

USO SUSTENTÁVEL DE BAMBU EM DESIGN ESTUDO DE CASO DE PROTÓTIPOS DE SOUSPLAT COM USO DE RESÍDUO DE BAMBU

SUSTAINABLE USE OF BAMBOO IN DESIGN CASE SOUSPLAT PROTOTYPES STUDY WITH USE OF BAMBOO RESIDUE

Ana, L., Alves

Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho"/UNESP
Bauru, São Paulo, Brasil
nalaudesign@gmail.com

Giulliana, C., Ferrero

Universidad Nacional de
Córdoba/UNC
Córdoba, Córdoba, Argentina
giullianaferrero@gmail.com

Gabriel, F., dos Santos

Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho"/UNESP
Bauru, São Paulo, Brasil
gabrielfernandes.cereja@gmail.com

Ivaldo, D., Valarelli

Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho"/UNESP
Bauru, São Paulo, Brasil
ivaldo@feb.unesp.br

Tomas, Q. F., Barata

Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho"/UNESP
Bauru, São Paulo, Brasil
barata@faac.unesp.br

RESUMO

Estudos científicos afloram em diversas áreas do conhecimento na busca de soluções sustentáveis para os processos produtivos convencionais, considerando a análise do ciclo de vida dos produtos. O bambu pode ser considerado uma real fonte sustentável, pois integra os três pilares da sustentabilidade: ambiental, social e econômico. Essa matéria-prima é tida como uma das maiores fontes renováveis de biomassa, sendo um substituto para a madeira. O objetivo deste estudo foi elaborar o projeto e realizar a produção do protótipo físico de um utensílio de cozinha, o sousplat, atendendo a demanda por produtos (mais) sustentáveis e a necessidade de novos produtos com design agregado para a Associação Agroecológica Viverde, do Assentamento do Horto Aimorés, de Bauru, SP. Os processos metodológicos se deram a partir da definição do produto a ser desenvolvido, em seguida houve uma revisão bibliográfica a respeito do bambu e sua aplicabilidade e os temas que cercam este assunto, desde aspectos relacionados a sustentabilidade de materiais até ciclo de vida dos produtos produzidos a partir de bambu e seus resíduos. O processo de desenvolvimento do projeto conceitual do sousplat teve início na análise de produtos similares e os materiais aplicados a esses, como também se deu analisando a estrutura do bambu. Observando

suas características morfológicas estruturais, sua formação e seu arranjo celular, estabeleceu-se uma correlação entre o formato destas células e do sousplat convencional, ao mesmo tempo em que definiu-se o emprego de chapas de resíduo de bambu (aglomerado de bambu) e anéis obtidos a partir de colmos residuais de bambu *in natura* como a matéria-prima ideal. Obtidos os protótipos e entregue à Viverde juntamente com os projetos, o trabalho científico atingiu uma conquista adicional com o emprego de anéis de colmos residuais de bambu *in natura* e resíduos para a produção do sousplat, reafirmando a Associação Viverde no contexto da sustentabilidade, uma tendência mundial e inovadora. A reutilização do bambu, na forma de resíduos, atenua e pode solucionar o problema de acúmulo de resíduo, no galpão da Associação Viverde, decorrente da produção de outros objetos a base de bambu.

PALAVRAS-CHAVES: Design Sustentabilidade, Inovação, Bambu.

ABSTRACT

Scientific studies emerge in various areas of knowledge in the search for sustainable solutions to the conventional production processes, considering the analysis of the products life cycle. Bamboo can be considered a real sustainable source because it integrates the three pillars of

sustainability: environmental, social and economic. This raw material is regarded as one of the largest renewable biomass, as a substitute for wood. The aim of this study was to develop a project and carry out production of the physical prototype of a kitchen utensil, the Sousplat, meeting the demand for products (more) sustainable and the need for new products with added design for Viverde Agroecological Association of Settlement Aimorés Garden, Bauru, SP. The methodological processes made themselves from product definition to be developed, then there was a literature review about the bamboo and its applicability and issues surrounding this subject, since aspects related to sustainability materials to life cycle of products produced from bamboo and its waste. The development process of the concept of Sousplat project began in the analysis of similar products and materials applied to these, as has also analyzing the structure of bamboo. Observing their structural morphological characteristics, their training and their cell arrangement, established a correlation between the shape of these cells and conventional Sousplat, while you set up the use of bamboo residue boards (bamboo cluster) and rings obtained from waste bamboo culms in nature as the ideal raw material. Obtained prototypes and delivered to Viverde along with the projects, scientific work reached an additional achievement with the use of residual stalks of bamboo rings fresh and waste for the production of Sousplat, reaffirming Viverde Association in the context of sustainability, a trend global and innovative. Re-use of bamboo in the form of waste, attenuates and can solve the problem of waste accumulation, in the shed of Viverde Association, resulting from the production of other objects bamboo base.

KEYWORDS: Design, Sustainability Innovation, Bamboo.

INTRODUÇÃO

O bambu pode ser considerado uma real fonte sustentável de matéria-prima, uma vez que integra os três pilares da sustentabilidade: ambiental, social e econômico. A maior diversidade de bambus das Américas encontra-se em território brasileiro, que corresponde a aproximadamente 20% das espécies existentes, ou seja, uma das maiores reservas naturais de bambu do mundo. Entretanto, a cadeia produtiva do bambu, no Brasil, encontra-se em fase inicial,

com poucos processos industriais empregando a matéria-prima [1].

Dentre as possibilidades de aplicação do bambu processado, o bambu laminado colado (BLaC) é o que apresenta maior potencial, em função da sua solidez e versatilidade. O BLaC pode ser comparado com produtos obtidos a partir de madeira, como por exemplo, vigas, treliças, laminados colados e folheados. Para a obtenção do BLaC são usadas diversas camadas de lâminas de bambu, coladas de forma que as fibras fiquem dispostas paralelamente ou direcionadas no mesmo sentido formando a placa, BLaC curvo [1,2].

O processo de produção das placas de BLaC gera um grande volume de aparas, sobras, serragens e resíduos, que corresponde a aproximadamente 40% de toda a massa vegetal da matéria-prima processada. Alguns pesquisadores buscam soluções para o aproveitamento do resíduo de bambu resultante da produção das lâminas para as placas de BLaC, além de outros processos. O resíduo pode ser recolhido através de um sistema de exaustão, prensado juntamente com cola, resultando no aglomerado de resíduo de bambu [3-4-5-6-7]. Kravchenko [6], pesquisando o uso de resíduo de bambu, para o desenvolvimento de chapas recompostas, sugeriu a possibilidade de uso do material em algumas áreas da construção civil e em embalagens, artigos de mobiliário e decoração. Em 2014, Valarelli [7], utilizando os resíduos de bambu para a produção de chapas aglomeradas de partículas, avaliou as propriedades físicas e mecânicas do aglomerado e concluiu que, estas ficam abaixo dos requisitos estabelecidos pela NBR 14810, para o material testado. Entretanto, o aglomerado foi considerado como matéria-prima indicada para forros, divisórias e outros, embora não recomendado para fins estruturais.

Dentre as vantagens das chapas de aglomerado de restos de bambu, está a proteção do meio ambiente, quando o bambu é usado como matéria prima em substituição a madeira sólida; a redução no volume de resíduos destinados a aterros sanitários; o fato de agregar valor ao produto final e, também, a possibilidade de disponibilizar um novo material competitivo no mercado e em sintonia com a sustentabilidade [6].

"Portanto, o desenvolvimento sustentável implica em conciliar elementos de racionalidade econômica, de conservação dos recursos naturais e de equidade social. São estas três esferas,

econômica, ambiental e social que, entrelaçadas e interdependentes, poderão gerar a sustentabilidade. [...] O desenvolvimento de novos produtos pressupõe um processo de concepção que considere os custos unitários, a manutenção, o valor acrescentado e a qualidade global reconhecida por consumidores e utilizadores, e que ainda incorpore o conceito de ciclo de vida com a análise de todas as etapas de produção, desde a escolha da matéria-prima, os processos de transformação do material, suas formas de uso, fim da vida útil, até seu descarte e/ou reciclagem.” [8]

Neste contexto, Papanek [9], designer finlandês, foi precursor no conceito de que a concepção de um objeto abrange não apenas a sua produção e o seu uso, mas todo o seu ciclo de vida. Um produto concebido circula minimamente por seis fases que oferecem riscos em termos ecológicos: a escolha dos materiais, o processo de fabricação, a embalagem, o transporte, o uso e o descarte. Estabelece uma estreita relação entre Design e ecologia, na qual durante um projeto são criadas algumas complexidades ambientais inesperadas. Tais conceitos posteriormente foram revistos e apresentados sob o conceito de Ciclo do Produto por Ezio Manzini e Carlo Vezzoli [10].

Estudos científicos nas diversas áreas do conhecimento buscam soluções sustentáveis para os atuais processos produtivos e ciclo de vida dos produtos. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi o de desenvolver os projetos e protótipos de sousplat, usando como matéria-prima chapas de aglomerado de resíduo de bambu e anéis obtidos a partir de colmos residuais de bambu *in natura*, para a Associação Agroecológica Viverde, do Assentamento Horto Aimorés, Bauru/SP.

Materiais e Métodos

A elaboração dos projetos de sousplat e a produção dos protótipos, fez parte dos requisitos para conclusão da disciplina Design e Sustentabilidade, oferecida junto ao curso de graduação de Design da Unesp-Campus/Bauru. A estrutura metodológica adotada para a concepção do projeto se subdividiu nas seguintes etapas: (Figura 1).

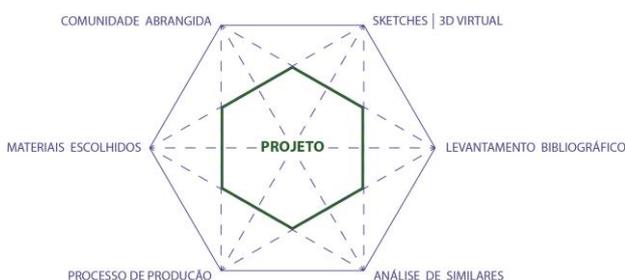


Figura 1: esquema gráfico do ciclo do desenvolvimento de um projeto envolvendo sustentabilidade e Design Participativo.

Fonte: Autor.

visita técnica a comunidade; levantamento bibliográfico; análise de produtos similares; estudo de materiais e processos de produção viáveis; elaboração de sketches e modelagem virtual 3D do produto criado. Estas etapas são interligadas e articuladas de forma não circular, se retroalimentam, tendo retorno ao longo de todo o processo de desenvolvimento do projeto.

A primeira etapa para a concepção do projeto, a realização das visitas técnicas às duas associações da cidade de Bauru/SP, se deu com o objetivo de verificar, por meio de questionário (ANEXO A) e registro fotográfico, os métodos de produção dos produtos das associações, a capacidade de produção, as características da mão de obra, o maquinário disponível, assim como, detectar possibilidades de projetos. Após a análise do material informativo coletado, o briefing do projeto estava definido: desenvolver um produto com diretrizes sustentáveis e empregando o bambu como matéria-prima, uma vez que, esse é o principal material utilizado pela Associação Agroecológica Viverde, do Assentamento Horto Aimorés.

A partir da definição do produto a ser desenvolvido, um sousplat, foi realizada uma revisão bibliográfica em livros, dissertações e artigos, a respeito do bambu e da sua aplicabilidade, da sustentabilidade e do ciclo de vida dos produtos produzidos a partir de deste e seus resíduos. Posteriormente, houve um estudo crítico de produtos similares, analisando o material empregado, o modo de produção, o impacto ambiental, o design e a inovação, por exemplo.

A concepção formal e o conceito estético do projeto do sousplat resultou da análise da estrutura do bambu, observando suas características morfológicas estruturais, sua formação e seu arranjo celular. A etapa de geração de alternativas para o projeto teve início através de sketches manual e digital, os quais foram base para a criação de um modelo virtual 3D do sousplat no software paramétrico Solid Edge, como também de rendering e desenho técnico.

A matéria-prima utilizada na produção dos protótipos foram os anéis residuais de bambu *in natura* e as chapas de aglomerado de resíduo de bambu, trabalho este realizado em parceria com

dois laboratórios da Unesp/Campus Bauru, o Laboratório Didático de Materiais e Protótipos (LDMP) da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC), e o Laboratório de Oficina Mecânica (LOM) da Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB).

O processo de obtenção dos anéis de bambu *in natura* teve início com a coleta de colmos residuais de bambu, no Laboratório de Oficina Mecânica – FEB, Unesp – Campus Bauru. Foram selecionados colmos a partir do diâmetro e do estado de conservação para, na sequência, iniciar a serragem dos mesmos e, assim, obter os anéis. Para a produção das chapas, o resíduo estava armazenado no mesmo laboratório e foi separado em função da granulometria.

Para o protótipo do sousplat de anéis foram usados:

1. Matéria-prima: colmos residuais de bambu com diâmetros variados (entre 1,5cm e 17,5cm) e resíduos de bambu com granulagens diferentes;
2. Componentes: cola branca, resina de mamona bicomponente;
3. Material: régua 30 cm, fio de arame galvanizado de 0,89mm de diâmetro, lápis de carpinteiro, giz, placa de madeira com dimensão 28x47cm, lixas com granulagem 80, 150, 220 e 400, folha abrasiva, palito de madeira, copo descartável (plástico), broca 1mm de diâmetro;
4. Equipamentos dos Laboratórios de Oficina Mecânica (LOM) e Didático de Materiais e Protótipos (LDMP): lixadeira circular (Baldan LDB-6 600 mm), serra de fita trifásica (Baldan SFC-3 600 mm, potência: 2,0cv), mesa de marceneiro, lixadeira manual elétrica (Makita B04557), mini-retífica, furadeira de bancada bifásica (Ferrari, potência: 220v), lixadeira de fita (Baldan LFH-2 530c160mm, potência: 1CV), serra, 2 peneiras de malhas diferentes, limas, alicate bico redondo, alicate bico achatado, sargento nº 2 e 6, EPI (protetores auriculares, óculos de segurança, luva descartável e máscara).

Para o protótipo do sousplat de chapas de aglomerados de resíduo foram usados:

1. Matéria-prima: resíduo de bambu com granulagens diferentes;
2. Componente: resina de mamona bicomponente;
3. Material: régua 30 cm, fio de arame galvanizado de 0,89mm de diâmetro, lápis de carpinteiro, giz, placa de madeira com

dimensão 28x47cm, gabarito do sousplat (impressão do desenho técnico em escala 1:1), folha de alumínio com 45cm de largura, copo descartável, espátula de aço e lixas com granulagem 80, 150, 220 e 400;

4. Equipamentos do Laboratório de Oficina Mecânica (LOM) e Laboratório Didático de Materiais e Protótipos (LDMP): bacias, 2 peneiras de malhas diferentes, balança, detector de umidade, caixa de madeira (40x40cm), compactador de madeira, pratos da prensa, limitador metálico com 12,7mm de espessura, lixadeira de fita (Baldan LFH-2 530c160mm, potência: 1CV), cerra circular, EPI (óculos de segurança, luva descartável e máscara).

Análise e Discussão de Resultados

Com as visitas técnicas às duas associações da cidade de Bauru/SP, dentre elas a Associação Agroecológica Viverde, do Assentamento Horto Aimorés, por meio de questionário e registro fotográfico, foi possível constatar os métodos de produção dos produtos da associação, a capacidade de produção, as características da mão de obra, o maquinário disponível, assim como, detectar a possibilidade do desenvolvimento de projetos para a Associação Agroecológica Viverde. Verificou-se também que a Associação detem conhecimento técnico a respeito do cultivo e manuseio do bambu, além de possuir uma linha de produção de objetos (colheres, luminárias, brinquedos, estrado de cama, dentre outros), de móveis e de componentes construtivos de bambu.

O assentamento possui um galpão equipado para o beneficiamento do bambu com maquinário automático como: lixadeira, furadeira de bancada, serra circular esquadrejadeira e a estufa, além de outros (martelos, lixas, formão, pirógrafo, arco de serra, grampo com furadeiras e parafusadeiras), o que possibilita a produção de diversos produtos com qualidade (Figura 2).



Figura 2: Galpão do Assentamento Horto Aimorés/Bauru-SP. Fonte: Guilherme Colozio.

No presente estudo, o projeto do sousplat foi criado estabelecendo como matéria-prima os anéis de bambu *in natura* residuais e as chapas de aglomerado de resíduo de bambu. O sousplat ("prato de baixo", do francês) é um tipo de prato maior, com cerca de 30 cm de diâmetro, cuja finalidade é servir de base para os pratos durante as refeições. Surgiu em meados do século XIX, tendo como principais funções a decoração da mesa, evitar que os pratos deslizassem sobre a mesma e que a comida respingasse sobre a toalha.

Foi feita uma análise crítica de produtos similares a respeito do material empregado, modo de produção, impacto ambiental, design e inovação (Figura 3). O sousplat pode ser de fibras vegetais, madeira, metal, vidro, dentre outros materiais, como por exemplo, o bambu *in natura* e chapa de aglomerado de resíduo de bambu, matérias-primas empregadas neste estudo.



Figura 3: Análise de produtos similares escolhidos para o desenvolvimento do projeto, dentre eles sousplat, apoios de copo e louça. Fonte: <http://www.pinterest.com>

O desenvolvimento do projeto conceitual do sousplat decorreu de uma ferramenta de apoio ao Design, o biomimetismo. Segundo Costa e Fernandes [11], a morfologia e as estruturas biológicas, a natureza é adotada como referência na busca de uma solução criativa para desafios inovadores. Nesta mesma linha, Parra [12], observou duas formas de aproximações à inspiração na natureza, sendo uma de caráter mais estrutural e funcional e outra formal. Maia e Dias [13], acrescentaram que têm sido os vetores formais e técnicos, as linhas de força de aplicação da inspiração biológica na cultura projetual no Design. Steigleder et al. [14], a

partir da análise e interpretação da morfologia *Salvinia Molesta*, desenvolveram produtos conceituais – brincos e colares.

A concepção formal e o conceito estético do projeto do sousplat resultou da análise da estrutura celular do bambu presente nos estudos de Ghavami e Marino [15] e Hidalgo Lopez [2], observando suas características morfológicas estruturais, sua formação e seu arranjo celular (Figuras 4 e 5).

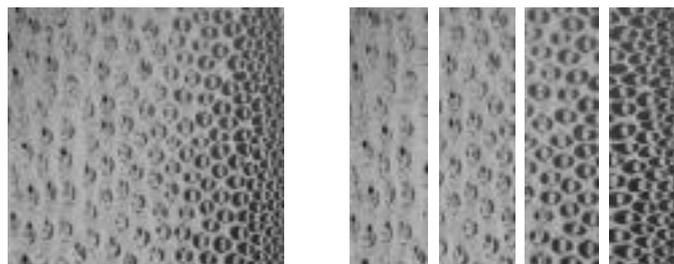


Figura 4: Seccionamento da imagem do bambu *Guadua angustifolia*. Fonte: [15].

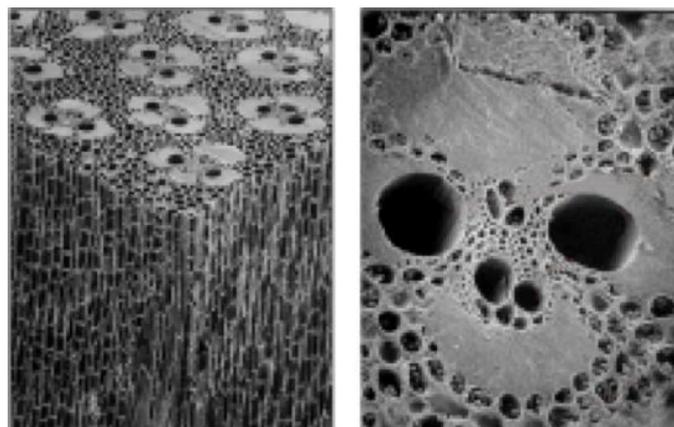


Figura 5: Detalhe dos conjuntos vasculares do bambu. Fonte: [2,15]. Editada pelo autor.

A etapa de criação de possíveis alternativas para o projeto do sousplat se deu através de sketches manual e digital (Figuras 6 e 7), os quais foram base para a criação de um modelo virtual 3D do produto no software paramétrico Solid Edge, como também de rendering e desenho técnico (Figuras 8, 9 e 10). A forma conceitual do sousplat representada nas Figuras 8, 9 e 10 tem como propósito a multifuncionalidade de uma mesma peça, ou seja, seus encaixes permitem o uso do mesmo produto em situações diversas e concomitantes, quando desmontado. Por exemplo: os modelos 1 e 3 (Figura 8) possibilitam o uso simultâneo como sousplat, apoio para copo ou panela.



Figuras 6 e 7: Sketches manual e digital. Fonte: Autor.

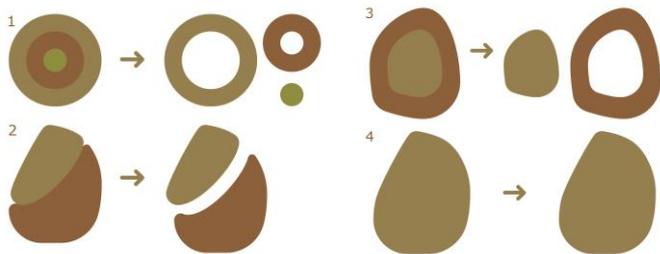
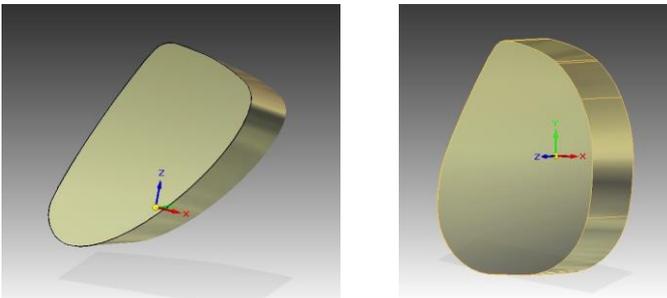


Figura 8: Vista superior dos modelos de sousplat 1, 2, 3 e 4 em cores ilustrativas (chapa de aglomerado de resíduo de bambu). Sousplat nº 1, 2 e 3 apresentam encaixes e o nº 4 é uma peça única. Fonte: Autor.



Figuras 9 e 10: Rendering no software paramétrico Solid Edge dos modelos 2 (parte menor) e 4, das Figura 8. Fonte: Autor.

Os protótipos foram produzidos, como mencionado anteriormente, em parceria com dois laboratórios da Unesp/Campus Bauru, o Laboratório Didático de Materiais e Protótipos (LDMP) da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC), e o Laboratório de Oficina Mecânica (LOM) da Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB).

Para obter os anéis de bambu *in natura*, os colmos residuais de bambu foram coletados no Laboratório de Oficina Mecânica – FEB, Unesp – Campus Bauru. Os critérios adotados para a seleção dos colmos foi o diâmetro (entre 1,5cm e 17,5cm) e o estado de conservação (presença de trincas, fissuras, fungo, brocas e a taxa de umidade), para em seguida iniciar a serragem

dos mesmos. A espessura estabelecida para os anéis foi de 1,8cm.

Na sequência realizou-se a limpeza dos anéis com folha abrasiva, para depois serem lixados manualmente (lixas de granulação variando entre 80 e 400) até alcançar uma superfície lisa, uniforme e livre de fungos, além de outros tipos de matérias aderidas à superfícies externa e interna do anel. Durante o período de secagem alguns anéis apresentaram trincas (previstas), o que não impediu o aproveitamento dos mesmos no projeto com adaptações durante o estudo de arranjos de forma para o sousplat. O bambu com umidade elevada apresenta trincas mais facilmente durante a secagem, por isso, foi feita a avaliação da umidade dos colmos selecionados antes da limpeza dos mesmos (Figuras 11, 12, 13).



Figura 11: Verificação da umidade do colmo de bambu *in natura*; serragem dos colmos na serra de fita trifásica; limpeza dos anéis. Fonte: Autor.



Figura 12: Limpeza dos anéis com a folha abrasiva nas partes externa e interna. Fonte: Autor.



Figura 13: Estudo de possíveis arranjos dos anéis para o sousplat. Fonte: Autor.

Os anéis dos colmos residuais de bambu *in natura*, de maior diâmetro (3 ou 4 anéis), foram furados (furadeira de bancada bifásica com broca de 1mm de diâmetro) obedecendo o posicionamento estabelecido no arranjo final, para em seguida serem estabilizados com fio de arame galvanizado (0,89mm), com a finalidade de aumentar a resistência do produto, durabilidade e evitar o desprendimento dos anéis (Figura 14). Esses fixados apenas com cola branca poderiam se soltar. Como é possível observar na Figura 15, os anéis de diferentes diâmetros foram dispostos formando uma composição e em seguida, os espaços remanescentes foram preenchidos com um composto de cola branca e resíduos (secos) de bambu na proporção de 1:3, respectivamente. A mistura deve ser homogeneizada, usando palitos de madeira e/ou espátula de aço.



Figura 14: Fixação dos anéis de maior diâmetro com fio de arame galvanizado; processo de separação dos resíduos por meio de peneiras; composto de cola branca e resíduo (1:3). Fonte: Autor.



Figura 15: Preenchimento dos anéis com o composto de cola branca e resíduo de bambu. Fonte: Autor.

Os resíduos coletados no Laboratório de Oficina Mecânica – FEB, Unesp – Campus Bauru, foram gerados a partir da fabricação de componentes e produtos de bambu e classificados em faixas de granulometria por meio do uso de duas peneiras de malhas diferentes. A princípio, utilizou-se resíduos de maior granulometria no preenchimento. Após a secagem inicial, detectou-se a necessidade de preencher espaços pequenos e para isso, um novo composto de resíduo, de menor granulometria, e cola branca foi aplicado no sousplat (Figura 16).

A resina de mamona bicomponente, na proporção de 2:1 (isocianato:poliól), foi uma

outra possibilidade de preenchimento dos anéis, testada. Devido à finalidade (preenchimento dos e entre os anéis), a resina teve a proporção inversa à aplicada na composição da chapa de aglomerado de resíduo de bambu. Esta resina é um aglomerante biodegradável, 75% natural. Essa propriedade foi determinante na sua escolha para compor o sousplat, produto idealizado para um projeto com princípios e conceitos de sustentabilidade.



Figura 16: Preenchimento final com resíduo fino. Fonte: Autor.

O preenchimento dos anéis faz parte de alguns aspectos relevantes a serem discutidos, com relação a esta etapa do processo de produção do sousplat a partir de anéis de colmos residuais de bambu *in natura*. O primeiro aspecto importante é a escolha da adequada granulometria do resíduo em função dos espaços a serem preenchidos (espaço grande - resíduo grande). Em segundo plano, durante a etapa de preenchimento, deve-se ter o cuidado de colocar pequenas porções do composto cola-resíduo, compactando de forma a evitar que fiquem espaços vazios. Dessa maneira, previne-se o surgimento de "bolhas" ao longo do processo de acabamento (polimento).

Uma alternativa para o trabalho de preenchimento dos anéis, de pequeno diâmetro, é que seja feito em uma etapa anterior. Posteriormente, os anéis já preenchidos, podem ser arranjados dentro daqueles de maior diâmetro e em seguida, finalizar a colocação do composto (resíduo-cola) no sousplat como um todo. Estes são aspectos que interferem na qualidade e acabamento final do produto, portanto devem ser observados.

No presente projeto, optou-se por fazer a estabilização dos anéis de maior diâmetro por meio do fio de aço galvanizado, no entanto, há outras possibilidades, como por exemplo, o emprego de cavilhas (ainda não testado).

No acabamento final do produto, o sousplat de anéis de bambu *in natura*, empregou-se lixadeira de fita e lixadeira manual até obter uma

superfície lisa e uniforme. A finalização pode ser feita com a aplicação de uma fina camada de resina de mamona (2:1), cera de carnaúba ou ainda, verniz biodegradável (Figuras 17 e 18).



Figura 17: Sousplat de anéis de colmos de bambu in natura finalizado. Preenchimento com resíduo. Fonte: Autor.



Figura 18: Sousplat de anéis bambu in natura finalizado. Preenchimento com resina. Fonte: Autor.

Além do sousplat de anéis bambu, outra alternativa de matéria-prima foi a chapa de aglomerado de resíduo de bambu. O resíduo de bambu pode ser obtido de duas formas, a partir de bambu colhido especificamente para este fim e, em seguida, processado no picotador ou através da coleta de resíduo gerado durante a fabricação de componentes e ou produtos com bambu. Em ambos os casos, os resíduos devem ser peneirados e classificados de acordo com a granulometria.

O resíduo de bambu pode ser colorido antes da prensagem, com pigmentos naturais como o urucum, repolho, beterraba, urina de vaca, chá preto, dentre outros.

O processo de obtenção das chapas de aglomerado seguiu o protocolo estabelecido por Valarelli [4]. Inicialmente fez-se a coleta do resíduo de bambu (colhido/tratado/seco) armazenado no Laboratório de Oficina Mecânica (LOM). Em seguida o resíduo foi peneirado para a classificação das partículas em duas faixas de granulometria. Na primeira faixa foram separadas as partículas que passaram pela malha de tamanho 1.2mm (finas) e a segunda, pela malha de 4.0mm (grossas).

Em seguida as partículas de bambu foram pesadas (peso total 1,100 Kg): 880g de partículas grossas e 220g de finas, para cada chapa de aglomerado. As chapas de aglomerado foram produzidas com 90% do peso em partículas (80% do peso em partículas grossas e 20% em partículas finas) e 10% em resina de mamona. O peso total de partículas de resíduo de bambu, usado em cada chapa foi de 1,1Kg., com a finalidade de obter chapas de média densidade, de acordo com Valarelli [4].

Depois de pesadas, as partículas foram colocadas em uma bacia e misturadas entre si e em seguida ao adesivo, dispensado em pequenas quantidades e na forma de fio, para evitar a concentração deste em uma parte do resíduo e a consequente formação de "bolas". O composto foi misturado manualmente, durante 5 min., para a homogeneização. O adesivo à base de mamona (poliól) e isocianato (pré-polímero) foi preparado na proporção 1:2. (Figura 19).



Figura 19: Pesagem dos resíduos e dosagem da resina; mistura da resina com resíduos. Fonte: Autor.

Posteriormente o composto foi depositado em uma caixa de madeira (40x40cm), previamente isolada com papel alumínio, distribuído e compactado manualmente com um compactador de madeira. Esse processo é denominado de pré-prensagem e tem por objetivo conferir estabilidade à "chapa", denominada colchão, nesta etapa (Figura 20). A caixa de madeira deve

ser isolada com papel alumínio para evitar a aderência do colchão de resíduo à caixa [16].



Figura 20: Processo de obtenção do colchão de partículas de resíduo de bambu. Fonte: Autor.

O colchão foi retirado da caixa formadora e levado para os pratos da prensa, onde lentamente foi prensado até que os pratos tocassem no limitador metálico, com 12,7mm de espessura. Durante 10min., com pressão específica de aproximadamente 4,0 Mpa e temperatura de 130°C, a chapa foi mantida na prensa. Em seguida a chapa foi retirada da prensa e colocada em local com temperatura ambiente, onde permaneceu durante o resfriamento gradual e natural. Para alcançar o completo processo de cura da resina, a chapa foi mantida nesta condição durante 72 horas. Foram produzidas cinco chapas diferentes, conforme a granulometria e variação da porcentagem dos diferentes resíduos utilizados na mistura (Figura 21).



Figura 21: Chapas de aglomerado de resíduo de bambu. Fonte: Autor.

As condições de prensagem (temperatura, pressão e tempo de prensagem) a que foi submetido o colchão define as propriedades finais da chapa de aglomerado, portanto, são de fundamental importância. No ciclo de prensagem, ocorre a consolidação do material [4].

As chapas secas foram esquadrejadas na medida 32x38cm visando obter a área adequada para o produto. Nesta etapa, os desenhos técnicos foram impressos antecipadamente na escala 1:1, recortados e usados como moldes, e assim, riscados sobre aquelas. Depois de riscadas, as chapas foram cortadas com serra de fita, entretanto, outros equipamentos tem a mesma função (faca de corte (prensa), mini-retífica) (Figura 22 e 23).

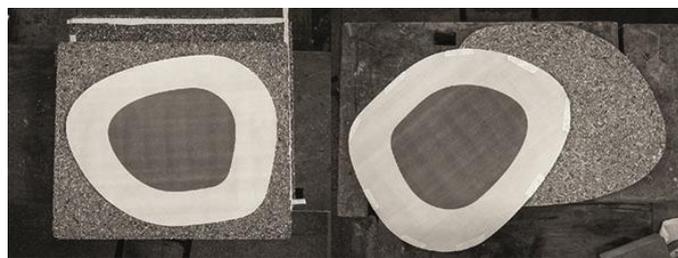


Figura 22: Exemplo de chapa de aglomerado com o gabarito. Protótipo 3. Fonte: Autor.



Figura 23: Exemplo de chapa de aglomerado com o gabarito. Protótipo 1 e 2. Fonte: Autor.

Para o acabamento final usou-se a lixadeira manual até produzir uma superfície uniforme e lisa. A textura própria da chapa pode ser mantida como opção de acabamento. O sousplat pode ser impermeabilizado aplicando verniz biodegradável, cera de carnaúba ou uma fina camada de resina de mamona na proporção 2:1 (Figuras 24 e 25).

Os sousplats criados a partir dos anéis de bambu *in natura* e das chapas de aglomerado de resíduo de bambu, preenchem as necessidades de resistência, absorção de água de um objeto usado durante as refeições, dentre outras exigidas para esta categoria de produto. Além disso, agrega valor ao sousplat, uma vez que foi obtido a partir do aproveitamento de resíduos de bambu, ou seja, matéria-prima sustentável

obtida a partir de resíduos gerados na produção de outros produtos fabricados com bambu.



Figura 24: Sospplat de aglomerado de resíduo de bambu. Fonte: Autor.



Figura 25: Sospplat de aglomerado de resíduo de bambu. Fonte: Autor.

Vale ressaltar que a reutilização do bambu na forma de resíduos atenua e pode até solucionar o problema de acúmulo de resíduo no galpão da Associação Agroecológica Viverde. Tanto os anéis de colmos residuais de bambu, quanto as chapas de resíduo são matéria-prima rica esteticamente e com diversas possibilidades de uso. O resíduo que seria descartado, nos dois casos, foi empregado em um novo produto gerador de renda (Figura 26).



Figura 26: Protótipos de sousplat entregues à Associação Agroecológica Viverde. Fonte: Autor.

Conclusão

Obtidos os protótipos e entregue à Associação Viverde juntamente com os projetos, o trabalho científico atingiu uma conquista adicional, o emprego de anéis de colmos residuais de bambu *in natura* e resíduos de bambu para a produção do sousplat, reafirmando a Associação no contexto da sustentabilidade, uma tendência mundial e inovadora. Além disso, a matéria-prima rica esteticamente e com diversas possibilidades de uso, que seria descartada, passa a ser empregada em um novo produto gerador de renda.

Vale ressaltar que a reutilização do bambu, na forma de resíduos, atenua e pode solucionar o problema de acúmulo de resíduos resultante do trabalho realizado com esta matéria-prima no galpão da Associação Viverde.

Referências

- [1] Pereira, M. A. R. and Ramos, B. P. F., 2014, "Curvatura de Bambu Laminado Colado", In: *11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2014*, Gramado, vol. **1**, pp. 2044-2055.
- [2] Hidalgo Lopes, O., 2003, "Bamboo the gift of the gods", D'Vinni Ltda: Bogotá, Colômbia, pp. 553.
- [3] Carvalho, M. R. O, Valarelli, I. D. D. and Visnardi, O. C., 2006, "Avaliação do comportamento das chapas aglomeradas de bambu e Pinus em relação ao teor de umidade, absorção de água e inchamento em espessura",

In: Congresso de Iniciação Científica da UNESP, UNESP, São José do Rio Preto, Disponível em: <http://prope.unesp.br/xxi_cic>, Acesso em: 22 de março de 2015.

[4] Valarelli, I. D., Battistelle, R. A. G., Gonçalves, M. T. T. and Sampaio, R. M., 2009, "A avaliação de propriedades física e mecânicas de chapas aglomeradas de partículas de colmo e folha caulinar de bambu *Dendrocalamus giganteus*", Revista Madeira e Arquitetura & Engenharia, **24** (10), pp.63-75.

[5] Marinho, N. P., Nascimento, E. M., Nisgoski, S. and Valarelli, I. D., 2013, "Some physical and mechanical properties of medium-density fiberboard made from giant bamboo", Materials Research, **16**, (6), São Carlos, pp.1-6.

[6] Kravchenko, G. A., Ferreira, E. M. and Pasqualetto, A., 2013, "Utilização de Resíduos do Processamento de Chapas Laminadas de Bambu para Produção de Chapas Recompuestas", 4th International Workshop | Advances in Cleaner Production – Academic Work, Integrating Cleaner Production Into Sustainability Strategies, São Paulo, pp. 1-8.

[7] Valarelli, I. D., Battistelle, R. A. G.; Bueno, M. A. P.; Bezerra, B. S.; Campos, C. I. and Alves, M. C. S., 2014, "Physical and mechanical properties of particleboard bamboo waste bonded with urea formaldehyde and castor oil based adhesive", Matéria, Rio de Janeiro, **19**, (01), pp.1-7.

[8] Barata, T. Q. F., 2011, "Ensino e Sustentabilidade: Uma experiência didática no desenvolvimento do design de produtos "mais sustentáveis"", VI Congresso Internacional de Pesquisa em Design, Lisboa.

[9] Papanek, V., 1995, *Arquitetura e design: ecologia e ética*, Edições 70, Lisboa, pp. 256.

[10] Manzini, E. and Vezzoli, C., 2002, *O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais*, Edusp, São Paulo, pp. 368.

[11] Costa, C. C. and Fernandes, A. A., 2012, "A sustentabilidade como caminho", *Anais da II Conferência Internacional de Integração Design, Engenharia e Gestão para a inovação*, Florianópolis, SC.

[12] Parra, P., 2007, "Design Simbólico: Cultura Projectual, Sistemas Biológicos e Sistemas Tecnológicos", Universidade de Lisboa, Faculdade de Belas Artes, Lisboa, Dissertação de Doutorado, pp. 391.

[13] Maia, P. B. and Dias, N., 2012, "A inspiração biológica no design de novos modelos de interação", *II Conferência Internacional de*

Integração Design, Engenharia e Gestão para a Inovação, Florianópolis.

[14] Steigleder, A. P., Oliveira, M. A. A, Duarte, L., Rütshghilling, E. A. and Roldo, L., 2010, "Interpretação e inspiração biônica da planta *Salvinia Molesta* no Design de produtos", 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo.

[15] Ghavami, K. and Marinho, A. B., 2005, "Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia*", Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, **9**, (1), pp. 107-114.

[16] Battistelle, R. A. G.; Valarelli, I. D. and Santos, M. F. N., 2005, "Compósitos com resíduos de bambu, celulose e papel e Tetra Pak com aplicação em design de produtos", Revista Madeira e Arquitetura & Engenharia, **16** (6), pp. 1-12.

ANEXO A

QUESTIONÁRIO

1 - Faça um breve histórico sobre a comunidade do assentamento rural Horto de Aimorés e a formação da Associação Agroecológica Viverde.

2 - Caracterize o espaço do Galpão Comunitário Bambuzeria. Em sua opinião há possibilidades de melhorias para o local?

3 - Quais os equipamentos existentes no Galpão Comunitário Bambuzeria para a produção de produtos feitos com bambu?

4 - Qual o nicho de mercado abrangido pela Associação Agroecológica Viverde? Em sua avaliação é possível expandir este nicho? Qual seria este novo alcance?

5 - Faça uma listagem de três produtos feitos com bambu pela Associação Agroecológica Viverde e verifique aperfeiçoamentos exequíveis.

6 - Em sua análise, qual a qualificação da mão de obra dos artesãos membros da Associação Agroecológica Viverde quanto à produção de produtos feitos com bambus?

7 – Constatada a realidade vivenciada pelos artesãos, quais são as possibilidades de novos produtos feitos com bambu? Indique no mínimo seis propostas de novos produtos na tabela abaixo.

Novo produto	Breve descrição	Qual o processamento necessário? (Ex. bambu em natural, ripas, meia cana etc.)	Qual o acabamento indicado?