

## **Design para Sustentabilidade: Bambu Laminado e Vidro Reciclado na Produção de Móveis**

*Sustainable Design: Furniture Production in Laminated Bamboo and Recycled Glass*

POLUCHA, Fernanda S.; Graduação em Design de Produto; UFPR  
ferpolucha@yahoo.com

WATANABE, Hanna Lie; Graduação em Design de Produto; UFPR  
hannalie\_w@yahoo.com.br

FERNANDES, Dulce Maria Paiva; Doutora; UFPR  
dulcefernandez@guaradesign.com.br

### **Resumo**

Este artigo aplica os conceitos de sustentabilidade na produção de mobiliário, com base em estudos de vidro refundido e bambu contraplacado. O bambu apresenta um caráter sustentável por sua alta produtividade e baixo gasto de energia na produção, o vidro por ser 100% reciclável e de simples produção. O bambu foi transformado em lâminas utilizando uma técnica de confecção de chapas e o vidro foi confeccionado a partir de sucata de garrafas de bebidas e refundido em moldes. Os materiais apresentam características que confirmam sua qualidade e adequação para utilização na fabricação de móveis através de produtos experimentais executados.

**Palavras Chave:** Design de móveis, Sustentabilidade, Processos de Manufatura

### **Abstract**

*The present article introduces the concept of sustainability to furniture production with refounded glass and counter-plated bamboo. Bamboo presents sustainable characteristics for its high productivity and low production energy expense, and the glass for being highly recyclable and simple production. The bamboo was transformed into plates for the confection of counter-plates; the recycled glass was manufactured from bottle scraps. Both materials present characteristics that confirm the quality and adequacy for their use in furniture manufacturing.*

**Keywords:** Furniture Design, Sustainability, Manufacturing Processes

## Introdução

Este artigo apresenta o processo de fabricação de chapas de bambu laminado colado de (BLC) e vidro reciclado para a produção de móveis. O objetivo foi experimentar e aplicar os resultados de pesquisas existentes relacionadas à utilização de novos processos de fabricação e reciclagem, sem perder a referência dos conceitos de design sustentável.

No Brasil a obtenção do laminado colado de bambu e das chapas de vidro obtidas através da técnica de moagem e refusão encontra-se ainda restrita a pesquisas dentro de Universidades, porém ambos os processos utilizam matérias-primas abundantes e processos simples de execução.

“Sabe-se que o consumismo desenfreado é uma das fontes do esgotamento de recursos naturais, e que o avanço da tecnologia não será capaz de recompor o meio ambiente. É nesse contexto que o design vem sendo percebido crescentemente como um meio fundamental para projetar o uso mais eficiente de recursos através do planejamento do consumo e da eliminação do desperdício. Como as ameaças ambientais advêm do consumo indiscriminado de matérias-primas e do acúmulo de materiais não degradáveis descartados como lixo, então o aperfeiçoamento de sistemas de reciclagem e de reaproveitamento deve se tornar uma prioridade para o design em nível industrial”<sup>1</sup>.

O vidro é um material 100% reciclável, sem perda de volume e propriedades do material, independentemente do número de vezes que ele tenha sido reaproveitado. Essa é a característica mais importante, uma vez que o vidro não é um material biodegradável e a não reciclagem promove o aumento do volume de aterros sanitários.

O bambu é um material que vem sendo estudado e utilizado de diversas maneiras, como estrutura para a construção civil, para confecção de móveis e revestimentos em bambu laminado, como carvão e papel. Isso se deve ao fato de ser um material biológico abundante, que aparece em todas as partes do mundo, especialmente em regiões tropicais e subtropicais.

O projeto se insere no conceito sustentável pelas características dos materiais propostos, pelo baixo custo e pela economia de energia dos processos de produção.

## Materiais e processos

### O bambu

Os bambus são as plantas de mais rápido crescimento na Terra e pertencem ao grupo dos materiais renováveis. Além disso, uma energia muito baixa é necessária para a sua produção. O que diferencia o bambu, de imediato,

de outros materiais vegetais estruturais é sua alta produtividade: dois anos e meio após ter brotado do solo o bambu possui resistência mecânica estrutural, não tendo nesse aspecto nenhum concorrente no reino vegetal. As características do bambu enquanto planta, suas notáveis propriedades como material e sua crescente aplicação no mundo indicam uma gama de utilização com potencial para atender a um desenvolvimento que proporcione maior equidade social, menor custo de produção, melhoria ao meio ambiente, aumento da qualidade de vida, geração de renda na propriedade agrícola e melhor produtividade da terra.

No Brasil a obtenção do laminado colado de bambu encontra-se ainda restrito a pesquisas dentro de Universidades, sendo o primeiro relato de resultados apresentado por CARRASCO et al. (1995) durante o V EBRAMEM (Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas em Madeira). Os autores confeccionaram o laminado colado de bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*, utilizando o mesmo adesivo empregado em madeira laminada colada. Os autores procuraram seguir as mesmas normas adotadas para a madeira.

A confecção do painel de bambu contraplacado segue a mesma metodologia da contraplacagem da madeira, e caracteriza-se pela sobreposição de lâminas de bambu em direção cruzada (as fibras devem formar um ângulo de 90° entre si).

A opção por confeccionar o painel para o desenvolvimento de móveis através do processo de contraplacado deve-se a indicação de ser o mais adequado para a fabricação de tampos de mesas, assentos, encostos e móveis de uso interno em geral. O procedimento para confecção do contraplacado de bambu segue as seguintes etapas<sup>2</sup>:

- Escolha dos colmos de bambu na touceira;
- Corte do colmo;
- Corte em peças menores;
- Corte dos colmos em taliscas com o auxílio de ferramenta desenvolvida;
- Tratamento das taliscas;
- Lavagem das taliscas;
- Secagem das taliscas em temperatura ambiente durante um mês ou em estufa, à temperatura de 72°, durante 72 horas;
- Usinagem das taliscas;
- Limpeza das peças para colagem;
- Preparo do adesivo para a colagem;
- Colocação das taliscas na prensa;
- Tempo de prensagem de acordo com adesivo utilizado.

## O vidro

O vidro não é um material poluente por ser produzido por matérias primas naturais, principalmente areia, e não agride o meio ambiente. No entanto, o vidro não é biodegradável, diminuindo assim, a vida útil de vários aterros sanitários.

No Brasil são produzidas 2130 toneladas de vidro por ano, entre embalagens (31,2%), vidros domésticos (11,5%), técnicos (27,5%) e os vidros planos (29%). Apesar do índice de reciclagem nacional vir aumentando a cada ano, ele ainda é baixo: cerca de 43% do total passa pelo processo de reciclagem, enquanto nos países europeus esse índice se encontra acima de 75%.

Sabe-se hoje que um quilo de vidro usado pode produzir um quilo de vidro novo, tantas vezes que forem necessárias. No processo de reutilização do vidro há economia de matérias primas naturais, de energia - temperatura necessária para o vidro reciclado é mais baixa - e menor geração de poluentes.

Na reciclagem do vidro não há perda de volume e nem de propriedades do material, independentemente do número de vezes que ele é reaproveitado. Por isso se afirma que ele é 100% reciclável.

Os processos existentes para confecção de objetos utilizando o vidro reciclado usam geralmente chapas de vidro, e são muito utilizados em ateliês, por artistas e artesãos. A chamada técnica de *fusing* é o processo de fusão de uma ou mais chapas de vidro, acomodadas sobre um molde, fundidas em média a 800°C. Esta técnica obtém diferentes formatos e muitas variações devido ao uso de chapas de vidro de diferentes espessuras, cores e acabamentos nas peças e até mesmo o uso de pigmentos antes da queima.

Outro processo, muito semelhante ao *fusing*, é o *slumping*, que consiste em curvar uma chapa de vidro dentro do forno, com temperatura controlada até que o seu próprio peso provoque a deformação desejada.

A pesquisa com vidro reciclado realizada por FERNANDES (2002) se diferencia por usar cacos de vidro como matéria prima, e teve como objetivo aplicá-lo como vidrado em produtos cerâmicos. O estudo consiste na sistematização da utilização de sucata de vidro de embalagens de bebidas, visando sua aplicação em produtos cerâmicos, com objetivo decorativo, na produção em pequenas e médias escalas, de natureza artesanal.

A pesquisa desenvolveu uma metodologia para preparação e utilização de vidros reciclados: classificação por procedência, cor, limpeza, método de moagem, classificação granulométrica e aplicação em corpos de prova, temperaturas de queima - bem como registro de todos os passos e resultados. A partir desses resultados, foi verificada a possibilidade de utilizar a mesma metodologia de preparação, classificação e fusão do material sobre outro tipo de suporte (molde), explorando a obtenção de um produto final exclusivamente em vidro<sup>3</sup>.

A partir dessa metodologia foram confeccionadas chapas de vidro, que passaram por um processo de seleção para então serem aplicadas no produto final.

## Procedimentos adotados

### Bambu contraplacado

A construção de chapas de bambu laminado e colado seguiu uma série de etapas que foram descritas na tese de mestrado de RIVERO (2003). O processo de construção das placas de bambu laminado começa com a retirada do bambu do seu local de origem, que deve ser cortado no inverno, época em que se encontra com baixa quantidade de seiva elaborada e os insetos estão em hibernação. O bambu utilizado no trabalho é da espécie *Phyllostachys pubescens*, também conhecido como “moso”.

#### a) Colheita

O primeiro passo foi selecionar os bambus com mais de três anos, idade indicada para colheita, com o auxílio do proprietário da área. No sentido do crescimento o diâmetro do bambu diminui, por esse motivo as varas não foram aproveitadas completamente.

Após a derrubada, as varas foram cortadas em pedaços de 1 metro. O tamanho foi definido pela prensa disponível para compactar as lâminas de bambu. Para a confecção das chapas, o bambu deve ser aberto em taliscas que posteriormente serão planadas e coladas. Para a obtenção das taliscas, pode-se utilizar uma faca estrela (aro metálico com seis facas soldadas na base circular e duas pegas).

Para iniciar a abertura, o centro da faca deve estar alinhado com o centro do diâmetro do bambu. Com o auxílio de um martelo, a faca penetra no bambu. Em seguida, duas pessoas realizam o trabalho de atravessar todo o comprimento do bambu com a faca, dessa forma é possível obter seis taliscas de cada metro de bambu.

Após a abertura do bambu, foram retiradas as sobras internas dos nós, para facilitar o transporte e o plainamento das taliscas, que foram levadas para a secagem em uma estufa. A secagem apresenta as seguintes vantagens:

- evita o ataque de insetos e fungos;
- aumenta a durabilidade em serviço;
- evita contrações e fendas;
- aumenta a resistência mecânica;
- diminui a massa do material a ser transportada;
- prepara a madeira para tratamentos preservativos e outros usos industriais.

A secagem artificial aumenta a durabilidade do bambu e apresenta menos desvantagens que a secagem natural: a demora na secagem, o risco de incêndios e a grande área imobilizada no pátio das empresas.

#### b) Confecção das lâminas

Após a secagem foram retiradas as casca das taliscas as mesmas

foram aplainadas. Para a obtenção de uma chapa uniforme, alguns fatores foram analisados. Essa etapa do processo exige muita precisão, pois a casca e a película interna são impermeáveis, não permitindo assim a penetração do adesivo no bambu, impossibilitando a perfeita aderência das lâminas.

A curvatura é outro fator que prejudica a aderência das lâminas, pois o bambu apresenta um “efeito mola”, ou seja, não se conforma com a prensagem e o adesivo. Após a prensagem, as lâminas que apresentarem alguma curvatura retornarão as suas formas originais.

Além do processo de transformar as taliscas em lâminas com espessura uniforme, deve-se ter o cuidado de alinhar no esquadro as laterais, para um encaixe lateral perfeito, a fim de evitar vãos na chapa a ser formada.

- Confecção das chapas

Para iniciar a montagem da chapa, cada camada foi preparada separadamente. Esse processo tinha por finalidade a seleção das melhores taliscas para permanecerem nas camadas externas e, ao mesmo tempo, escolher as que apresentavam melhor encaixe lateral, para evitar vãos na chapa. A placa foi montada de acordo com o contraplacado, com número ímpar de camadas, no projeto experimental foram montadas cinco camadas, para que o sentido das fibras se alterne, mas externamente seja o mesmo.

A cola utilizada foi a indicada por RIVERO (2003), a resina Uréia-formol (Cascamite 5H - Alba Química Ind. e Comércio Ltda). Essa cola é utilizada para a confecção de laminados de madeira. O material deve ficar na prensa por 24 horas, já que esse é o período de catalização e secagem da cola.

Observou-se que a superfície do bambu apresenta porosidade nula, se for comparada com outras madeiras, por isso houve necessidade de aumentar a quantidade de água na mistura da cola, para que ela pudesse penetrar no bambu e ter maior aderência.

Foi usado o mesmo adesivo, porém com mais água e menos extensor. Na água adicionada à cola foi diluída uma parte de tanino, produto utilizado para a proteção contra o ataque de insetos.

Após a prensagem as chapas de bambu estavam prontas para iniciar a confecção de móveis.

## Chapa de vidro reciclado

O procedimento utilizado na obtenção das chapas de vidro reciclado teve como base as pesquisas realizadas por FERNANDES e ARMELLINI, já citadas anteriormente. Nessas pesquisas desenvolveu-se uma metodologia para preparação e utilização de vidros reciclados: classificação de procedência, cor, limpeza, método de moagem, classificação granulométrica, aplicação em corpos de prova, temperaturas de queima.

O vidro para o projeto foi coletado e selecionado, passando assim,

por um processo de limpeza e retirada de impurezas. Depois de seco, o vidro foi triturado manualmente e selecionado por tamanho do grão. Foram selecionados os vidros de garrafas das cores verde e transparente, por apresentarem maior compatibilidade estética com o bambu. O vidro de tonalidade verde também pode ser proveniente de vidros de automóvel após quebra (o vidro de carro apresenta uma tonalidade esverdeada).

O vidro moído foi depositado em um molde cerâmico para a obtenção da chapa. Esse molde foi confeccionado com cerâmica líquida (barbotina) modelado por enchimento. Depois de seco, foi aplicada uma camada de caulim dissolvido em água, a fim de se isolar o molde cerâmico, tendo em vista que o vidro funde-se com a cerâmica quando em contato direto<sup>4</sup>. O vidro moído foi levado ao forno para ser fundido a uma temperatura de 1000°C. A chapa de vidro fundido foi retirada do molde facilmente, precisando apenas de acabamento para retirada do caulim que adere à placa de vidro, realizada por fricção mecânica e aplicação de fina camada de silicone.

## Resultados

Como demonstração das possibilidades de uso destes materiais foram desenvolvidas mesas que apresentaram bom resultado estético e técnico. A chapa de bambu laminado apresenta-se como um material resistente, porém fácil de ser trabalhado com maquinário de marcenaria. Recebe bem os diversos acessórios de fixação (cavilhas, parafusos, dobradiças), porém desgasta, mais do que as madeiras tradicionais, as lâminas e lixas das máquinas, devido à presença de sílica na composição do bambu.

O vidro apresentou uma boa característica estética, diferente das chapas de vidro convencionais, a placa de vidro 100% reciclado apresenta maior opacidade, mas não deixa de ser translúcida, podendo ser aplicada em diversos produtos, como luminárias, tampos de mesas, entre outros.

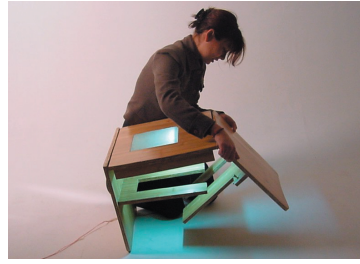
As mesas desenvolvidas possibilitam a interação com o usuário através da transformação de mesa lateral em mesa de centro, aliada à função de luminária. Quando utilizadas como mesa lateral, possuem uma prateleira para guardar objetos; aberta possibilita uma maior área de uso, ideal para receber e servir convidados. Essas transformações são feitas, no caso de um dos modelos aqui apresentado, através da articulação dos pés da mesa lateral que se transformam em tampo da mesa de centro; a prateleira da mesa lateral transforma-se em pés da mesa de centro, devido ao seu desenho, que permite que uma peça se encaixe na outra.

O vidro é encaixado no rebaixo do tampo da mesa.

Seqüência de montagem:



mesa lateral - fechada



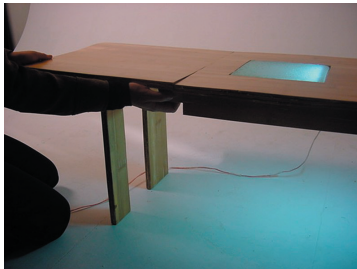
abre-se um dos pés



apóia-se o pé



apóia-se o pé



abre-se as travas superiores



mesa de centro - aberta

## Conclusão

Os materiais apresentam um bom resultado, tanto estético quanto estrutural, porém é necessário o prosseguimento das pesquisas para facilitar produção em escala comercial. Com relação ao bambu, é preciso buscar maiores informações sobre o maquinário produzido em outros países para a confecção das lâminas, ou a adaptação do maquinário existente no Brasil. Outro estudo a ser desenvolvido refere-se a superfície do bambu, que por apresentar porosidade quase nula, se for comparada com outras madeiras, a cola não penetra no material, dificultando sua aderência.

Com relação a produção das placas de vidro, o molde de cerâmica apresenta bons resultados quando isolados com caulim: o vidro fundido não adere ao molde. Porém é necessária a continuação das pesquisas com aplicação de outros isolantes para o molde cerâmico, pois, apesar o caulim deixa resíduos na placa de vidro, demandando procedimentos de limpeza da placa. Somente após essa investigação mais aprofundada será possível definir questões como custo e produção industrial ou semi-industrial.

Esse artigo procurou mostrar a real possibilidade de produzir produtos sustentáveis e incentivar novas pesquisas. O estudo buscou

seguir conceitos de design sustentável e não valorizar apenas os materiais utilizados, mas os custos de produção e energéticos envolvidos, e, principalmente, desenvolver produtos sustentáveis com uma linguagem adequada aos desejos e necessidades dos consumidores.

---

<sup>1</sup> DENIS, Rafael Cardoso. Uma introdução  história do design. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda. 2000.

<sup>2</sup> RIVERO, Lourdes Abbade. Laminado colado e contraplacado de bambu. Tese de mestrado. Campinas: UNICAMP, 2003.

<sup>3</sup> FERNANDES, Dulce & ARMELLINI, Carolina. Desenvolvimento de novas técnicas para utilização de sucata de vidro visando a produção de novos produtos. São Paulo, Anais 6 P&D, 2004

<sup>4</sup> FERNANDES, Dulce. Vidro reciclado aplicado como vidro a produtos cerâmicos. Curitiba:UFPR, Relatório de pesquisa, 2002.

## Referências

FERNANDES, Dulce. **Vidro reciclado aplicado como vidro a produtos cerâmicos**. Curitiba:UFPR, Relatório de pesquisa, 2002.

FERNANDES, Dulce & ARMELLINI, Carolina. **Desenvolvimento de novas técnicas para utilização de sucata de vidro visando a produção de novos produtos**. São Paulo, Anais 6 P&D, 2004

DENIS, Rafael Cardoso. **Uma introdução  história do design**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda. 2000.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. São Paulo: Edusp, 2002.

RIVERO, Lourdes Abbade. **Laminado colado e contraplacado de bambu**. Tese de mestrado. Campinas: UNICAMP, 2003.

ABIVIDRO. Disponível em <<http://www.abividro.com.br>> acesso em 20 de maio de 2004.

BAMBU BRASILEIRO. Disponível em <<http://bambubrasileiro.com.br>> acesso em 15 de maio de 2004.