



SUSTENTABILIDADE E DESIGN DE PRODUTO

Aglomerado de bambu na joalheria contemporânea

Em diversas áreas da ciência contemporânea a busca por soluções sustentáveis se tornou uma constante, um requisito para o desenvolvimento de materiais, projetos, tecnologia e processos produtivos. Neste contexto, a joalheria contemporânea surge do pensamento sobre joias sedimentado na criatividade e originalidade, traduzido em peças criadas a partir da utilização ou não de materiais preciosos, de uma nova leitura para o significado da joia.

(...)

TOMAS QUEIROZ FERREIRA BARATA

ANA LAURA ALVES

MILTON KOJI NAKATA

MARCUS ANTONIO PEREIRA BUENO

IVALDO DE DOMENICO VALARELLI

Desta forma, este capítulo abordará o resultado obtido com um projeto de conclusão de curso, o qual teve como objetivo produzir algumas peças de joalheria com o emprego de materiais alternativos e sustentáveis, como chapas de aglomerado de resíduos de bambu, resina de mamona e cobre. Para tanto foram produzidas chapas de aglomerado com espessura, densidade e composição específicas para esse fim. Uma vez obtidas as chapas, confeccionou-se os protótipos das joias, que em alguns casos receberam aplicação de cobre (folha de cobre ou peças volumétricas). As peças receberam acabamento final em resina poliéster cristal. A estrutura metodológica adotada para a concepção do projeto se baseou no Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP), como recurso de organização das etapas do processo projetual. A partir das informações obtidas, o presente trabalho pretende contribuir com novas pesquisas no segmento de Joalheria Contemporânea e Design de Produto e com o aprimoramento de matéria-prima, acabamentos, processo criativo e da inserção da experimentação no processo produtivo de produtos.

INTRODUÇÃO

A atividade do designer envolve diversas áreas do conhecimento, fundamentando seus projetos em conceitos de grande abrangência e com atenção à preservação dos recursos naturais, qualidade de vida do homem e viabilidade econômica (PAPANEK, 1995; MANZINI;

VEZZOLI, 2002; BARATA, 2011; ALVES et al., 2015; MATOS et al., 2016).

O Design, resultado de um processo que envolve aquele que cria, desenha, projeta, materializa um conceito, um objeto, um serviço ou um sistema, pode ser considerado como um articulador essencial para o binômio estabelecido entre o homem e a tecnologia, e suas várias inter-relações e/ou interações (MAIA; DIAS, 2012). O design de produto está intrinsecamente ligado à seleção de materiais (FERRANTE; WALTER, 2010; KARANA et al., 2014; ASHBY; JOHNSON, 2002; MALEQUE; SALIT, 2013), os quais constituem elementos de grande importância para o desenvolvimento da sociedade, aspecto salientado por Ashby (2011), que elenca os períodos clássicos da evolução da humanidade, cujos nomes foram determinados de acordo com o material mais utilizado em cada época: Idade da Pedra, Idade do Cobre, Idade do Ferro, assim por diante (ASHBY, 2011).

Durante o processo de acepção do projeto do produto, bem como de seleção dos materiais, devem ser considerados os procedimentos de transformação desses, sua aplicabilidade, vida útil e as alternativas de desmontagem do objeto para descarte e/ou de separação dos materiais para reciclagem, com a finalidade de minimizar o impacto ambiental nas diferentes fases do ciclo de vida do produto (ASHBY.; JOHNSON, 2002; MANZINI; VEZZOLI, 2002; MARTINS; MERINO, 2008; WIMMER et al., 2010; BARATA, 2011; DIAS;

MAIA, 2012; GAZIULUSOY et al., 2013; HALLSTEDT et al., 2013; SIMÕES, C. L.; PINTO, L. M. C.; BERNARDO, C. A., 2013; MEYER, 2014; ASHTON et al., 2015). A partir da Segunda Guerra Mundial, intensificou-se a substituição de materiais como madeira, metais e vidro por polímeros, tendência que persistiu até a primeira década do século XXI (ALLWOOD; CULLEN, 2012). A crescente preferência no emprego de polímeros em substituição aos materiais tradicionalmente utilizados se deu por diversos motivos, dentre os quais se destacam o baixo custo, a versatilidade e a leveza (JULIER, 2013).

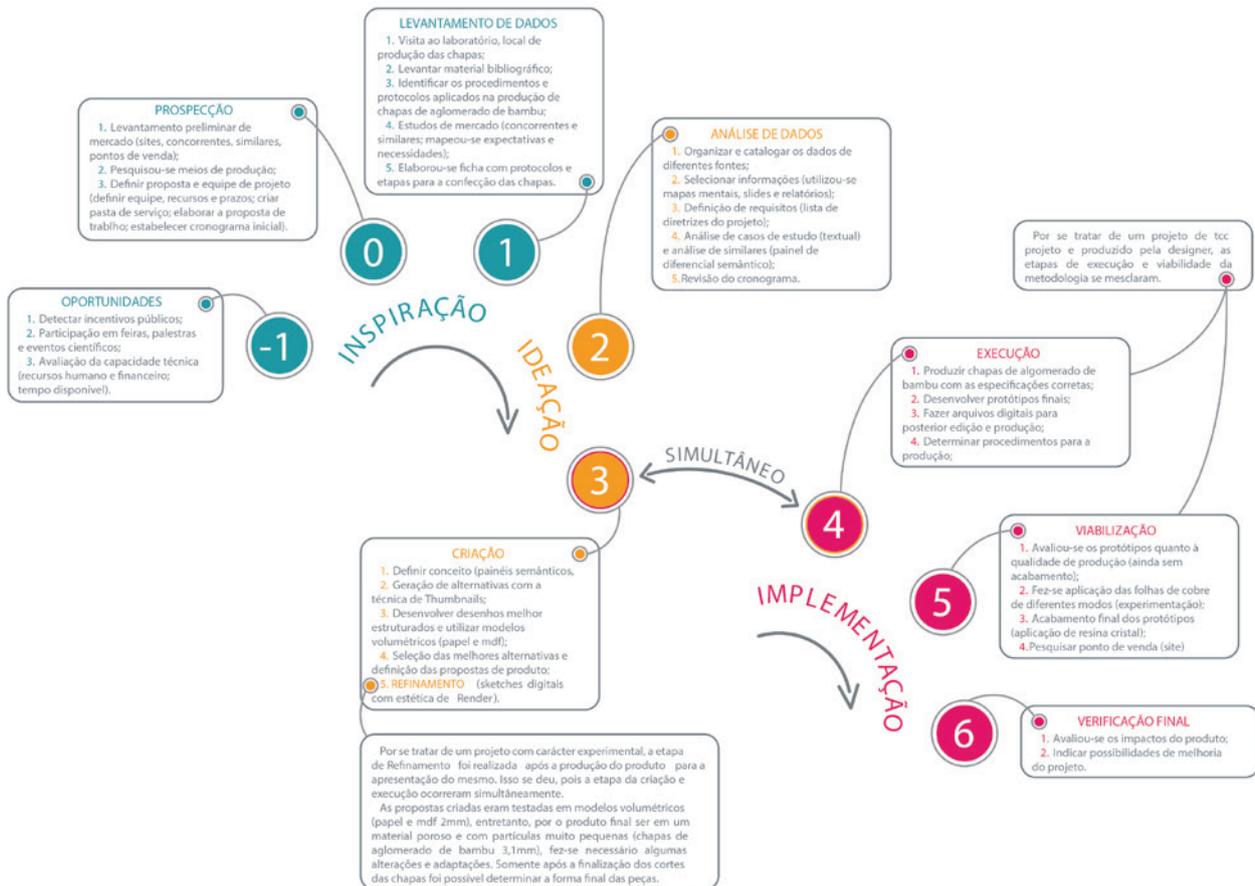
Considerando o panorama evolutivo que relaciona os materiais com a sociedade, Van Bezooyen (2014) argumenta que a relação do Designer com a seleção de materiais também evoluiu, principalmente com o surgimento de novos processos e materiais que proporcionaram soluções mais criativas. Neste contexto, a atividade tradicional da joalheria se modificou, atentando para o usuário, observando suas afinidades e necessidades, as interações com o produto e as alterações constantes presentes neste ciclo. Outro elemento relevante da contemporaneidade é o intenso aprimoramento das técnicas tradicionais e o investimento em novos materiais para o setor joalheiro, incluindo os alternativos, como capim dourado, sementes, jarina, madeira, couro, cerâmica, resinas, entre outros (LLABERIA, 2009; STUMER, 2010).

Neste capítulo será descrito um projeto de conclusão de curso, que visou produzir protótipos a partir de procedimentos experimentais, empregando como matéria-prima chapas de aglomerado de resíduo de bambu, resina de mamona e cobre. Para tanto, iniciou-se com uma revisão estudos científicos e escolha de casos de iniciativas privadas para analisar e discutir a inter-relação entre design, sustentabilidade e joalheria contemporânea, e assim, ampliar o conhecimento a respeito dessas áreas e desenvolver um projeto de produto coerente. Confeccionados os protótipos, o estudo pretende demonstrar a viabilidade da inserção de materiais alternativos na joalheria.

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A estrutura metodológica adotada se baseou no Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP) (MERINO, 2016), para organizar o processo projetual, subdividido nas seguintes etapas: Oportunidade, Ideação e Implantação. As etapas são interligadas e articuladas de forma não circular na etapa de ideação e implantação, se retroalimentam, tendo retorno ao longo de todo o processo de desenvolvimento criativo do projeto, uma vez que possui caráter experimental e de expressão do “eu”. Abaixo, o esquema gráfico representa a metodologia adaptada para o presente estudo (Figura 1).

Figura 1: Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (MERINO, 2016) adaptado pela autora.
Fonte: autora, 2017.

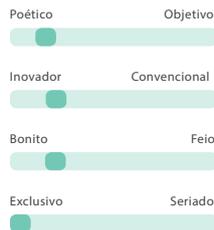


ANÁLISES DE SIMILARES

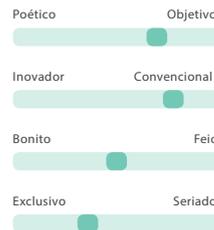
Nesta análise de similares foi desenvolvido um painel de diferencial semântico empregando adjetivos e análises que podem ser atribuídos as joias contemporâneas, como o material usado, a poética presente no objeto, o design e a inovação, dentre outros (Figuras 2 e 3).



Broches em madeira com aplicação de folha de ouro
Fonte: Site Miriam Mirna Korolkovas.



Colares em resina cristal e madeira
Fonte: Site Britta Boeckmann.



Colar em resina e páginas de livros antigos
Fonte: Site Jeremy May.

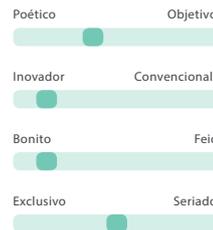
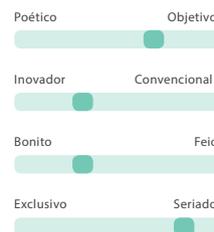


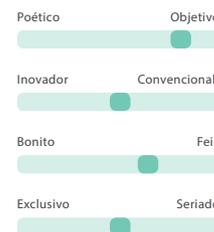
Figura 2: Primeiro painel de análise de similares
Fonte: autora, 2017



Collar em prata 925 e feltro
Fonte: Instagram de Vera Pinto.



Collar em prata e madeira redescoberta
Fonte: Instagram de CRUA.



Broches em materiais desconhecidos
Fonte: Site Miriam Mamber.

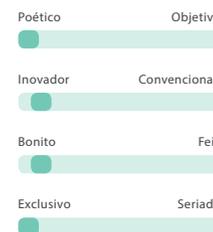
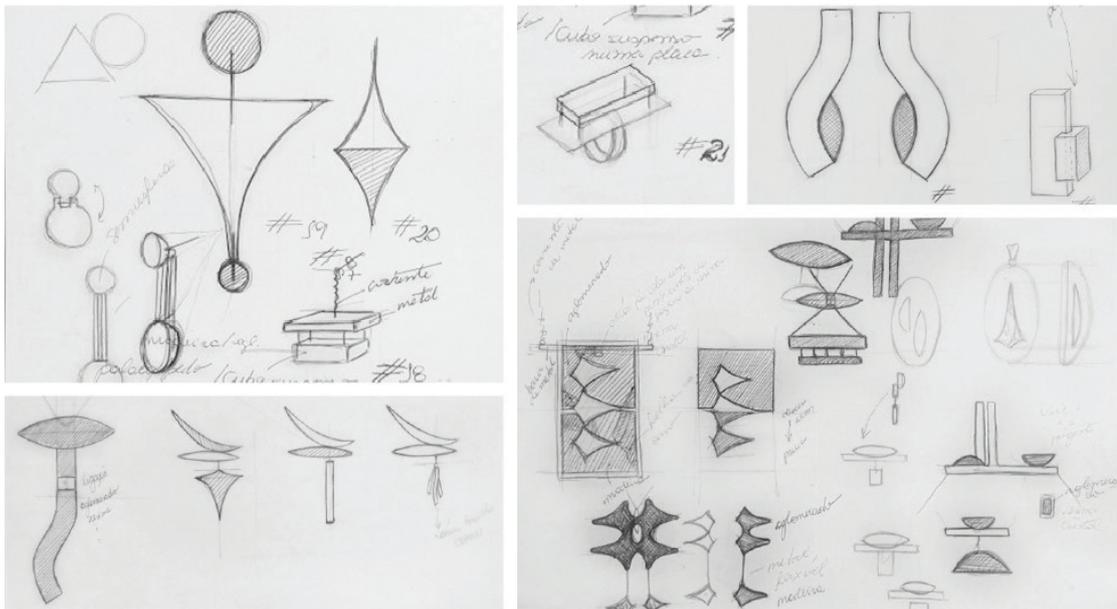


Figura 3: Segundo painel de análise de similares
Fonte: autora, 2017.



Figuras 4, 5, 6, 7 e 8: Processo criativo dos produtos por meio da técnica de Thumbnails. Fonte: autora, 2017.

GERAÇÃO DE IDEIAS: THUMBNAILS

Para a geração de alternativas, sketches e fotografias de determinados projetos de Oscar Niemeyer, foram a fonte de referência para o trabalho. Empregou-se a técnica de criação intitulada de *Thumbnails*, que consiste em fazer pequenos e simples desenhos sem o cuidado quanto à qualidade estética dos mesmos, usados apenas para ilustrar de ideias do próprio designer e não para comunicá-la para outros. Os *thumbnails* apresentados compreendem apenas uma parcela dos gerados nessa etapa (Figuras 4 a 14). Os desenhos serviram de base para o desenvolvimento dos sketches digitais.

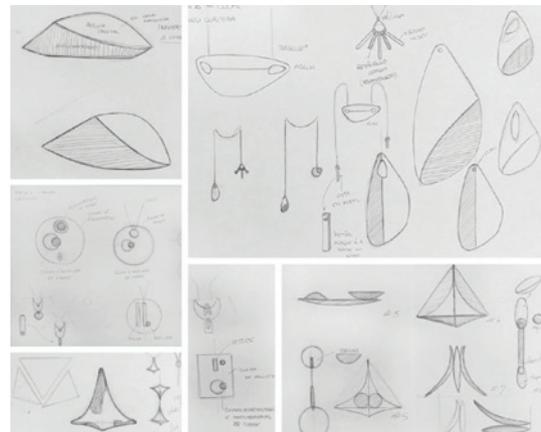


Figura 9, 10, 11, 12, 13 e 14: Processo criativo dos produtos por meio da técnica de Thumbnails. Fonte: autora, 2017.

CONCEITO: SKETCHES DIGITAIS

Como mencionado anteriormente, sketches e fotografias de determinados projetos de Oscar Niemeyer foram fonte de inspiração para as joias desenvolvidas nesse projeto. Durante o processo criativo, formas e composições presentes na arquitetura de Niemeyer foram desconstruídas e estilizadas para elaborar peças únicas, originais (Figuras 15 a 18).

As construções arquitetônicas escolhidas foram o Palácio do Planalto (Brasília/DF), o Congresso Nacional (Brasília/DF), o Edifício Copan (São Paulo/SP) e o Museu Oscar Niemeyer (Curitiba/PR).

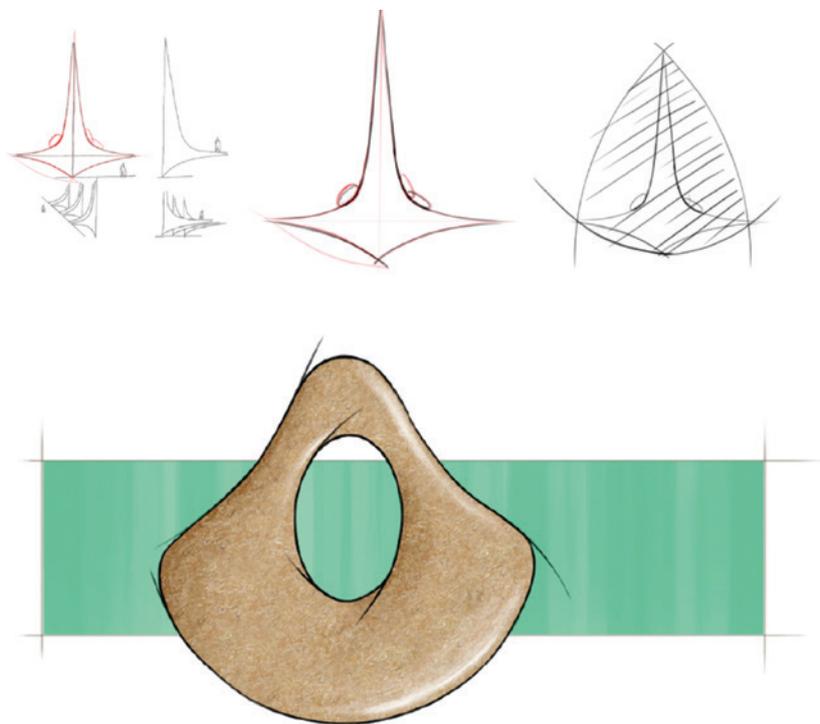


Figura 15: Processo criativo e sketch digital do pingente Planalto.. Fonte: autora, 2017.



Figura 16. Processo criativo e sketch digital do pingente Congresso. Fonte: autora, 2017.

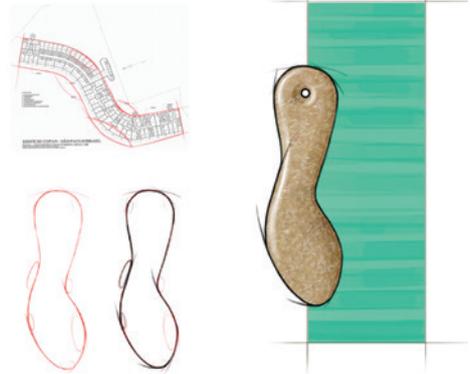


Figura 17: Processo criativo e sketch digital do pingente Copan. Fonte: autora, 2017.

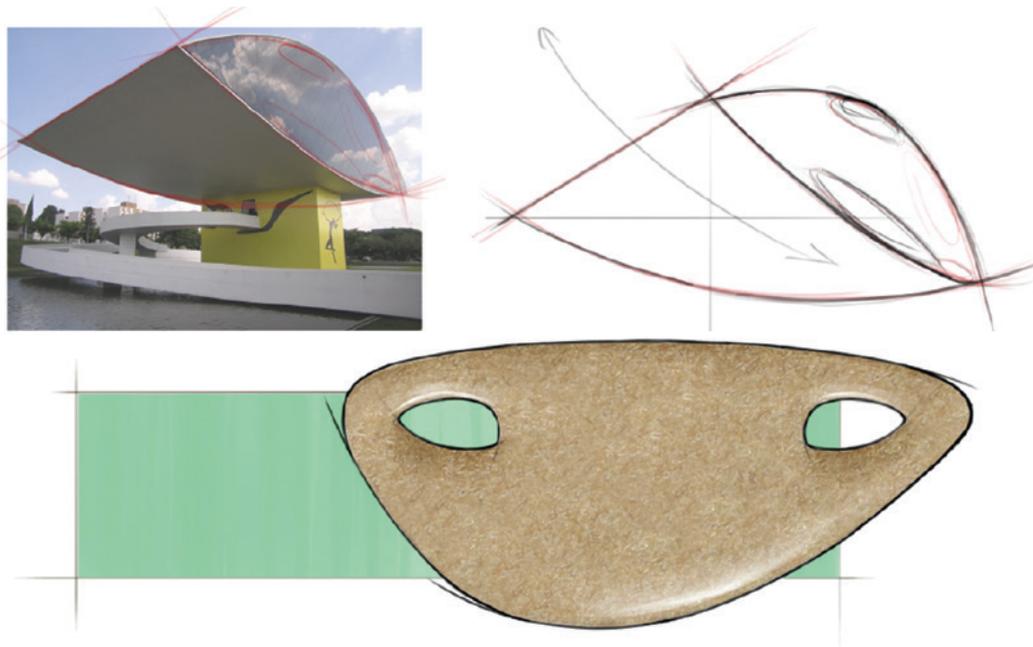
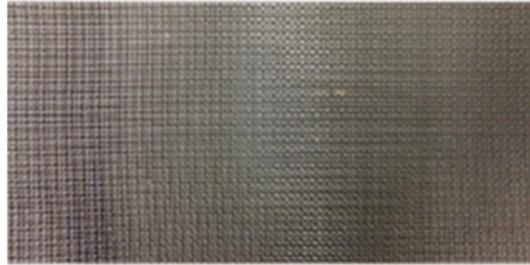


Figura 18: Processo criativo e sketch digital do pingente Olho. Fonte: autora, 2017.

PRODUÇÃO DOS PROTÓTIPOS

Manufatura das chapas de aglomerado

Para a confecção de um composto é necessário unir uma matriz polimérica a um substrato. No caso das chapas de aglomerado empregou-se a resina de mamona bicomponente como matriz polimérica e o resíduo de bambu como substrato. A produção das chapas de aglomerado se baseou no protocolo estabelecido por Valarelli (2009). Inicialmente fez-se a coleta de colmos e de ripas de bambu residuais (colhido/tratado/ seco) armazenados no Laboratório de Oficina Mecânica (LOM) e em seguida, este material foi processado em uma picotadeira. Utilizou-se uma peneira vibratória para separar e classificar as partículas (estilas) em três faixas granulométricas: maior ou igual a 16 mesh, entre 16 e 28, entre 28 e 60; além dos resíduos para descarte (Figuras 19 a 24).



Figuras 19, 20, 21, 22, 23 e 24: Processo de produção de aglomerado de bambu. Fonte: autora, 2017.





Figuras 25, 26 e 27: Processo de produção de aglomerado de bambu. Fonte: autora, 2017.

Posteriormente, as estilas com granulometria entre 16 e 28 mesh e entre 28 e 60 mesh foram colocadas em estufa, com circulação e renovação de ar, à 90 °C, por oito dias, com o objetivo de eliminar resquícios de umidade e de micro-organismos. Vale ressaltar que existe a possibilidade de que a umidade presente nas partículas tenha sido eliminada totalmente. Entretanto, durante o processo de manuseio para a produção das chapas, o resíduo absorve a água presente no ambiente e assim, deve alcançar a taxa de umidade ideal, entre 3% a 5% (Figuras 25, 26 e 27).

Alguns testes foram realizados com a finalidade de obter chapas de média densidade (0,70g/cm³) e de espessura 1/8 de polegada (3,1mm) para atender as especificações do projeto. Estabeleceu-se assim que a proporção de resina de mamona e estilas seria de 30% e 70% do peso da chapa, respectivamente. Portanto, o compósito é formado por 81,0768g de resina de mamona e 189,1792g de resíduo de bambu. As partículas consideradas com granulometria adequada para esse projeto foram aquelas entre 28 e 60 mesh, devido as suas características morfológicas, que criam uma trama semelhante à de uma fibra de vidro.

Depois de pesadas, as partículas foram colocadas em uma bacia e em seguida o adesivo, dispensado em pequenas quantidades e na forma de fio, para evitar a concentração deste em parte do resíduo e a consequente formação de “bolas”. O composto foi misturado manualmente, durante 5 minutos, para a homogeneização. O adesivo à base de mamona (poliól) e isocianato (pré-polímero) foi preparado na proporção 1:1 (Figuras 28 a 33).



Figuras 28, 29, 30, 31, 32 e 33: Processo de produção das chapas de aglomerado de bambu finais.
Fonte: autora, 2017.

Na sequência, o composto foi depositado em uma caixa de madeira (40x40cm) (Figura 34), previamente isolada com celofane, 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. A caixa de madeira deve ser previamente isolada com papel alumínio ou celofane para evitar a aderência do colchão à caixa (BATTISTELLE; VALARELLI; SANTOS, 2005) (Figuras 35 e 36).

O colchão foi retirado da caixa formadora (Figura 37) e levado para os pratos da prensa, onde lentamente foi prensado até que os pratos tocassem no limitador metálico, com 3,175mm de espessura. Durante 10 minutos, com pressão de aproximadamente 180 psi e temperatura de 110°C, a chapa foi mantida na prensa (Figura 38). 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.

Figuras 34, 35, 36, 37 e 38:
Processo de produção das
chapas de aglomerado de
bambu finais.
Fonte: autora, 2017.



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 (VALARELLI, 2009). As chapas secas foram esquadrejadas em uma serra de fita retirando uma faixa de 2cm de cada lado visando obter a área adequada para o produto (Figuras 39 e 40).



Figuras 39 e 40: Chapas de aglomerado sendo esquadrejadas após 72 horas de cura (detalhe das laterais). Fonte: autora, 2017.

TRANSFORMAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

No Laboratório Didático de Modelos e Protótipos (FAAC/UNESP), após o processo de manufatura das chapas de aglomerado de bambu, iniciou-se a sua transformação com a finalidade de “dar forma ao produto”. Para tanto, empregou-se ferramentas como serra de fita, lixadeira orbital, micro retífica pneumática, arco de serra alemão com lâmina adaptada, limas para ourives e lixas de gramaturas diferentes (80, 150 e 400). Vale dizer que, antes do processo mencionado acima, houve um momento de experimentação e modificação do processo produtivo planejado, antecipadamente, das formas e composições das joias em estudos volumétricos em material similar (MDF de 2mm de espessura). Logo, a criação e produção dos produtos se deram por meio de um processo não-linear e experimental (Figura 41).



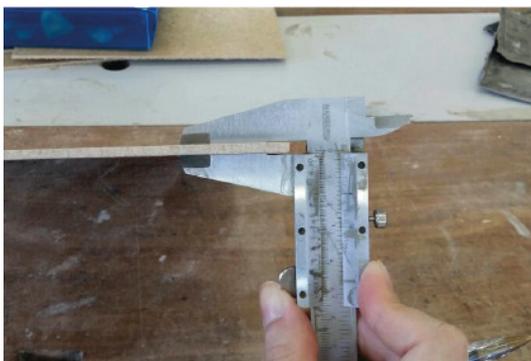
Figura 41: Teste do método produtivo e da forma do produto ao confeccionar um modelo escala 1:1. Fonte: autora, 2017.

Inicialmente, a espessura de todas as chapas de aglomerado de bambu foram medidas com o uso de um paquímetro para confirmar a homogeneidade das mesmas. Constatou-se que havia um padrão de espessura com 3,1 milímetros, como o esperado (Figura 42). Em seguida, procedeu-se a retirada do celofane das faces das chapas, uma vez que ele adere na superfície do material durante o processo de prensagem. Para tanto, utilizou-se a lixadeira orbital com uma lixa grossa (80) e outra mais fina para um melhor acabamento (150) (Figura 43). Na sequência, as chapas foram medidas novamente para verificar a espessura resultante do material. Não houve perda significativa, apenas um decréscimo de 0,1 a 0,2 milímetros em comparação com a medida inicial (3.1mm).

Devido a espessura (3,1mm) e a granulometria do resíduo (entre 28 e 60 mesh) empregado na chapa, ocorreu variação na com-

pactação do material durante a prensagem, pois o processo de acomodação manual e a olho nu do composto tornou-se mais difícil quando comparado ao das chapas com maior espessura (VALARELLI et al., 2009; ALVES et al., 2015). Nas Figuras de 44 a 48, é possível observar a aparência do aglomerado após o lixamento, assim como o posicionamento dos gabaritos em regiões em que houve compactação ideal do material. Os desenhos das peças (joias/produto) foram impressos em escala 1:1, recortados e colado com fita crepe na superfície das chapas de aglomerado para serem usados como moldes, e com isso obter maior fidelidade ao traço no produto final.

Em seguida, utilizou-se a serra de fita para os cortes mais grosseiros por conta do tamanho das peças e separando-as quando possível, respeitando as normas de segurança do



Figuras 42 e 43: Medição da espessura da chapa de aglomerado com paquímetro e processo de retirada do celofane presente na superfície do aglomerado. Fonte: autora, 2017.



Figuras 44, 45, 46, 47 e 48: Processo de posicionamento dos moldes e recorte das chapas de aglomerado de bambu. Fonte: autora, 2017.

laboratório. Para finalizar os cortes, foi empregado o arco de serra alemão com uma lâmina para madeira adaptada (Figura 48).

Com o objetivo de refinar a forma das peças, utilizou-se a micro retífica pneumática com um disco de lixa com diâmetro condizente com as curvas do gabarito (Figuras 49 e 50). As áreas de furo foram feitas também com a micro retífica utilizando uma broca nº 8. Para tanto, fez-se alguns furos na peça para fragilizar e retirar o máximo do material. O desbaste das saliências foi feito com uma lixa 80, para facilitar o acabamento posterior, empregando-se limas do tipo amêndoa e redonda para dar a forma final aos furos. No final desta etapa do processo, foi utilizada lixa 150 para fazer o acabamento em toda a extensão das peças.

Além do aglomerado de bambu, as joias elaboradas no projeto possuem elementos em cobre na forma de folha e ou chapa circular e semiesfera. O cobre é um metal com características físico-mecânicas importantes para a indústria como alta durabilidade, boa resistência à corrosão, boa maleabilidade e ductibilidade. Em decorrência destas propriedades, pode ser encontrado em diversos tipos de produtos como computadores, válvulas, bijuterias, fios, tubulações, embarcações, eletrodomésticos, dentre outros (SILVA, 2010). Em âmbito mundial, 35% da demanda de cobre é suprida por meio da reciclagem de lixo eletrônico reciclado, uma vez que o processo não interfere em sua qualidade e desempenho

Figuras 49 e 50: Mesa de marcenaria do LDMP com algumas ferramentas utilizadas e micro retífica com disco de lixa dando forma final as peças projetadas. Fonte: autora, 2017.



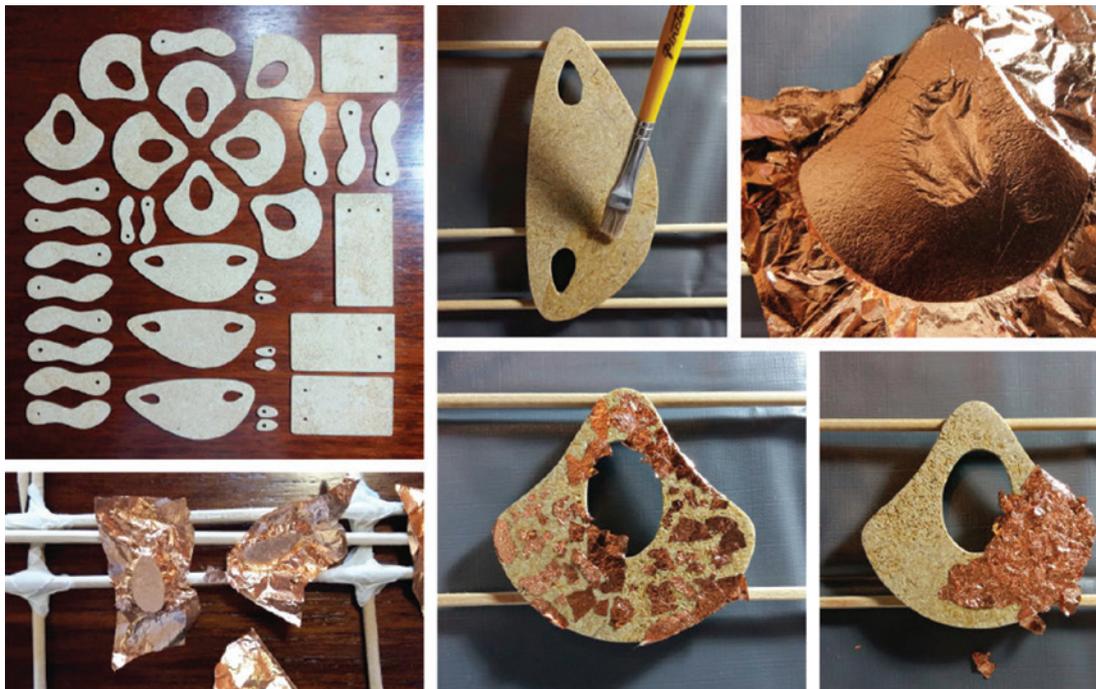
(SILVA, 2010). Entretanto, há a necessidade de envernizar este metal para evitar sua oxidação e alteração ao entrar em contato com oxigênio.

ACABAMENTO DAS PEÇAS

Finalizado o processo de obtenção das peças de aglomerado de bambu, iniciou-se a aplicação de folhas de cobre em algumas peças com o objetivo de agregar valor ao produto. A folha de cobre é um material muito delicado e exige um manuseio cuidadoso, uma vez que rasga facilmente. Para fixar a folha no aglomerado foi aplicada cola branca (Cascorez Por-

celana Fina), diluída com um pouco de água, usando um pincel. Contudo, aplicando uma fina camada, sem encharcar o aglomerado, o que dificultaria a etapa seguinte.

Após umedecer a superfície com a cola diluída, a folha de cobre foi cuidadosamente colocada sobre a peça, usando um pincel de cerdas bem macias, com movimentos do dentro da peça para fora, para eliminar imperfeições como sobreposições da folha, dobras, dentre outras. Por ser um material “fluido”, a folha de cobre permite diferentes aplicações e variações, que possibilitou experimentações



Figuras 51, 52, 53, 54, 55 e 56: Processo de aplicação da folha de cobre. Fonte: autora, 2017.

para testar as possíveis formas de aplicação e seus efeitos visuais, proporcionando às peças brilho, exclusividade e singularidade, características muito presentes na joalheria contemporânea (Figuras 51 a 56).

As peças que receberam a aplicação da folha de cobre “descansaram” durante 7 horas (Figura 57). O excesso da folha foi retirado primeiramente com a mão e o restante, partes pequenas e próximas da área com a folha colada, foram retiradas esfregando o pincel de cerdas macias com movimentos delicados. Na Figura 58, é possível observar folha de cobre no perfil da peça, mesmo após ter realizado o procedimento descrito acima. Neste caso empregou-se lixas com gramatura de 80 e 150 para retirar o excesso, provavelmente decorrente de cola aplicada nas laterais. Finalizada esta etapa, observa-se uma variedade de texturas e efeitos visuais sob a ação da luz (Figuras 59 a 64), como resultado das experimentações com a folha de cobre, seja amassando-a, recortando-a ou lixando sua superfície. Finalizada essa etapa, as peças foram impermeabilizadas para evitar oxidação do cobre, além de aumentar a durabilidade do produto como um todo.

O processo de manufatura dos protótipos ocorreu de forma experimental quanto à forma final e o acabamento destes, uma vez que há elementos exclusivos em cada peça (aplicação e desgaste de folha de cobre), sendo que ocorreram algumas alterações nas joias em função do olhar plástico e particular da de-



Figuras 57 e 58: Peças com aplicação de folha de cobre.
Fonte: autora, 2017.



Figuras 59, 60, 61, 62, 63 e 64: Textura e efeitos visuais das peças com aplicação de folha de cobre.
Fonte: autora, 2017.

signer. Para algumas joias, foram produzidas peças de cobre (semiesferas e chapa circular), as quais receberam um tratamento de limpeza com disco de filamentos de aço para retirar manchas e defeitos (Figuras 65 e 66). Em seguida, procedeu-se o polimento das peças com abrasivos mecânicos e a aplicação de verniz para evitar sua oxidação e consequente danificação (Figuras 67, 68 e 69). As peças finalizadas apenas com o aglomerado de bambu cru e as com aplicação de folha de cobre receberam acabamento em resina poliéster cristal com o intuito de aumentar a durabilidade do produto e realçar sua beleza.

A resina poliéster cristal foi eleita para a impermeabilização das peças de chapa de aglomerado de bambu devido às suas características físico-mecânicas e estéticas (transparência/vítrea), desejadas pela designer. Além destas peculiaridades, a resina cristal realçou a cor do cobre e “resgatou” a cor dourada do resíduo de bambu, perdida durante o processo de retirada do celofane com lixa. No

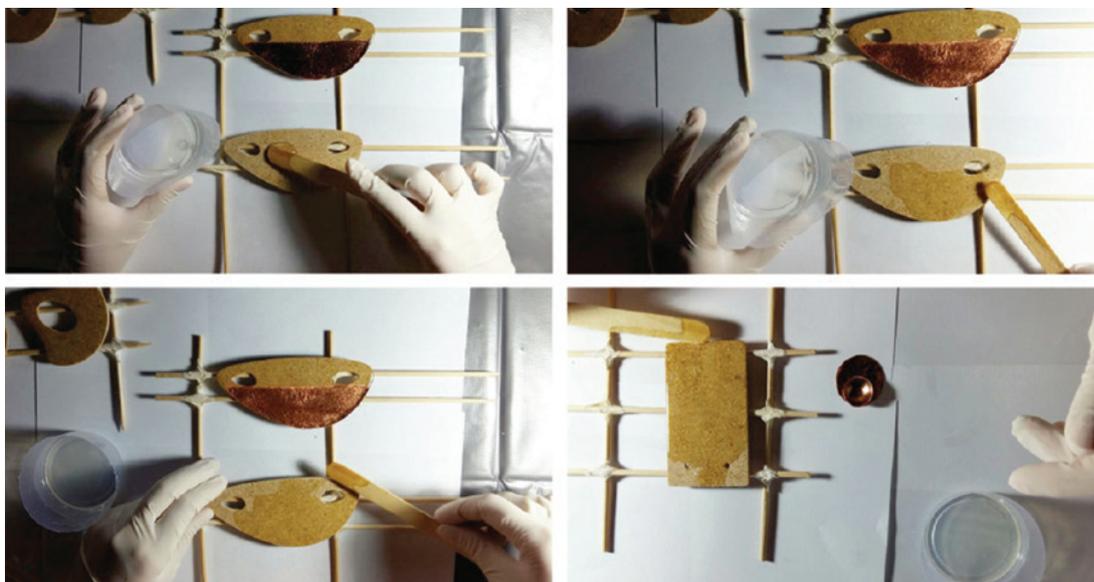
processo de impermeabilização do produto final, a resina foi preparada de 10 em 10 mL (4 gotas de catalisador butanox), uma vez que após misturado o catalisador à resina, o tempo de tralho é em torno de 15 minutos (início do processo de polimerização). Vale ressaltar que, é necessário misturar os componentes delicadamente com o intuito de evitar a formação de bolhas (Figuras 70, 71, 72 e 73).

Figuras 65 e 66: Processo de limpeza das peças de cobre e aparência antes do polimento e envernização
Fonte: autora, 2017.





Figuras 67, 68 e 69: Processo e produtos empregados no polimento e na envernização das peças de cobre. Fonte: autora, 2017.



Figuras 70, 71, 72 e 73: Etapas do processo de aplicação da resina cristal sobre a peça. Fonte: autora, 2017.

PRODUTO FINALIZADO



Figura 74: Pingente Congresso. Fonte: autora, 2017.



Figuras 75 e 76: Pingente Olho (frente e verso). Fonte: autora, 2017.



Figuras 78 e 79: Pingente Copan (frente e verso). Fonte: autora, 2017.



Figura 77: Pingente Planalto. Fonte: autora, 2017.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez obtidos os protótipos de joias produzidos a partir de aglomerado de resíduo de bambu e resina de mamona, o projeto alcançou parcialmente seus objetivos iniciais, produzir matéria-prima (chapa de aglomerado de resíduo de bambu) e os protótipos. As chapas de aglomerado na espessura 3,1mm possuem resistência adequada ao gênero do produto, no entanto, a distribuição heterogênea do compósito gerou regiões mais frágeis e com acabamento inferior.

O acabamento final das peças com a resina poliéster cristal também demonstrou necessidade de aprimoramento. O resultado não corresponde ao esperado, uma vez que a resina empregada não completou o processo de polimerização. Algumas hipóteses: a resina poliéster cristal reagiu com a resina de mamona presente na chapa ou a composição da resina cristal estava alterada, considerando que um corpo de prova feito com a resina pura também não curou como o esperado.

Desenvolveram-se joias contemporâneas com valor agregado, peças exclusivas e singulares. Além da matéria-prima, as estilas de bambu de aspecto dourado, o produto ganhou aplicações em folha e peças de cobre, o que conferiu efeitos visuais e texturas únicas à cada peça. O elemento cobre, especificamente, suas infinitas possibilidades de uso trouxeram o aspecto experimental e artesanal às joias. Outro aspecto a ser considerado em

relação ao emprego da folha de cobre é o realce da beleza do aglomerado de bambu e da simplicidade do traço dos desenhos das joias.

A leveza, o brilho e a beleza das joias manufaturadas foram considerados satisfatórios diante dos problemas relatados e da idealização inicial. Após seu descarte, o material das joias pode ser reinserido no mercado de outras maneiras ao ser triturado. Portanto, pode-se afirmar que os objetivos foram alcançados parcialmente e que o trabalho pode contribuir com novas pesquisas no segmento de Joalheria Contemporânea e Design de Produto e com o aprimoramento de matéria prima, acabamentos, processo criativo e da inserção da experimentação no processo produtivo.

AGRADECIMENTOS

O estudo apresentado no capítulo se tornou possível graças ao apoio do Laboratório Didático de Modelos e Protótipos da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (UNESP/Bauru) e do Laboratório de Oficina Mecânica (LOM) da Faculdade de Engenharia de Bauru (UNESP/Bauru).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLWOOD, J.; CULLEN, J. Sustainable materials with both eyes open. UIT Cambridge: Cambridge, 2012.
- ALVES, A. L.; PEREIRA, M. A. R.; BARATA, T. Q. F. O uso do bambu no design: Inovação com Sustentabilidade. In: Anais da IV Conferência Internacional de Design, Engenharia e Gestão para a inovação. Florianópolis: UFSC/UFES, 2015.
- ALVES, A. L.; FERRERO, G. C.; FERNANDES, G. S.; VALARELLI, I. D.; BARATA, T. Q. F. O uso sustentável de bambu em Design: Estudo de caso de protótipos de sousplat com uso de resíduo de bambu. In: Anais da IV Conferência Internacional de Design, Engenharia e Gestão para a inovação. Florianópolis: UFSC/UFES, 2015.
- ASHBY; M. Materials Selection in Mechanical Design. Oxford: Elsevier, 2011.
- ASHBY, M.; JOHNSON, K. Materials and Design: The art and science of material selection in product design. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.
- ASHTON, E. G.; KINDLEIN JR., W.; CANDIDO, L. H. A.; DEMORI, R.; ROBINSON, L. C.; MAULER, R. Design, materiais e sustentabilidade: micronização de produto multi-material visando sua reciclagem. DAPesquisa, v. 10, p. 138-155, 2015.
- BARATA, T. Q. F. Ensino e Sustentabilidade: Uma experiência didática no desenvolvimento do design de produtos "mais sustentáveis". In: Anais do VI Congresso Internacional de Pesquisa em Design. Lisboa: FA, 2011.
- BATTISTELLE, R. A. G.; VALARELLI, I. D.; SANTOS, M. F. N. Compósitos com resíduos de bambu, celulose e papel e Tetra Pak com aplicação em design de produtos. Revista Madeira e Arquitetura & Engenharia, v. 16, n. 6, pp. 1-12, 2005.
- FERRANTE, M.; WALTER, Y. A materialização da ideia: noções de materiais para design de produto. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- GAZIULUSOY, A. I.; BOYLE, C.; MCDOWALL, R. System innovation for sustainability: a systemic double-flow scenario method for companies. Journal of Cleaner Production, v. 45, p. 104-116, 2013.
- HALLSTEDT, S.; THOMPSON, A.; LINDAHL, P. Key elements for implementing a strategic sustainability perspective in the product innovation process. Journal of cleaner production, v. 51, p. 277-288, 2013.
- JULIER, G. The culture of design. Thousand Oaks: SAGE publications Ltd, 3ed, 2013.
- KARANA, E.; PEDGLEY, O.; ROGNOLI, V. Materials experience: Fundamentals of materials and design. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014.
- LLABERIA, E. M. L. C. Design de jóias: desafios contemporâneos. Dissertação de Mestrado em Design, do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu, da Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2009.
- MAIA, P. B.; DIAS, N. A inspiração biológica no design de novos modelos de interação. In: Anais da II Conferência Internacional de Design, Engenharia e Gestão para a inovação. Florianópolis: UFSC/UFES, 2012.
- MALEQUE, M.; SALIT, M. Materials Selection and Design. Singapore: Springer Singapore, 2013.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis - Os requisitos ambientais dos produtos industriais. Edusp: São Paulo, 2002.
- MARTINS, R. F. F.; MERINO, E. A. D. A gestão de design como estratégia organizacional. Londrina: EDUEL, 2008.
- MATOS, I. M.; PINTO, R. S.; RODRIGUES, O. V.; BARATA, T. Q. F. Furniture design using MDF boards applying concepts of sustainability. Product (IGDP), v. 14, p. 68-83, 2016.

- MERINO, G. S. A. D. *GODP – Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário*. Florianópolis: Ngd/Ufsc, 2016. Disponível em: <www.ngd.ufsc.br>. Acesso em: 12 jul. 2016.
- MEYER, R. *Packaging: Sustaining Cultures and Meeting new Imperatives*. In *Handbook of Recycling: State-of-the-art for practitioners, analysts and scientist*. WORRELL, E.; REUTER, M. (editors). Elsevier, 2014.
- PAPANÉK, V. *Arquitetura e design: ecologia e ética*. Ed 70. Lisboa, 1995.
- SILVA, E. L. *Cobre: Ocorrência, obtenção industrial, propriedades e utilização*. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/cobre-ocorrencia-obtencao-industrial-propriedades-e-utilizacao.htm>> Acessado em dezembro de 2016.
- SIMÕES, C. L.; PINTO, L. M. C.; BERNARDO, C. A. Environmental and economic assessment of Road safety product made with virgin and recycled HDPE: A comparative study. *Journal of Environmental Management*, v. 114, p. 209-215, 2013.
- STURMER, P. G. S. *Materiais naturais: Design e tecnologia no desenvolvimento de joias inspiradas na cultura gaúcha*. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.
- VALARELLI, I. D.; BATTISTELLE, R. A. G.; GONÇALVES, M. T. T.; SAMPAIO, R. M. A avaliação de propriedades física e mecânicas de chapas aglomeradas de partículas de colmo e folha caulinar de bambu *Dendrocalamus giganteus*. *Revista Madeira Arquitetura & Engenharia*, v. 24, n. 10, pp.63-75, 2009.
- VAN BEZOOYEN, A. *Materials Driven Design*. In: Chapter 19 of *Materials experience: Fundamentals of materials and design*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014.
- WIMMER, W.; LEE, W.; POLAK, K. M.; QUELLA, F. J. *Ecodesign: The competitive advantage*. Springer: London, 2010.



TOMÁS QUEIROZ FERREIRA BARATA

Professor do Departamento de Design da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - FAAC – UNESP, campus de Bauru, doutor em Engenharia Civil, área de concentração em arquitetura e construção pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (2008), mestre em Arquitetura e Urbanismo, área de concentração em tecnologia do ambiente construído pela Universidade de São Paulo (2001), com graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (1993), campus de São Carlos. Tem experiência na elaboração de projetos de design e arquitetura atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento de projeto e produção de mobiliário, componentes e sistemas construtivos pré-fabricados em madeira e materiais de fontes renováveis, edificações sustentáveis e ecodesign.



ANA LAURA ALVES

Graduada em Design com Habilitação em Design de Produto pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) e Co fundadora do Coletivo Garatuja. Participou do Projeto de Extensão SOMA e do Projeto Da Classe Ao Mercado, parceria entre a Universidade de Sevilha e a UNESP. Em 2015, foi bolsista de iniciação científica PIBITI pelo CNPq e em 2016, bolsista pela FAPESP no LEI, sob a orientação do Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli no Laboratório de Ergonomia e Interfaces (LEI). Atualmente, cursa Design Gráfico e é mestranda em Design pela UNESP (Bauru), linha de pesquisa em Design Ergonômico. Além disso, participa como membro dos grupos de pesquisa Design Ergonômico: Projeto e Interfaces da UNESP e Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA) da UFPR.

Coautor

MILTON KOJI NAKATA

Graduado em Comunicação Visual pela Fundação Educacional de Bauru (1982), mestre em Projeto Arte e Sociedade pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1994) e doutor em Comunicação e Poéticas Visuais pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2003). Atualmente é professor assistente doutor da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, lotado no Departamento de Design, onde atua como docente no curso de graduação em Design e de Programa de Pós-graduação em Design. É membro do grupo de pesquisa Design Contemporâneo. Tem experiência na área de Artes e Design, com ênfase em Design Gráfico, atuando principalmente nos seguintes temas: ilustração, projeto gráfico, design gráfico, identidade visual e artes visuais.

Coautor

MARCUS ANTONIO PEREIRA BUENO

Possui graduação pela Faculdade de Tecnologia de Jahu (SP) (2008) e mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB), tendo sido bolsista pela Capes (2014). Atualmente desenvolve pesquisa no laboratório de processamento da madeira da FEB, sendo também aluno de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, nível Doutorado, principalmente nos seguintes temas: bambu, chapas de partículas, materiais alternativos, chapa aglomerada e usinagem da madeira.

Coautor

IVALDO DE DOMENICO VALARELLI

Graduado em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB) em 1982, mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (EESC-USP) em 1993, doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (EESC-USP) em 1999. Realizou Pós Doutorado no Departamento de Estruturas da EESC-USP (2008 e 2009). Professor adjunto desde 2016. Professor da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Faculdade de Engenharia desde 1989, atuando na área de Fabricação. Participa dos Grupos de Pesquisa Processamento da Madeira e Materiais Compostos (UNESP) e Produtos Derivados da Madeira (USP). Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Processos de Fabricação, atuando principalmente nos seguintes temas: bambu, chapas de partículas, materiais alternativos, chapa aglomerada e usinagem da madeira.