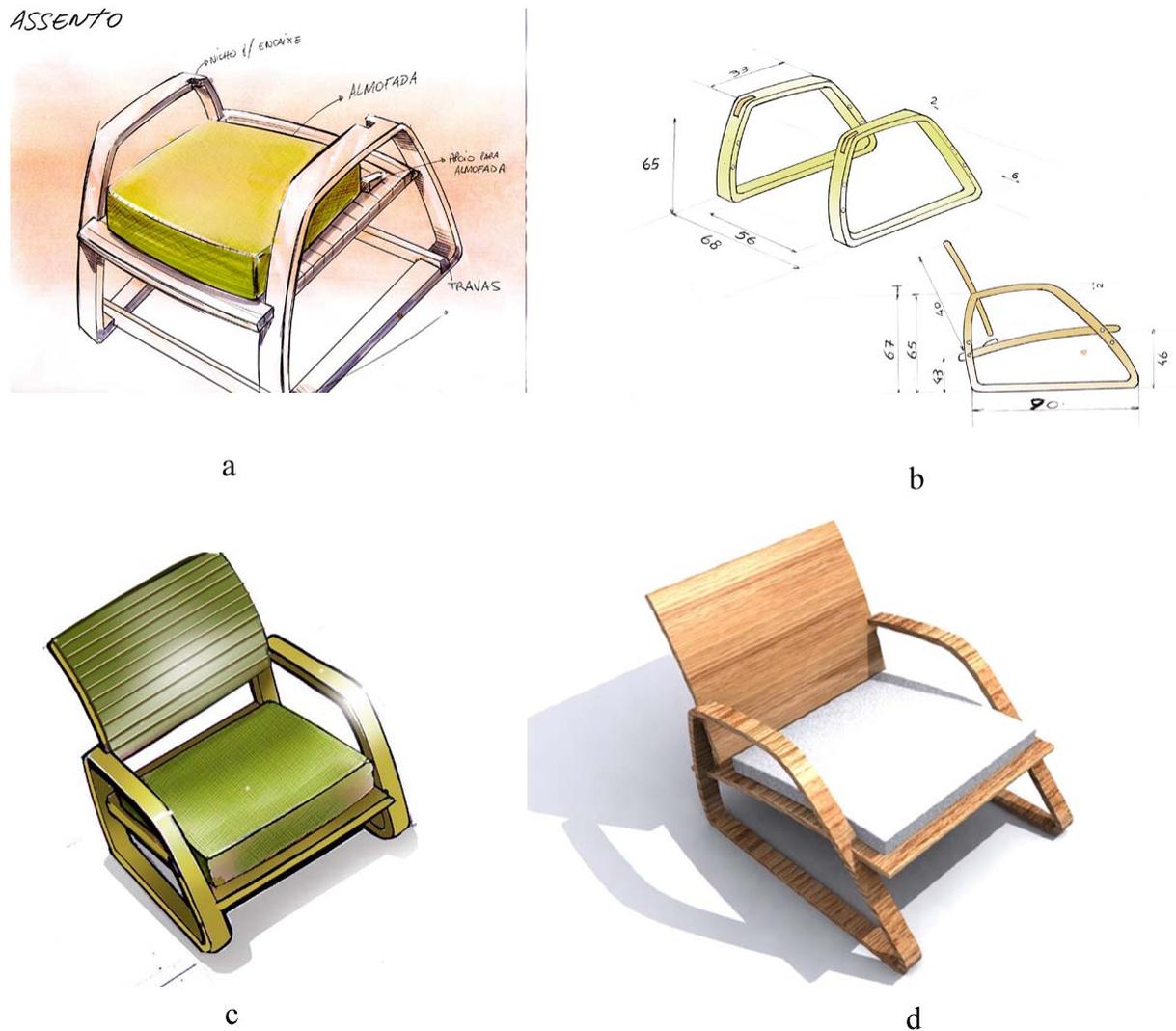


Figura 47. a) e b) Desenhos esquemáticos da poltrona; c) e d) *Rendering* à mão livre e modelo em 3D Studio MAX (Aluno Rodolfo, 2006).

No mobiliário, “cadeira – rede”, a preocupação da aluna foi com a utilização dos meios renováveis e duráveis no século XXI, ressaltando a importância dessa preocupação em seu objetivo.

Como ponto de partida desenvolvem estudos dos materiais e dos painéis de bambu com a possibilidade de desenvolver uma cadeira com dupla função, adaptável para uma rede de repouso, harmonizando o material com o espaço habitável.

Os painéis empregados no projeto da cadeira – rede foram o BLC para sua estrutura, e uma esteira laminada de bambu para o assento, (Figura 48).

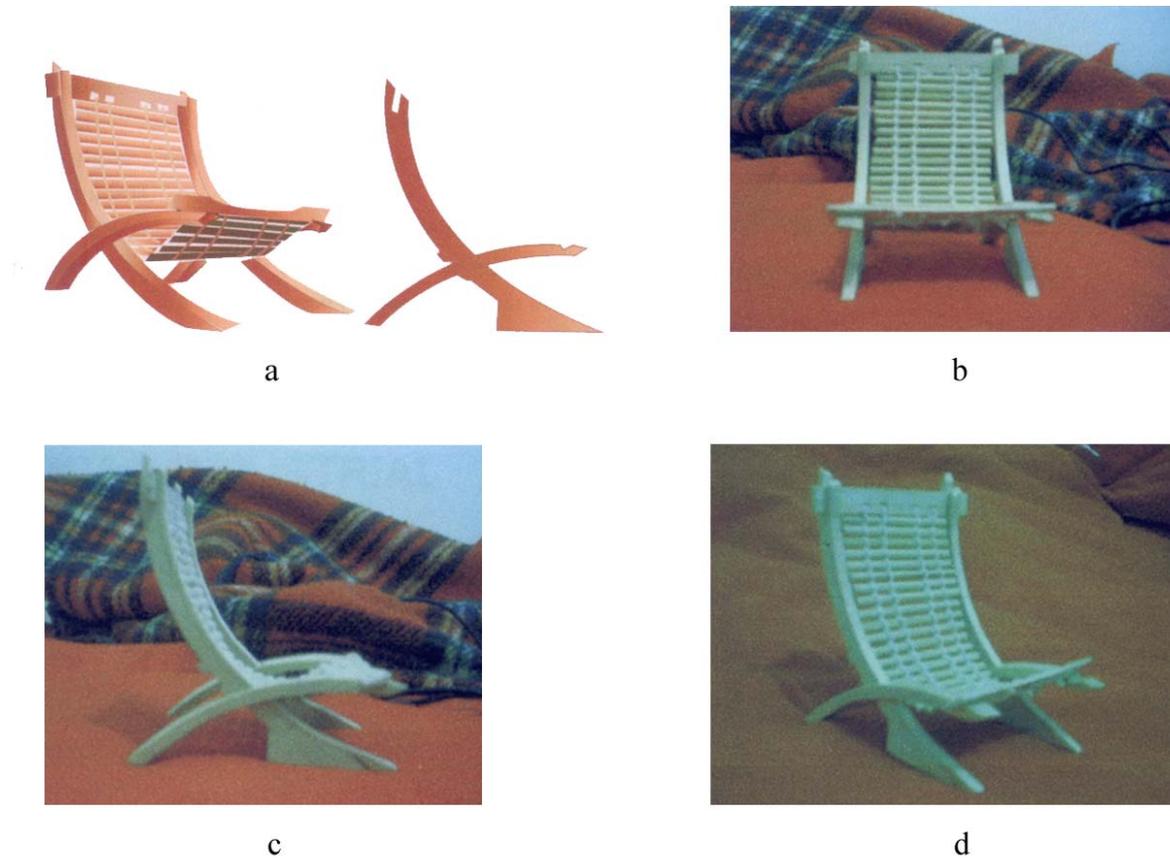


Figura 48. a) Desenhos na elaboração do projeto da Cadeira – Rede; b), c) e d) Fotos do modelo em escala reduzida (Aluna: Tatiana Sperancin, 2006).

No móvel, chapeleiro “noHAT” (Figura 49), houve a preocupação de reformular um produto que estava ultrapassado nas últimas décadas.

O móvel foi reestruturado para atender as necessidades atuais de um consumidor que mesmo em um produto “obsoleto” pode encontrar a praticidade e a funcionalidade.

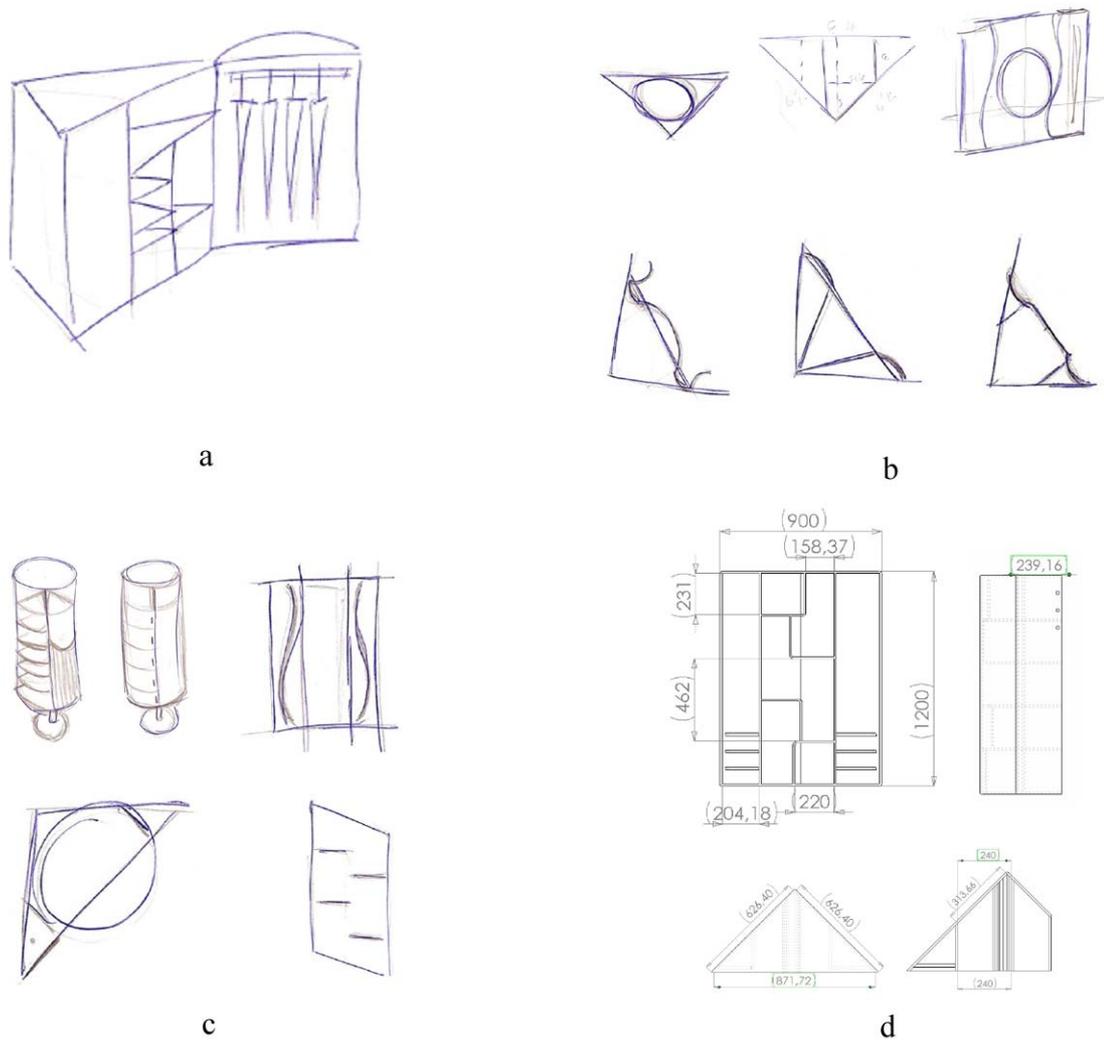


Figura 49. a), b) e c) Desenho e esboços na criação do chapeleiro “no Hat”; d) Desenho técnico do móvel.(Alunas: Caroline Bonfim, Samara Pereira e Vanessa Sueishi, 2006).

Nesta peça foram planejadas divisões para acomodar pertences como celulares, bolsas, guarda-chuva, chapéu e objetos do cotidiano (Figuras 49 e 50).

O material escolhido no emprego da peça foi o BLC, atendendo as necessidades estruturais do objeto de estudo, no caso, um módulo para guardar.

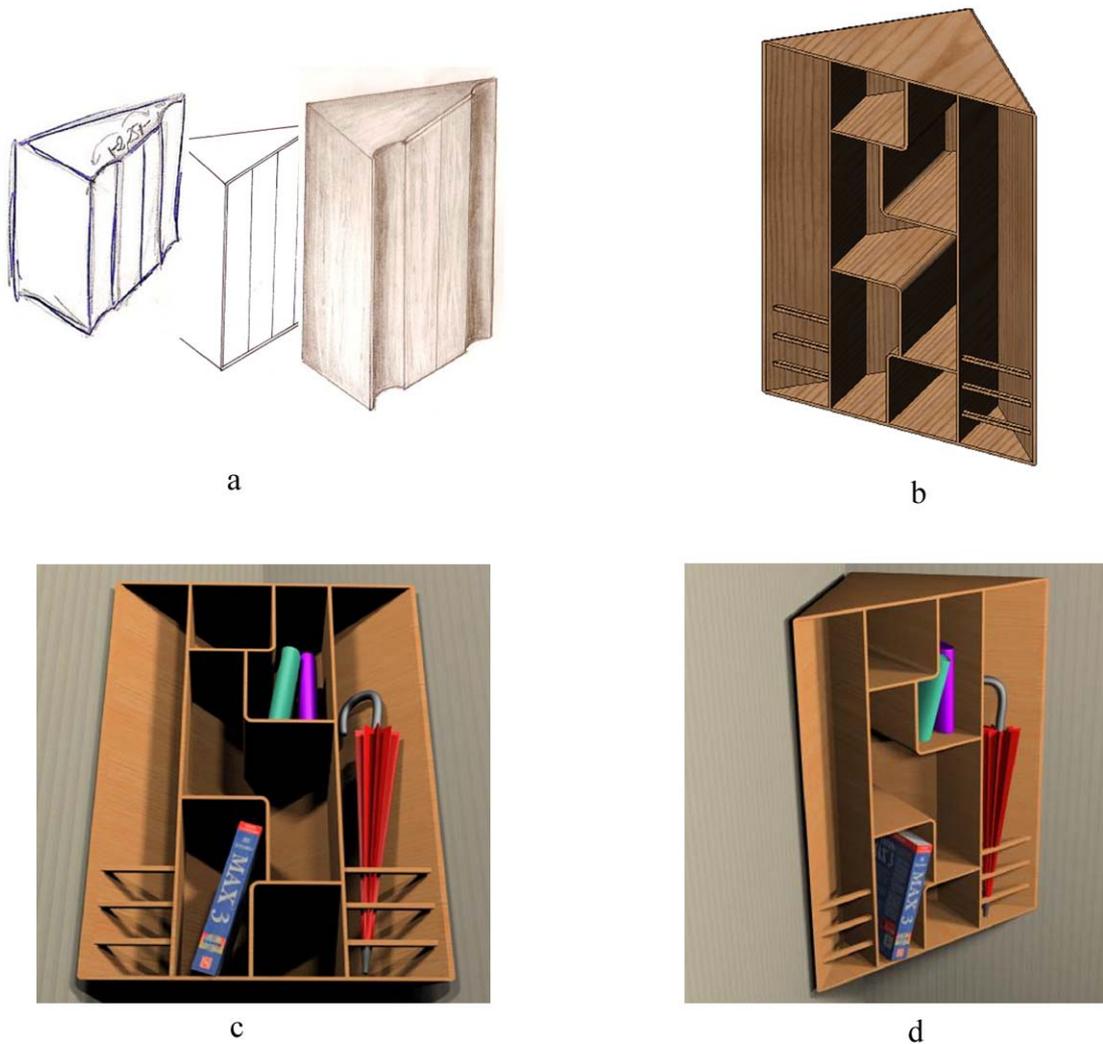


Figura 50. a) Esboços e estudos do chapeleiro; b), c) e d) Ilustrações em 3D do objeto chapeleiro “noHat”, (Alunas: Caroline, Sâmara e Vanessa, 2006).

#### 4.1.6 Análise das Propostas em Sala de Aula

As metodologias desenvolvidas para o projeto dos produtos nas duas disciplinas foram similares e satisfatórias. Os alunos coletaram informações para a definição dos problemas, para a análise do produto e de mercado, de materiais e ainda técnicas de criatividade e ferramentas do design.

Durante o semestre, ficou evidente o interesse despertado por materiais diversificados, corroborando com a proposta inicial desta pesquisa de disseminar o uso do bambu e seus derivados. Ao mesmo tempo foram de extrema importância as perguntas e dúvidas, surgidas no decorrer como os processos de fabricação, principalmente dos painéis mostrados em sala

de aula (amostras reduzidas), quanto à resistência mecânica e das técnicas na execução dos produtos como: furar, colar, parafusar, pregar, tingir, curvar, encaixar os painéis de bambu.

Os projetos seguiram sob a orientação dos professores e da interferência atendendo as necessidades dos alunos. Com a entrega dos relatórios no final do semestre, contendo o resultado de cada projeto elaborado pelos alunos, mostrado anteriormente, ficou o convite para uma etapa posterior a ser desenvolvida nos Laboratórios de Madeira e Bambu da FEB para o processamento dos painéis, e na Oficina de Madeira do curso de Desenho Industrial para a execução dos protótipos.

Contudo, os alunos não conseguiram dar continuidade na execução dos protótipos, devido ao término das atividades das disciplinas, e também pela complexidade dos objetos, pois precisariam de um maior tempo para a sua execução. Isso não invalida a proposta, visto a importância deles passarem por este processo, e ainda porque os alunos tiveram a possibilidade de dar seqüência aos projetos nos próximos semestres.

As interferências tornaram a pesquisa relevante, pois os alunos deram um retorno imediato, impulsionando ainda mais o aprofundamento deste trabalho. Esta pode ser considerada a primeira etapa com os alunos, e praticamente o primeiro contato deles com esses materiais, onde os mesmos colocaram no papel os projetos criados utilizando os painéis de bambu.

#### **4.1.7 A Elaboração de Novas Propostas**

Em um segundo momento, apenas alguns desses alunos (UNESP), que passaram pela experiência em sala de aula, oportunamente puderam continuar as pesquisas com o bambu.

Passados menos de dois meses, mais precisamente no retorno do segundo semestre de 2006, os alunos propuseram para disciplina Projeto IV (Eco-Design), orientada pelo Professor Dr. Luis Carlos Felisberto, dois projetos abordando temas relacionados com os painéis e peças de bambu, conseguindo dar continuidade aos estudos.

Inesperadamente ocorreu a interdisciplinaridade, em um curto espaço de tempo, confirmando o objetivo inicial da interferência, fazer os alunos integrarem o assunto bambu nos seus projetos e também com outras disciplinas da grade curricular dos cursos de Design na cidade de Bauru.

Foram duas as propostas desenvolvidas na disciplina Projeto IV, uma aluna com o projeto intitulado “Andador”, e uma segunda aluna com o projeto “Linha de Bolsas  $O_2$ ” propostas paralelamente, abordando os conceitos de eco-design e metodologias aplicadas nas disciplinas, como seguem.

#### 4.1.7.1 Proposta - “Andador”

A primeira proposta objetivou a utilização do BLC por suas características de resistência mecânica. No projeto “Andador”, um equipamento para auxílio e reabilitação de idosos, apresentando alguns elementos e componentes da interface direta com os usuários, tal equipamento é utilizado na maioria das vezes para auxiliar no equilíbrio estático e dinâmico do indivíduo e também empregado em atividades rotineiras como levantar, sentar, ir ao banheiro e tomar banho. Segundo a aluna Vanessa *“O Design, ciência responsável pela interface homem-tecnologia, mesclando conceitos funcionais, estéticos e técnicos, tem se mostrado eficaz neste sentido”*.

Esta proposta (Figura 51) teve como objetivo principal, adequar às necessidades atuais dos portadores de necessidades especiais e a aplicação de um material ecológico no produto. O protótipo do andador foi desenvolvido em escala 1:1 com o BLC, na Oficina de Processamento de Materiais e na Oficina de Madeira da UNESP-Bauru.

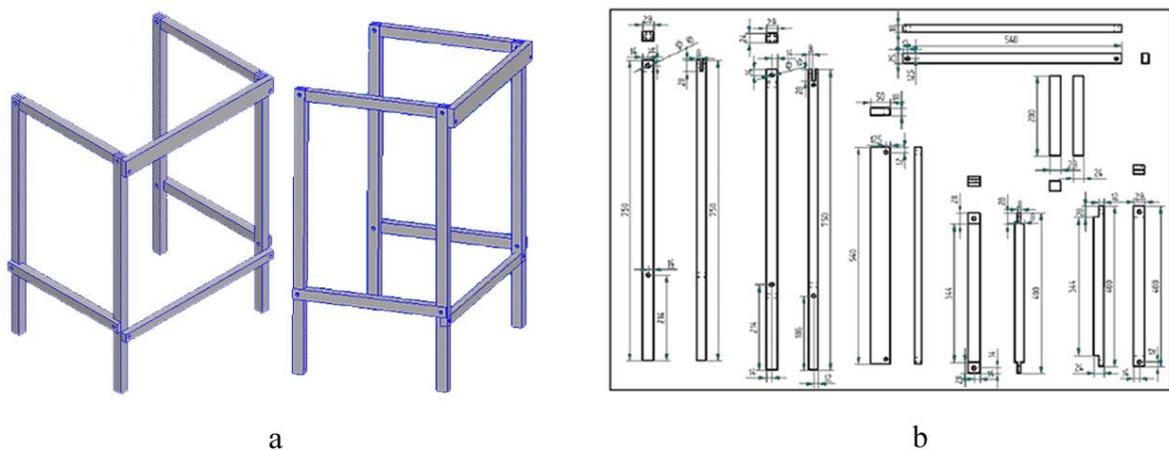


Figura 51. a) Desenhos tridimensionais do andador modelados no *Solid Edge*; b) Desenhos esquemáticos do andador (Aluna: Vanessa).

#### 4.1.7.2 Proposta “Linha de Bolsas O<sub>2</sub>”

A linha de bolsas propõe uma nova tendência de concepção de moda, e a aluna Sâmara define que “não basta conceber o belo, e que a essência do design não está apenas na criatividade, e sim na preocupação com a interface com o usuário em todos os aspectos, do consumo ao impacto ambiental”.

Desta forma, o projeto possibilitou a utilização das fontes, bambu e o látex (*Hevea*), pois ambos puderam contribuir para o projeto, e num possível desenvolvimento, na formas de cooperativas, gerando auto-suficiência para certas regiões do Brasil.

A linha recebeu o nome de O<sub>2</sub> “ por prezar a preservação das árvores e o não desmatamento, pois são elas as fontes de Oxigênio para os seres vivos”.

As bolsas (figura 52) foram pensadas tomando como base o bambu, seus painéis BLC e esteiras de bambu laminado, produzidos no Campus de Bauru da UNESP. Para compor a linha com características ambientais, foi pesquisado o uso do Couro Vegetal Treetap®, oriundo da *Hevea* ou Seringueira, produzido na região amazônica.

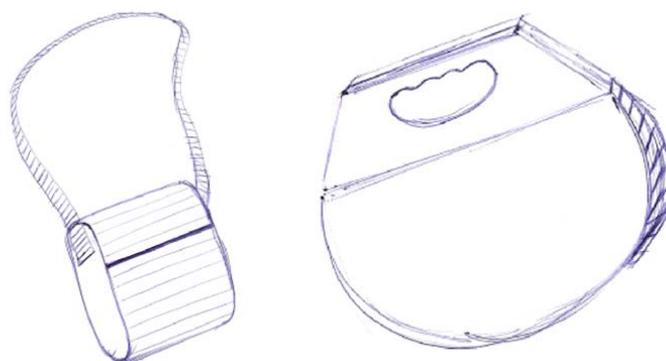


Figura 52. Esboços Finais da Linha de Bolsas O<sub>2</sub> (Aluna: Samara).

#### 4.1.7.3 A Execução dos Protótipos

Na execução dos protótipos foram utilizados os Laboratórios de Madeira e Bambu, FEB para o processamento dos painéis e a Oficina de Marcenaria do curso de Desenho

Industrial, FAAC, para a confecção dos protótipos. Houve a participação dos professores orientadores e dos técnicos dos dois laboratórios.

Inicialmente as alunas escolheram os colmos de bambu sob orientação do professor e engenheiro agrícola Marco Pereira. Esses colmos foram colhidos em 2005 e secos ao ar livre (natural). A espécie utilizada foi a *Dendrocalamus giganteus* ou bambu gigante, cultivada na própria UNESP-Bauru, que tem naturalmente características físicas (parede grossa) para a retirada de ripas (figura 54).

A seguir o processo utilizado pelos alunos na fabricação dos painéis e das peças laminadas:

- os colmos foram medidos e cortados em partes menores com uma serra circular destopadeira (figura 53 b), facilitando o manuseio dos operadores. Essa medida sempre será referente ao limite já pré-determinado pela máquina, no caso do laboratório da FEB são 2 m. Para a fabricação das bolsas e do andador, já descontadas as perdas no processo, foram definidas peças com 1,20 m, aproximadamente;



a



b

Figura 53. a) Medição do colmo; b) Cortes transversais.

- na serra circular refiladeira dupla (Figura 54), foram realizados cortes longitudinais servindo para a separação das ripas, com medidas que variam de 2 cm a 3 cm;



Figura 54. Cortes longitudinais.

- na serra circular, foram efetuados cortes para a retirada das imperfeições dos nós, com as ripas individualmente (figura 55 a e b);



Figura 55. a) Ripas antes e depois da retirada das imperfeições; b) Ripas sendo processadas pelos alunos.

- o beneficiamento em plaina quatro faces (figura 56) – as ripas foram passadas para a remoção da protuberância provocada pela presença dos nós internamente e externamente e ainda o fresamento da peça na seção transversal;



Figura 56.a) Aluna e técnico processando ripas na plaina quatro faces.

- em seguida, a imunização das ripas em tanques (figura 57) contra o ataque de insetos xilófagos, imersas por 1 minuto com o produto Pentox;



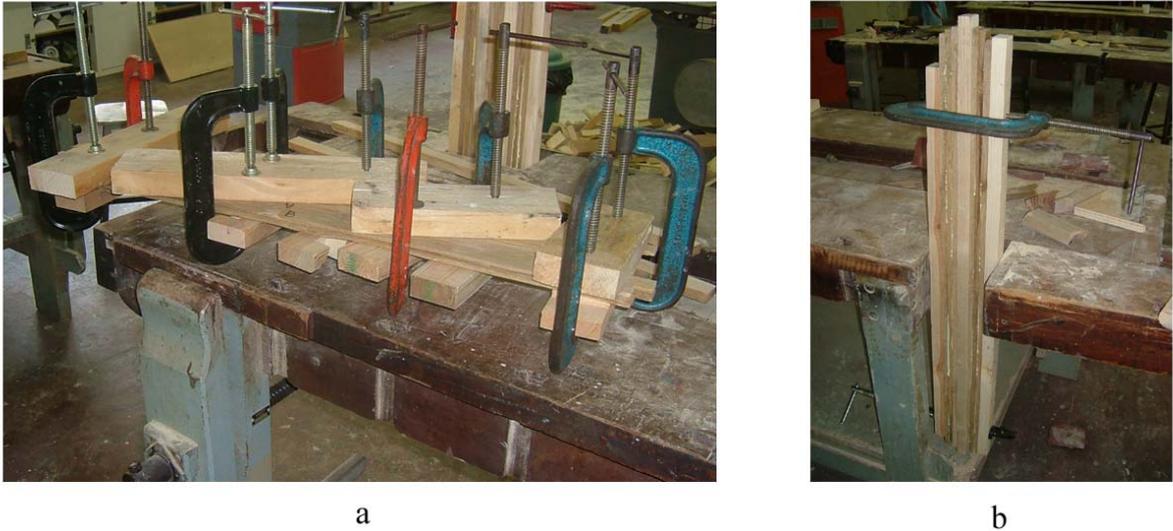
Figura 57. Tanque para imersão das ripas.

- depois das ripas cortadas e protegidas, as mesmas foram coladas com o adesivo Cascorez 2590 (ANEXO 04) homogeneizadas com 5% de catalisador e espalhadas manualmente (figura 58) com pinceis. Foram prensadas, utilizando-se “sargentos” e “grampos” próprios de marcenarias, para garantir melhor a colagem das lâminas, formando o BLC.



Figura 58. Colagem das peças.

O tempo mínimo para a retirada das peças na prensagem (figura 59) foi de 5 h para obter um melhor resultado de aderência e de aproveitamento.



a

b

Figura 59. Prensagem das ripas.

Na confecção dos protótipos, realizado na Oficina de Madeira (Desenho Industrial - FAAC), as duas propostas passaram por processos convencionais:

- todas as peças foram desempenadas obtendo-se duas de suas faces esquadrejadas em 90° na plaina desempenadeira;
- em seguida, as peças foram desgrossadas paralelamente utilizando-se a plaina desgrossadeira, conforme as medidas estipuladas e observadas na figura 60;



Figura 60. Painéis e peças laminadas desenvolvidas pelos alunos.

- na serra circular esquadrejadeira, foram realizados cortes transversais definindo o comprimento final das peças;

- a tupa, e a serra circular serviram para a confecção dos encaixes: samblagem (encaixe) com furo e respiga e samblagem à meia madeira (figura 61);



a



b

Figura 61. a) detalhes da peça processando; b) Peça trabalhada na tupa por um dos alunos.

- a serra de fita auxiliou no corte das peças curvas;
- com a furadeira horizontal, foram efetuados encaixes com a utilização de cavilhas;
- para a retirada das imperfeições do material utilizou-se lixadeira elétrica e lixas manuais;
- na montagem final o andador recebeu cola à base d'água (Cascorex Extra), da marca Alba, nas junções e encaixes. Para as bolsas foi usado adesivo tipo “contato” para a fixação dos trincos de metal e dos couros;
- no acabamento final, os dois protótipos receberam selador especial para madeira da SAYERLACK (Tintas RENNER) e cera de carnaúba preparada, Max-brilho, da empresa Machado Industrial Comercial Ltda. No caso das bolsas, algumas peças foram tingidas com velador universal cor mogno.

Fazendo-se uma análise desta segunda etapa com os alunos nas oficinas, pode-se afirmar que o trabalho foi satisfatório e positivo, mas com algumas considerações:

- no projeto do andador, a estrutura inicial não suportou a função exercida, e assim ampliou-se o número de peças para reforçar a estrutura;
- no projeto da linha de bolsas, o adesivo para fixação dos metais e do couro com a madeira não se comportou como o esperado, sendo necessárias novas etapas para a colagem na montagem final;

- ocorreram dificuldades na etapa de colagem e de prensagem das ripas de bambu, por não existir um equipamento específico, e ter que, fazer-se uso de improvisações, como grampos e “sargentos” para marcenaria;
- no acabamento final o bambu se mostrou um material difícil de ser lixado e tingido (técnica esta desnecessária caso houvesse o equipamento próprio para a carbonização do bambu, figura 16);
- o BLC e a esteira de bambu laminado colado confirmaram as suas características de resistência mecânica e versatilidade para sua aplicação nos produtos;
- o mais importante foi o conhecimento sendo explorado pelos alunos em dois laboratórios na mesma instituição, com orientações de professores e técnicos, confirmando a interdisciplinaridade no trabalho prático;
- os protótipos foram executados em escala natural 1:1, possibilitando testes em sua usabilidade (Figura 62, 63 e 64);
- todo o trabalho na execução dos painéis e dos protótipos, durante o segundo semestre de 2006, resultou numa experiência válida tanto para os pesquisadores como para os alunos.



Figura 62. Protótipo do andador.



Figura 63. Protótipo de uma das bolsas.



Figura 64. Protótipo da segunda bolsa.



## 5- CONCLUSÕES

Esta pesquisa propôs inicialmente efetuar-se um levantamento sobre os painéis de bambu e suas aplicações para o uso no design. No decorrer desses estudos surgiu a oportunidade de difundir essas aplicações para as disciplinas de projeto de Mobiliário (UNESP) e Design de interiores (IESB) nos cursos de Desenho Industrial na cidade de Bauru.

Essa experiência foi desenvolvida em sala de aula e posteriormente em laboratórios específicos para o processamento do bambu e madeira, com a execução de algumas amostras desses painéis e de protótipos, possibilitando estudos mais aprofundados com o bambu e seus derivados no desenvolvimento de produtos.

Nos estudos verificou-se que o bambu é muito usado nos países orientais, seu uso é milenar e diversificado, e vem contribuindo para o sustento de milhares de pessoas. É aproveitado como alimento, na construção de casas, artesanato e na fabricação de objetos. No Ocidente e mais precisamente na América Latina, o bambu também é utilizado, porém com menor intensidade, países como a Colômbia e Equador estudam e utilizam o bambu há algumas décadas. No Brasil, fatores climáticos e a existência de grandes áreas territoriais apropriadas para reflorestamentos tornariam o bambu uma possibilidade a mais no desenvolvimento da economia e um auxílio na proteção do ecossistema e na geração de renda. Os painéis de bambu já contribuem na fabricação de produtos em vários países, entretanto, nos países periféricos poderiam ser mais explorados por seu grande potencial agrícola e industrial.

Foram pesquisados diversos tipos de painéis de bambu, com diferentes nomenclaturas, com vários usos, porém, alguns com as mesmas funções. Sendo assim, uma classificação e divisão desses materiais, facilitaria a leitura das inúmeras possibilidades de utilização e a compreensão dos processos de fabricação e seus potenciais. A revisão sobre os painéis de bambu fez-se necessária por não haver no Brasil estudos que listassem de forma clara suas características para o design.

A aplicação da pesquisa bibliográfica também ocorreu em sala de aula durante as palestras e na apresentação das amostras de painéis com bambu desenvolvidos no laboratório da FEB, e mais alguns exemplares da China e de outros países. Esse primeiro contato minimizou a distância entre os alunos e esses materiais apresentados, sendo que nas duas

instituições, surgiram múltiplos questionamentos sobre o uso desses materiais. Essas amostras foram essenciais para a apresentação e desenvolvimento dos projetos. Devido à importância ecológica do bambu, emergiu nos alunos um grande interesse e motivação por novas soluções de utilização desse material. O eco-design é uma preocupação atual e cada objeto projetado hoje e no futuro, deverá atender ao uso e o seu descarte facilitado, de acordo com as normas de preservação do ecossistema.

Essa interferência resultou no desenvolvimento de alguns projetos de produtos em sala de aula, tanto no IESB como na UNESP. Os projetos foram desenvolvidos mediante alguns painéis levantados na revisão e possíveis de serem executados nos próprios laboratórios das instituições. Nesses projetos considerou-se a escolha do material para os componentes das peças, atendendo necessidades estruturais, estéticas e ambientais.

Houve uma preocupação de alguns alunos em executar suas idéias no término do semestre, ou mesmo posteriormente com o desenvolvimento de protótipos, de acordo com a disponibilidade e interesse de cada um. Porém, dois desses alunos impulsionados pelo novo tema da disciplina de Projeto IV (Eco-design), propuseram um andador e uma linha de bolsas aplicando todo o conhecimento adquirido e executando os projetos nas oficinas, proporcionando, assim, uma interação entre as disciplinas nos cursos de Design.

Na execução dos projetos, percebeu-se que os maquinários utilizados supriram as necessidades referentes ao processo de fabricação dos painéis e na manufatura dos objetos. Porém, a falta de alguns equipamentos específicos, na etapa de prensagem das peças, dificultou a melhor execução do trabalho, mas mesmo assim, as peças forneceram um resultado satisfatório.

O trabalho prático efetuado pelos alunos, as peças planejadas e posteriormente executadas, foram de extrema importância para o contexto didático, todos eles passaram por experiências com vários profissionais e pesquisadores das áreas afins, e com isso puderam experimentar em todas as fases de projeto, da criação às técnicas empregadas nos processos, e permitiram concluir que os objetivos de um modo geral foram alcançados, visto o profundo interesse dos alunos em sala de aula e no decorrer da conclusão dos projetos.

Para as futuras pesquisas com a utilização do bambu, nota-se a necessidade de estudos dos outros painéis relacionados no levantamento bibliográfico, que ainda não puderam ser processados nos laboratórios das universidades de Bauru. Também pesquisas relacionadas ao acabamento superficial dos painéis baseados em bambu, além do aprofundamento no uso do Bambu Laminado Colado (BLC) e das Esteiras de Bambu, para o design em todas as suas especialidades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJI DOUBLE TIGER BAMBOO AND WOOD INDUSTRY CO. Double tiger bamboo flooring. Disponível em: <<http://www.tigerbamboo.com>> Acesso em: 12 mar. 2006.

ANJI JIEJIEGAO BAMBOO AND WOOD COMPOSITE BOARD. Disponível em: <<http://www.jj-gao.com>>. Acesso em: 4 jul. 2006.

BERALDO, A. L.; RIVERO, L. A. Bambu Laminado Colado (BLC). **Revista Floresta e Ambiente**. V. 10, n. 2. 2003. p 36 – 46.

BERALDO, A. L. Bambucreto: o uso do bambu com reforço do concreto. In: **Anais...** Jundiaí: CONBEA. 1987. p. 521-530

BERALDO, A. L.; ZOULALIAN, A. Bambu: material alternativo para construções rurais. In: V ENCONTRO BRASILEIRO E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. Belo Horizonte: EBRAMEM. V. 2 .1995.

BONSIEPE, G. **Design: do material ao digital**. Florianópolis: FIESC/IEL. 1997. p.192

BROWER, C.; MALLORY, R., ZACHARY, O. **Experimental Eco Design: Architecture / Fashion / Product**. Swintzerland: Rotovision S. A. 2005. p.176

CHINA NATIONAL BAMBOO RESEARCH CENTER (CNBRC). **Cultivation & integrated utilization on bamboo in China**. CBRC, Hangzhou, China. 2001.

DESIGN BRASIL. Design na Índia: tradição e oportunidade para crescimento Disponível em: <<http://www.designbrasil.org.br>> Acesso: 3 abr. 2006.

DHAMODARAN, T. K.; GNANAHARAN, R.; LIBRARIAN, K. S. P. **Bamboo for pulp and paper: a State of the Art Review With Annotated Bibliography**. Peechi, Kerala: Kerala Forest Research Institute. 2003. p. 653-680

DOMINIC, M. Treehugger. Disponível em: <<http://www.treehugger.com>>. Acesso em: 7 fev. 2007.

FARRELY, D. **The book of bamboo**. EUA, San Francisco: Sierra Club Books. 1984. 340 p.

FUSTAR BAMBOO & LUMBER CO., LTD. Technological Process: bamboo flooring. Disponível em: <<http://www.fustar-bamboo.com>> Acesso em: 10 jan. de 2007.

GHAVAMI, K. Application of bamboo as a low-cost energy material in civil engineering. THIRD CIB RILEM SYMPOSIUM ON MATERIALS FOR LOW INCOME HOUSING. México City, 1989, p. 526-536.

GONÇALVES, M. T. T. **Processamento da Madeira**. Document Center, Bauru: Universidade do Sagrado Coração (USC). 2000. p. 242.

GONÇALVES, M. T. T.; PEREIRA, M. A. dos R.; GONÇALVES, C. D. Ensaio de Resistência Mecânica em Peças Laminadas de Bambu. In: XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. Fortaleza: CONBEA. 2000.

GREEN INDUSTRIES CORP. Bamboo. Disponível em: <<http://www.greencorp.jp>>. Acesso em: 25 jan. 2006.

GUIMARÃES L. B. de M. Design sustentável brasileiro: o processo projetual é dificultado pela falta de informações? In: 6º CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES HUMANO – TECNOLOGIA, PRODUTOS, INFORMAÇÃO, AMBIENTE CONSTRUÍDO, TRANSPORTE. Bauru. 2006.

HANGZHOU TIMBER CO. LTD. DMVP: Bamboo veneer. Disponível em: <<http://www.dmypbamboo.com>>. Acesso em: 24 mar. 2006.

HANGZHOU ZEN BAMBOO AND HARDWOOD PRODUCTS CO., LTD. Zen Bambu, China. Disponível em: <http://www.bamboo-expo.com> ou [www.zenbamboo.com](http://www.zenbamboo.com)>. Acesso em: 4 jul. 2006.

HIDALGO LOPEZ, O. **Bambu, su cultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería, artesanía**. Colombia, Cali: Estudios Técnicos Colombianos Ltda. 1974. p.318

HIDALGO LOPEZ, O. **Manual de Construcción con bambú**. Universidad Nacional de Colombia, Centro de Investigación de Bambú y Madera – CIBAM. Construcción rural 1. Colombia, Bogotá: Estudios Técnicos Colombianos Ltda. 1981. p.71

HIDALGO LOPEZ, O. **Tipos de Bambúes y metodos de cultivo**. In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO DEL BAMBOO. Guayaquil. 1982.

HIDALGO LOPEZ O. **Bamboo: the gift of the Gods**. Colômbia, Bogotá: D´vinni Ltda. 2003. p. 553

HSIUNG, W. Prospects for bamboo development in the world. In: IBC 88, Prafrance. 1988.

HUANGSHAN TIANYU BAMBOO PRODUCTS CO. LTD. Use regenerative material: bamboo. Disponível em: <<http://www.hsbamboo.com>>. Acesso em: 12 mar. de 2006.

INDIAN PLYWOOD INDUSTRIES RESEARCH & TRAINING INSTITUTE. Disponível em: <<http://www.bamboocomposites.com>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

INES CLASEN DIPL. VOLKSWIRTIN, IMPORT E EXPORT. Bamboo Concepts. Disponível em: <<http://www.dingo-bamboo.com>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVAVEIS (IBAMA). **Apostila Ambiental: analista ambiental**. Editora Dias. 2001. p. 245

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA) Tecnologias ambientalmente saudáveis. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ambtec>>. Acesso em: 15 jun. 2006.

ITAPAGÉ S.A. Celulose, papéis e artefatos. Disponível em: <<http://www.itapage.com>>. Acesso em: 5 jan. 2006.

INTERNATIONAL NETWORK FOR BAMBOO AND RATTAN (INBAR). **Priority species of bamboo and rattan**. New Delhi, India: INBAR IDRC. 1994. p 68.

INTERNATIONAL NETWORK FOR BAMBOO AND RATTAN (INBAR). **Local Tools and Equipment Technologies for Processing Bamboo & Rattan**. New Delhi, Beijing : Eindhoven. V. 3 1995.

INTERNATIONAL NETWORK FOR BAMBOO AND RATTAN (INBAR). **Bamboo Panel Boards: a State of the Art Review**. New Delhi, India: Technical Report, nº 12, 1999. p.119

INTERNATIONAL NETWORK FOR BAMBOO AND RATTAN (INBAR). **Transfer of Technology Model: the bamboo furniture making unit**. Nanjing, China. 2001.

JANSSEN, J.J.A. **Building with bamboo**. London: Intermediate Technology Publications. 1988. p. 68

JANSSEN, J.J.A. **Designing and building with bamboo**. International Network for Bamboo and Rattan (INBAR). Beijing, China: Technical report. n°. 20. 2000.

JARAMILLO, S. V. La guadua en los grandes proyectos de inversion. In: CONGRESSO MUNDIAL DE BAMBU/GUADUA Colômbia: Pereira. **Anais....** 1992.

JIEJIEGAO BAMBOO AND WOODWARE CO. LTD. Disponível em: <<http://www.cbamboo.com>>. Acesso em: 5 jun. 2006.

KERALA STATE BAMBOO CORPORATION LTD. Building a successful bamboo community. Disponível em: <<http://www.bambooworldindia.com>>. Acesso em: 5 jun. 2006.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2ª Edição. 1995.

LANDIM Y GOYA, P. C. **Percepção e conservação do patrimônio ambiental urbano: a cidade de Bauru**. Dissertação de Mestrado. Unesp, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. 1994. p.150

LEE, A. W. C.; BAI, X.; PERALTA, P. N. Selected physical and mechanical properties of giant timber bamboo grown in South Carolina. **Forest Products Journal**, vol. 44. n. 9. September 1994. p. 40 – 46

LIESE, W. **Bamboos – Biology, silvics, properties, utilization**. Eschborn, dt. Ges.fur.Techn Zusammenarbeit (GTZ). 1985. p. 132

LIESE, W. **The Anatomy of bamboo culms**. INBAR – International Network for bamboo and rattan. China: Technical Report. 1998. p. 204

LOBACH, B. **Design Industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 2001.

MANZINI, E; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1ª ed. 2005. p. 366.

NASCIMENTO, M. F. do. **Chapas de partículas homogêneas: madeira do nordeste do Brasil.** Tese de Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais. Universidade de São Paulo. 2003. p.135.

PAPANNEK, V. **Arquitetura e Design, Ecologia e Ética.** Portugal, Lisboa: Edições 70. 1995.

PEREIRA, M. A. dos R. **Viabilidade da utilização do bambu para fins de irrigação – aspectos técnicos.** Dissertação de Mestrado. Unesp, Faculdade de Ciências Agrônômicas. 1992. p.103.

PEREIRA, M. A. dos R. **Características hidráulicas de tubos de bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*).** Tese de Doutorado. Unesp, Faculdade de Ciências Agrônômicas. 1997 a. p.161.

PEREIRA, M. A. dos R. O Uso do Bambo na Irrigação: montagem de um sistema de irrigação por aspersão de pequeno porte, utilizando tubulação de bambu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA. Campina Grande: CONBEA.1997 b. p.1-22.

PEREIRA, M. A. dos R. Características hidráulicas de tubos de bambu gigante. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. Fortaleza: CONBEA. 2000.

PEREIRA, M. A. dos R. **Bambu: Espécies, Características e Aplicações.** Departamento de Engenharia Mecânica/Unesp. Apostila. Bauru. 2001.

PEREIRA, M. A. dos R.; GARBINO, L. V. Desenvolvimento e produção do bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*) cultivado na Unesp / Campus de Bauru – SP., com vistas à sua utilização na engenharia agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. Goiânia: CONBEA. 2003.

PEREIRA, M. A. dos R.; SALGADO, M. H. Proyecto Bambu: Determinación de las características mecánicas de listones laminados del bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*) cultivado en la Unesp de Bauru/SP/Brasil. In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO DEL BAMBÚ. Guayaquil. 2006.

PEREIRA, M. A. dos R. **Relatório Científico Final.** Fapesp, 2006. n°. 2003/04323-7. p.312.

PEREIRA, M. A. dos R. Bambu. Disponível em: <<http://wwwp.feb.unesp.br/pereira/>>. Acesso em: 3 dez. 2006.

PEROXIDOS DO BRASIL LTDA. Disponível em: <<http://www.peroxidos.com.br>> Acesso em: 11 fev. 2007.

QISHENG, Z.; SHENXUE, J. **Bamboo Based Panels In China**. Forestry University, China: Bamboo Engineering Research Center Nanjing. 2001. p. 1-14.

QISHENG, Z.; SHENXUE, J.; YONGYU, T. INBAR - **Industrial Utilization on Bamboo**. International Network for Bamboo and Rattan . Technical Report no. 26. 2003. p.

RANJAN, M. P. Disponível em: <<http://homepage.mac.com/ranjanmp/Bamboo>> Acesso em: 30 jan. 2007.

REVISTA SIM. Living aposta na originalidade: a mesa bambu conquistou o Pernambuco design. Disponível em: <<http://www.revistasim.com.br>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

RIVERO, L. **Laminado Colado e contra-placado de bambu**. Dissertação de Mestrado. Unicamp, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2003. 120 p.

SAMPAIO, R. M; VALARELLI, I. D.; RAFAEL, A.L.L.; BARBOSA, M.M. Avaliação das características físicas de chapa homogênea de partículas de folha caulinar reforçada com bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*. In: 10°. ENCONTRO DE MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. São Pedro, 2006.

SASTRY, C. B. **Timber for the 21 Century**. INBAR ([www.inbar.org.cn/Timber.asp](http://www.inbar.org.cn/Timber.asp)). 1999.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Editora Cortez, 20ª Edição. 1996.

SMITH & FONG PLYBOO. Inovations in Bamboo Since 1989. Disponível em: <<http://www.plyboo.com>>. Acesso em: 15 fev. 2007.

SUSTAINABLE FLOORING. Bamboo Flooring and cork Flooring. Disponível em: <<http://www.sustainableflooring.com>>. Acesso em: 24 ag. 2006.

UKAO GRASS FURNITURE. Manufacturim. Disponível em: <<http://www.ukao.com>> Acesso em: 23 abr. 2006.

UM DOIS TRÊS (123) BAMBOO. Bamboo flooring. Disponível em: <<http://www.123bamboo.com>>. Acesso em: 3 dez. 2006.

VALARELLI, I.D.; RAFAEL, A.L.L.; SAMPAIO, R.M.; BARBOSA, M.M. Análise comparativa das propriedades físicas de chapas compostas de resíduos de bambu/. /In: 3° CONGRESSO BRASILEIRO ICTR., São Pedro, 2006.

VASCONCELLOS, R. M. Bambúes en Brasil, una sión histórica y perspectivas futuras. In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO DEL BAMBU. Guaiaquil. 2006.

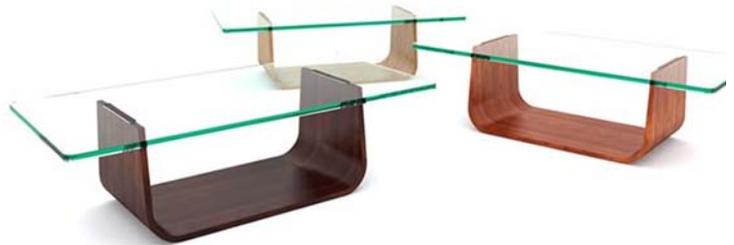
YIYANG TAOHUAJIANG INDUSTRY CO. Disponível em: < <http://chinathj.com>> Acesso em: 20 jan. 2007.

ZHOU, F. **Selected Works of Bamboo Research**. Nanking, China: Research Editorial Committee. Nanking Forestry University, 2000. p.164.



**ANEXO 01- Fotos de alguns produtos feitos com bambu e seus derivados.**





## ANEXO 02- PALESTRA

1



**Design- mobiliário e Interiores**

Painéis ou Chapas de Bambu

Prof. Dra. Paula Landim  
Prof. Dr. Marcos Pereira  
Prof. Fábio Moizés

4



**Design de mobiliário- Chapas de Bambu**

Peças de lascas de bambu prensado



2



**Design de mobiliário- Chapas de Bambu**

Os Painéis ou Chapas de bambu são baseadas em lâminas, lascas, ripas ou partículas.



lâminas      ripas      partículas

5



**Design de mobiliário- Chapas de Bambu**

Piso de bambu de ripas



3



**Design de mobiliário- Chapas de Bambu**

Laminas de bambu.



6



**Design de mobiliário- Chapas de Bambu**

Painéis e peças de ripas



7



10



8



11



9



12



13



16



14



17



15



18



19



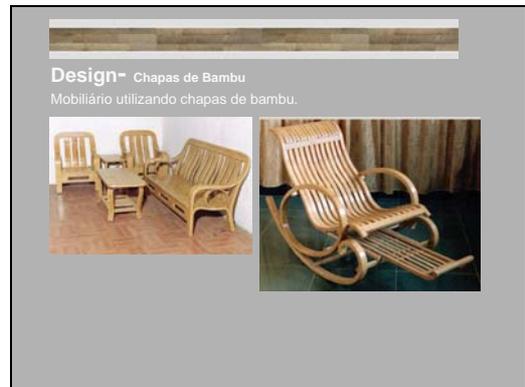
22



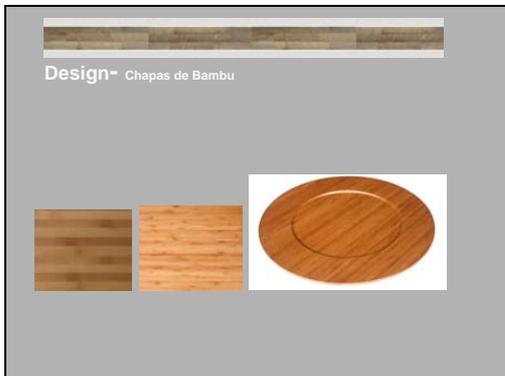
20



23



21



24



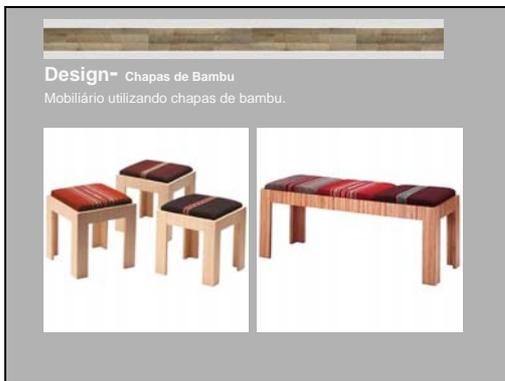
25



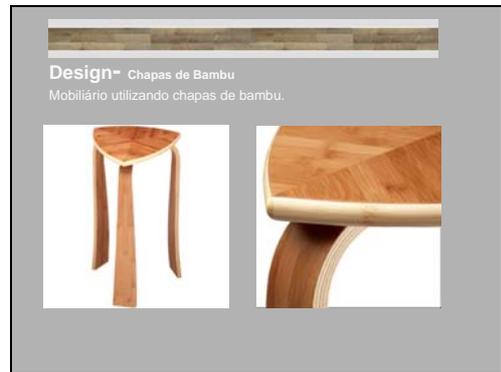
28



26



29



27



30



31



34



32



35



33



36



37

**Design- Chapas de Bambu**  
Mobiliário utilizando chapas de bambu.



The image shows two photographs of furniture made from bamboo strips. On the left is a chair with a curved backrest and four legs. On the right is a close-up of a table's edge, showing the layered structure of the bamboo strips.

40

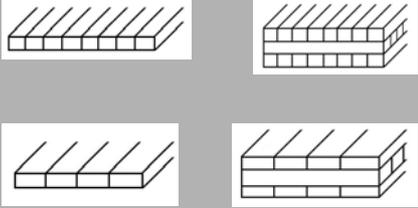
**Design- Chapas de Bambu**  
- Moldes podem ser executados: retos, curvos ou sinuosos.



The image contains three photographs. The largest one shows a curved bamboo table with a thick, layered top. To its right are two smaller photos: one showing a bamboo chair and another showing a person working with bamboo strips on a workbench.

38

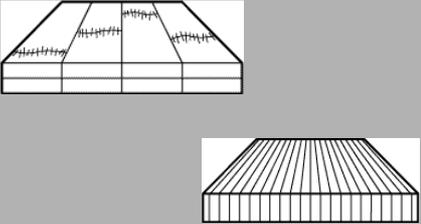
**Design- Chapas de Bambu**  
estruturas utilizando chapas de bambu.



The image displays four technical diagrams of bamboo strip structures. The top two diagrams show a cross-section of a structure with multiple layers of strips, some with a diagonal grain. The bottom two diagrams show a cross-section of a structure with a single layer of strips, also with a diagonal grain.

39

**Design- Chapas de Bambu**  
estruturas utilizando chapas de bambu.



The image shows two technical diagrams of bamboo strip structures. The top diagram is a perspective view of a structure with a grid of strips, showing a central channel. The bottom diagram is a perspective view of a structure with a grid of strips, showing a flat top surface.

**ANEXO 03- Questionário****PESQUISA SOBRE PAINÉIS DE BAMBU**

IDADE: .....

SEXO: ( ) MASC. ( ) FEM.

INSTITUIÇÃO DE ENSINO:.....

CURSO: .....

TERMO: .....

DISCIPLINA: .....

---

\* VOCÊ JÁ CONHECIA ALGUM **PAINEL OU PEÇA DE BAMBU** PROCESSADO PARA O USO NO DESIGN?

SIM ( )                      NÃO ( )

\* CASO CONHECIA, QUAL DELES?

DE:

- PARTÍCULAS ( )

- LASCAS OU FATIAS FINAS ( )

- LÂMINAS OU RIPAS ( ).

---

\*Você tem alguma pergunta sobre os painéis e as peças de bambu para o uso e aplicação no design?

.....

.....

.....

.....

.....

ANEXO 04- Adesivo usado na prensagem das peças no Estudo de Caso.



# BOLETIM TÉCNICO

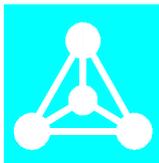


## CASCOREZ 2590

ADESIVO EM EMULSÃO AQUOSA À BASE DE POLIACETATO DE VINILA (PVAc) CROSSLINKING, PARA COLAGENS DE ARTEFATOS DE MADEIRA, ESPECIALMENTE FORMULADO PARA SER APLICADO ONDE SE REQUEIRA ALTA RESISTÊNCIA TÉRMICA E ALTA RESISTÊNCIA A UMIDADE, PELOS PROCESSOS DE Prensagem a Frio, a Quente e Alta Frequência.

### CARACTERÍSTICAS

<b>Aspecto do produto</b>	Líquido amarelado, fluido, livre de griz, grumos e/ou materiais estranhos e odor característico de VAM
<b>Aspecto do filme seco</b>	Translúcido, rígido, isento de pontos e com resistência a água e térmica.
<b>Teor de sólidos (1g/1h/105oC), %</b>	50,0 - 54,0
<b>Viscosidade Brook. LVF 3/12 - 25oC, cP</b>	3.000 - 5.000
<b>Viscosidade do produto com catalisador, cP</b>	2.500 - 3.500
<b>pH à 25oC</b>	4,0 - 5,0
<b>T.M.F.F., oC</b>	5,0
<b>Diluyente</b>	Água
<b>Tipo de polímero</b>	Homopolímero modificado, reticulável
<b>Formoldeido</b>	Isento
<p>Produto sem características tóxicas com relação à manipulação ou inalação, não devendo, entretanto, ser ingerido ou colocado em contato com partes sensíveis do corpo</p>	



# Cascorez 2590



## **FINALIDADE:**

Adesivo de alto desempenho, especialmente indicado para colagem de artefatos de madeira, onde se requeira resistência térmica e/ou a água, pelo processo de cura por rádio frequência (ou pelos processos convencionais: prensa quente e prensa fria), podendo também ser utilizado em colagens de laminados plásticos (Fórmica, Formiplac, Perstop), tacos, parquetes e materiais porosos em geral.

## **PREPARAÇÃO DO ADESIVO:**

O CASCOREZ 2590 deve ser utilizado juntamente com o "CATALISADOR CL", conforme relação abaixo, tendo-se o cuidado de misturar muito bem os dois componentes, para evitar formação de grumos na mistura e envelhecimento precoce do adesivo catalisado.

	<b>Partes em peso</b>		
	Prensa fria	Prensa quente	Alta frequência
Cascorez 2590	100,0	100,0	100,0
Catalisador CL	5,00	5,0	3,5 a 5,0

**A vida de banca da mistura adesivo / catalisador (em qualquer relação) é de 24 horas à 25°C.**

Nas colagens em prensas de R.F., se houver necessidade, pode-se reduzir o teor do endurecedor (Catalisador CL), para, no mínimo, 3,5 %.

Para os outros tipos de prensa, fria e quente deve-se, obrigatoriamente, utilizar 5% de **Catalisador CL**.

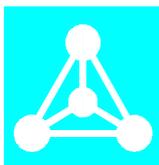
Não é aconselhável que se trabalhe com mais de 5,0 % de endurecedor (**Catalisador CL**) na mistura, pois podem ocorrer os seguintes problemas:

- 01- Escurecimento da linha de colagem;
- 02- Sobrecarga de corrente no equipamento, quando aplicado em prensa de rádio-frequência;
- 03- Efeito diluição, causado pela redução proporcional ao aumento do endurecedor, da matéria ativa do adesivo.
- 04- Alteração reológica.

A mistura endurecedor/adesivo deve, obrigatoriamente, ser feita em frascos apropriados, isto é, aço inóx ou plástico.

## **APLICAÇÃO:**

Preparar as superfícies a serem coladas, as quais devem estar limpas, perfeitamente planas e secas, com teor de umidade entre 6 e 12%.



## Cascorez 2590



**ATENÇÃO:** não basta que as peças possuam umidade dentro da faixa estabelecida acima. É muito importante que os componentes a serem colados possuam a mesma umidade entre si, pois, do contrário, poderá haver um sensível comprometimento da qualidade da colagem.

Aplicar o adesivo em uma das superfícies, em camadas uniformes de:

A- Para montagem: 160 a 200 g/m<sup>2</sup>

B - Para laminação: 100 a 150 g/m<sup>2</sup>

e juntar as partes imediatamente (para evitar a secagem precoce do adesivo e, também, comprometer a eficiência da colagem), mantendo-as sob pressão até sua secagem e, conseqüentemente, colagem.

Não ultrapassar a um período de, aproximadamente, 5 minutos, entre a montagem dos painéis e a sua prensagem. Este procedimento evita, também, a secagem precoce do adesivo.

A aplicação poderá ser efetuada através de coladeiras mecanizadas, ou manualmente, utilizando-se trincha, rolo, espátula, etc. A prensagem poderá ser feita a quente a frio, ou pôr rádio frequência, conforme tabelas da página (4/6).

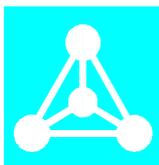
O Adesivo **CASCOREZ 2590** bem como o **CATALISADOR CL** ou a mistura de ambos, não deve **NUNCA** entrar em contato direto com materiais ferrosos, em nenhuma etapa do processo de colagem.

Como o catalisador tem “caráter ácido” e o adesivo aquoso tem “caráter oxidante”, o contato destes produtos com qualquer material ferroso provoca um ataque a este material, favorecendo, assim, o escurecimento posterior da linha de colagem. Esse escurecimento se dá devido às partículas de ferro presentes no sistema.

Portanto, partes da máquina que entram em contato direto com o adesivo úmido (coleiro, aplicador, etc.), devem ser feitas de materiais adequados, como: aço inox, nylon, etc.

**ATENÇÃO:** variações de cor no produto são normais.

Pode haver variação de cor entre o amarelado e o castanho avermelhado.



# Cascorez 2590



## MONTAGEM DE PAINÉIS

TIPO DE PRENSA	TEMPERATURA DE TRABALHO	CONDIÇÕES DE Prensagem			TEMPO DE CURA APÓS Prensagem
		TIPO DE MADEIRA	PRESSÃO APLICADA	TEMPO DE Prensagem	
F R I A	ACIMA DE 5°C	BAIXA DENSIDADE (mole) até 500 kg/m <sup>3</sup> (*)	6 a 10 kg/cm <sup>2</sup>	3 a 4 horas	MÍNIMO 24 HORAS
		MÉDIA DENSIDADE (média) até 750 kg/m <sup>3</sup> (*)	10 a 13 kg/cm <sup>2</sup>		
		ALTA DENSIDADE (dura) acima 750 kg/m <sup>3</sup> (*)	13 a 20 kg/cm <sup>2</sup>		
QUENTE	ENTRE 60 e 90°C	BAIXA DENSIDADE (mole) até 500 kg/m <sup>3</sup> (*)	6 a 10 kg/cm <sup>2</sup>	2 a 5 minutos	MÍNIMO 12 HORAS
		MÉDIA DENSIDADE (média) até 750 kg/m <sup>3</sup> (*)	10 a 13 kg/cm <sup>2</sup>		
		ALTA DENSIDADE (dura) acima 750 kg/m <sup>3</sup> (*)	13 a 20 kg/cm <sup>2</sup>		
ALTA FREQUÊNCIA	ACIMA DE 5°C	BAIXA DENSIDADE (mole) até 500 kg/m <sup>3</sup> (*)	6 a 10 kg/cm <sup>2</sup>	Em função da espessura das peças coladas	MÍNIMO 4 HORAS
		MÉDIA DENSIDADE (média) até 750 kg/m <sup>3</sup> (*)	10 a 13 kg/cm <sup>2</sup>	3 a 5 min. S/ R.F. 1 a 3 min. C/ R.F.	
FINGER JOINT	ACIMA DE 5°C	BAIXA, MÉDIA E ALTA DENSIDADES	10 a 15 kg/cm <sup>2</sup>	IMEDIATO	MÍNIMO 8 HORAS

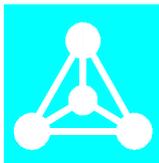
(\*) 10 a

12% de umidade.

A colagem de madeiras de alta densidade em prensas de alta frequência não é aconselhável.

## LAMINAÇÃO

TIPO DE PRENSA	TEMPERATURA DE TRABALHO	CONDIÇÕES DE Prensagem			TEMPO DE CURA APÓS Prensagem
		SUBSTRATO	PRESSÃO APLICADA	TEMPO DE Prensagem	
F R I A	ACIMA DE 5°C	LAMINADO DECORATIVO	4 a 6 kg/cm <sup>2</sup>	de 30 minutos a 2,0 horas	MÍNIMO 12 HORAS
		LAMINAÇÃO COM MADEIRA	6 a 10 kg/cm <sup>2</sup>	de 30 minutos a 1,0 hora	
		ESTRUTURAS MULTILAMINADAS	10 a 15 kg/cm <sup>2</sup>	de 30 minutos a 2,0 horas	MÍNIMO 24 horas
QUENTE	ENTRE 50°C e 90°C	LAMINADO DECORATIVO	4 a 6 kg/cm <sup>2</sup>	1 a 3 minutos	MÍNIMO 3 HORAS
		LAMINAÇÃO COM MADEIRA	6 a 10 kg/cm <sup>2</sup>		
		ESTRUTURAS MULTILAMINADAS	10 a 15 kg/cm <sup>2</sup>	Distância até a linha de cola mais profunda, em mm, transformada em minuto, mais 10%	MÍNIMO 12 HORAS
ALTA FREQUÊNCIA	ACIMA DE 5°C	ESTRUTURAS MULTILAMINADAS	10 a 15 kg/cm <sup>2</sup>	Em função do volume das peças coladas	MÍNIMO 4 HORAS



# Cascorez 2590



## **PERFORMANCE DE COLAGEM:**

O CASCOREZ 2590, quando aplicado corretamente, atende às seguintes normas técnicas industriais:

- Resistência a água nível “D-4”, conforme “EN-204”;
- Resistência a água tipo I, conforme “ANSI/APVA 1993”
- “ASTM D5572-95”, para finger-joint, uso úmido.

As Normas acima somente serão atendidas se as condições de prensagem determinadas na tabela forem atendidas corretamente.

O tempo máximo necessário para que o adesivo atinja sua resistência máxima é de 30 dias, isto para uma temperatura ambiente média de 25°C.

Em regiões mais frias, ou em épocas mais frias do ano, este tempo pode prolongar-se um pouco mais.

A falta total do endurecedor determina a não reticulação do adesivo, fazendo com que este não obtenha nem resistência térmica nem resistência a água, apresentando nível máximo de colagem igual ao EN-204, D-1.

## **TEMPERATURA MÍNIMA DE USO:**

Quando da utilização do adesivo em colagens à frio, deve-se aquece-lo a temperaturas acima de 5°C antes de aplica-lo em dias de baixa temperatura, isto é, com a temperatura ambiente abaixo da T.M.F.F. do produto.

Isto vale para temperaturas ambiente acima de 0°C.

## **EMBALAGEM:**

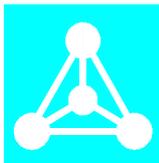
Granel  
Barrica de fibra - 50 kg;  
Tambor de ferro - 200 kg;  
Container descartável – 1000 kg

## **ARMAZENAGEM:**

O produto tem vida útil de 6 meses em condições normais de estocagem, entre 5°C e 25°C, em ambiente ventilado, protegido de intempéries e na embalagem original.

Durante o transporte, o produto pode ser mantido em condições adversas às determinadas acima, desde que não ultrapassem a um período de 5 (cinco) dias.

Faça rotação de estoque. Utilize sempre o produto mais antigo.



# Cascorez 2590



## **CLASSIFICAÇÃO PARA TRANSPORTE:**

O CASCOREZ 2590 não está classificado como líquido inflamável, corrosivo ou agressivo. Não se enquadra como produto perigoso, conforme Dec. 96.044 e NBR 7.502.

## **FOLHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA (FISP):**

A ALBA ADESIVOS dispõe de “FOLHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA” (FISP), para fornecimento, com detalhes de segurança e proteção individual, relativos à sua linha de produtos.

**Alba Adesivos Ind. Com. Ltda**  
**Adesivos Industriais**  
**Laboratório de Assistência Técnica**  
**Tel.: (0XX41) 212-1652**

*Este documento foi transmitido pôr via eletrônica e pôr esta razão não está assinado..*

Emis.: B

Rev.: 7

23/03/2002

**DOC 55 / Rev. 0**

Este Boletim Técnico é apenas informativo não devendo ser usado como especificação, podendo ser alterado a qualquer momento pela Alba sem qualquer consulta prévia.

**As informações e recomendações aqui contidas constituem um serviço aos nossos clientes más não os liberam de suas responsabilidades em pesquisar outras fontes de informação, nem do cumprimento de obrigações legais relativas à segurança da manipulação e ao uso do produto aqui referido.**

Informações adicionais sobre aplicações podem ser solicitadas diretamente ao nosso Departamento Técnico. A Alba não assume qualquer responsabilidade pelo uso inadequado de seus produtos.

## GLOSSÁRIO

Angiospermas: possuem sementes abrigadas no interior de frutos, são do grupo das plantas com flores.

Assexuadamente: forma mais comum de reprodução por propagação. Ocorre principalmente a partir de caules.

Colmo: no bambu, o mesmo que tronco ou caule das árvores.

Desempenar: Tirar o empenamento, aprumar (-se).

Desengrossar: Adelgaçar, fazer (-se) fino, delgado, ou menos denso.

Homogeneizadas: misturadas por igual.

Interdisciplinaridade: interação de duas ou mais disciplinas.

Lignina: substância que forma o lenho das árvores.

Monocotiledôneas: plantas com presença de um cotilédone, raízes fasciculadas, folhas com nervuras paralelas.

Nilismo: descrença ou doutrina absoluta.

Organoclorados: cadeias de carbono contendo cloro com ação cancerígena e de toxidez elevada.

Rizoma: órgão responsável pela propagação de algumas espécies de bambu.

Sargentos e Grampos: ferramentas para prender, fixar peças de madeira ou bambu.