

## BIÔNICA COMO PROCESSO CRIATIVO: MICROESTRUTURA DO BAMBU COMO METÁFORA GRÁFICA NO DESIGN DE JOIAS CONTEMPORÂNEAS

Mariana Kuhl Cidade<sup>1</sup>

Felipe Luis Palombini<sup>2</sup>

Wilson Kindlein Júnior<sup>3</sup>

### Resumo

Na joalheria contemporânea, a busca por novas formas e padrões estéticos surge como um fator inovador no mercado, cujas inspirações podem surgir de meios não convencionais. A biônica caracteriza-se pela observação e emprego de propriedades estético-funcionais da natureza em produções humanas, buscando a repetição dos efeitos naturais desejados. Esta pesquisa apresenta uma nova abordagem sobre as técnicas de criação e inspiração no design de joias, por meio da geração de uma metáfora gráfica a partir da observação da microestrutura do bambu. Assim, uma amostra da planta foi selecionada e observada em Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV. Elementos de sua anatomia foram parametrizados e os tipos de células existentes foram identificados. As imagens obtidas dos padrões visuais das células de parênquima foram utilizadas em um processo de criação. Por fim, foi projetada e confeccionada artesanalmente uma joia baseada nos padrões obtidos via MEV, aplicando os efeitos visuais encontrados na microestrutura da planta.

**Palavras-chave:** design de joias; bambu; microestrutura; microscopia eletrônica de varredura.

### Abstract

In contemporary jewelry, the search for new forms and aesthetic patterns emerges as an innovative factor on the market, for which inspiration can come from unconventional means. Bionics is characterized by observation and use of aesthetic and functional properties of nature in human productions, seeking replication of desired natural effects. This research presents a new approach at creation and inspiration techniques in jewelry design, through the generation of a graphic metaphor from the observation of the microstructure of bamboo. Thus, a bamboo sample was selected and observed in Scanning Electron Microscopy – SEM. Elements of its anatomy were parameterized and existing cell types were identified. Visual patterns of parenchyma cells were observed and used in a creation process. Lastly, a jewel was designed and handcrafted based on SEM patterns obtained, applying the visual effects found in the microstructure of bamboo.

**Keywords:** jewelry design; bamboo; microstructure; scanning electron microscopy.

---

<sup>1</sup> Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Design – PGDesign – UFRGS, mariana.cidade@ufrgs.br

<sup>2</sup> Graduando, Laboratório de Design e Seleção de Materiais – LdSM – UFRGS, felipe.palombini@ufrgs.br

<sup>3</sup> Professor Doutor, Departamento de Materiais – DEMAT – UFRGS, wilsonkindleinjuniorgmail.com

## **1. Introdução**

O designer de joias, além de encontrar caminhos criativos e produtivos, precisa entender as dimensões simbólicas de suas criações, assim como sua capacidade de analisar e interpretar as necessidades e o perfil do usuário do produto. Essa compreensão permite a associação da criação à emoção que a joia pode despertar (GOLA, 2013). Além da sua função principal, os produtos em geral expressam uma série de significados, caracterizados por valores simbólicos, psicológicos e afetivos que assumem a função de expressar um comportamento, demonstrar status, definir um grupo, o que permite descrever o contexto social em onde os mesmos estão inseridos (LAGO, 2013). Assim, o desenvolvimento de uma joia vai além da configuração estética, exigindo conhecimentos de diversas áreas por parte do designer, a partir do entendimento de todos os elementos, etapas e materiais de que se compõe o projeto deste produto.

O designer tem papel fundamental na criação e escolha do melhor modo de produção de seus produtos (CIDADE, 2012). Tem como principal função utilizar a tecnologia disponível de modo eficiente, onde a liberdade de criação é potencialmente aumentada, visto à facilidade originada das tecnologias. O processo criativo no desenvolvimento de produtos não pode ser esquecido, devendo ser desempenhado em conjunto com as inovações disponíveis de forma harmoniosa, uma vez que a joia é um produto com apelo estético e funcional.

Grandes inovações tecnológicas estão sendo aplicadas na indústria de bens de consumo, a partir de materiais inovadores e os consequentes novos processos de fabricação e criação que buscam auxiliar no desenvolvimento dos produtos (ASHBY; JOHNSON, 2010). O designer vem, ao longo dos anos, apresentando um papel fundamental no processo de criação, a fim de construir cenários estrategicamente eficientes para o lançamento de produtos inovadores.

A joalheria desenvolve-se juntamente com a evolução da sociedade e com as mudanças na arte, moda, cultura, bem como com os avanços tecnológicos da contemporaneidade. As formas de criação e fabricação estão sendo refinadas com o passar dos anos. Em todos os tempos, a joia, como adorno, tem a intenção de construir novas linguagens e, com elas, significados eficientes na sua elaboração e identidade (GOLA, 2013).

No design de joias a utilização de determinadas metodologias, que correspondem as etapas de levantamento de dados, geração de alternativas e desenvolvimento. Entretanto, várias abordagens podem ser seguidas nas etapas de criação, como o desenvolvimento de metáforas gráficas, i.e., painéis visuais de alternativas estético-formais, as quais são empregadas como fonte de inspiração (GOLA, 2013; JACQUES; SANTOS, 2009). Além disto, as fontes podem provir da observação de padrões naturais.

A utilização de elementos da natureza esteve presente na joalheria desde a antiguidade, sendo revivida durante o estilo *Art Nouveau* e *Art Déco* (MAGTAZ, 2008; SCHNEIDER, 2010). As formas de flores, folhas, galhos, raízes e demais partes já serviram de inspiração para a criação de joias, aproveitando-se de suas formas orgânicas para a criação de peças diferenciadas. Na joalheria contemporânea, novas fontes de criação permitem ser extrapoladas á métodos não convencionais, que possam trazer um novo diferencial às peças desenvolvidas. Entretanto, as formas e padrões estéticos encontrados em escala microscópica ainda são escassos na fabricação de joias e

adornos.

A natureza possui aptidões e atributos valiosos, onde as características funcionais e morfológicas de todos os seus elementos servem de estudo e inspiração. Com tais características, sua aplicação pode ser estudada de diversas formas, necessitando seguir uma determinada metodologia para verificação e emprego de seus atributos. A biônica surge, então, como uma ciência multidisciplinar que pesquisa os princípios, as propriedades e os mecanismos de sistemas naturais (estruturas, processos, funções, organizações e inter-relações) com o objetivo de aplicá-los no desenvolvimento de novos produtos ou na resolução de problemas técnicos que possam surgir durante a fase projetual (KINDLEIN JUNIOR; GUANABARA, 2005).

A base da biônica consiste no entendimento de padrões da natureza e a identificação dos efeitos visuais desejados. Para isto, diversas técnicas de observação são utilizadas, desde vista desarmada a estereoscópios. Mais recentemente, uma ferramenta de grande importância tem sido empregada para observação superficial de materiais: a Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV (CALLISTER; RETHWISCH, 2012). Nesse equipamento, um feixe de elétrons rastreia a superfície da amostra, sendo retroespalhado e coletado. O mesmo é mostrado sobre mesma taxa de varredura em um tubo de raios catódicos, que pode ser registrado como imagem. A partir das imagens obtidas via MEV é possível estudar a superfície dos materiais, com ampliações de até 30 mil vezes.

O bambu tem acompanhado as civilizações ao longo dos tempos, tendo sua origem no período Cretáceo, um pouco antes da era Terciária. Na cultura chinesa, a planta vem sendo utilizada desde os anos 1600 a 1100 A.C., de inúmeras maneiras (PEREIRA; BERALDO, 2008). Estima-se que o bambu contribua, atualmente, para a subsistência de mais de um bilhão de pessoas (PEREIRA; BERALDO, 2008). O material é fonte de proteção ao solo e sequestrador de carbono atmosférico, podendo ser utilizado como um regenerador ambiental, juntamente com o reflorestamento de outras madeiras, sendo capaz de fornecer alimento e matéria-prima de boa qualidade. A planta possui naturalmente adequadas características físicas e mecânicas, podendo substituir muitos materiais já utilizados em diversos ramos, como na construção civil, arquitetura e design. Caracteriza-se por ser renovável, por ter uma boa versatilidade, leveza, resistência, trabalhabilidade, multiplicidade das espécies, crescimento acelerado, e por sua beleza em escala macroscópica e microscópica.

O objetivo deste estudo é desenvolver uma joia integrando: (a) biônica e (b) observação de fotomicrografias do bambu ao processo criativo no design. Busca-se, então, aliar uma nova abordagem de observação de um material inusitado, milenar e sustentável, como o bambu, ao processo criativo da arte da joalheria. A visualização de imagens obtidas via MEV e o entendimento de sua microestrutura auxiliaram no desenvolvimento de uma metáfora gráfica para a criação de uma joia. O processo criativo da peça traz uma abordagem inovadora no design, ao considerar a adaptação de padrões microscópicos do bambu à escala macroscópica, através do entendimento de sua estrutura.

## **2. Processos Criativos na Joalheria Contemporânea**

Para o desenvolvimento de uma coleção de joias, os métodos projetuais mais utilizados e adaptados para este tipo de produto são os propostos por Löback (2001) e por Olver

(2002). No modelo proposto por Löback (2001), fica claro a importância das pesquisas, do levantamento de dados e da necessidade de reunir o maior número possível de informações importantes ao projeto que serão imprescindíveis nas demais etapas da criação de uma joia.

Na fase de preparação, coleta-se e analisa-se informações de todos os componentes do projeto, através de um referencial teórico e histórico. Já na fase de geração, levantam-se alternativas e esboços de ideias. É nessa fase que acadêmicos de joias introduzem a metodologia de Olver (2002), onde a autora propõe, no processo de criação, organizar as ideias por meio de esboços, contendo ainda a função de um álbum de recortes, com informações e imagens que auxiliem a expansão do processo imaginativo do designer. Essas alternativas auxiliam na etapa de geração de ideias.

Outra abordagem que Olver (2002) enfatiza é a ferramenta de diário visual, que não está somente relacionado com um conceito de design, mas comporta-se como um registro de elementos gráficos, que proporcionam inspiração e, conseqüentemente, estimulam a criatividade para o desenvolvimento das peças. Na fase de avaliação, Löback (2001) propõe examinar todas as soluções para que ocorra uma seleção das mesmas, utilizando critérios estabelecidos pela indústria/cliente ou pelo designer, filtrando as possibilidades mais condizentes e sua viabilidade perante o processo de fabricação, ergonomia, entre outros. Por último há a fase de realização, na qual se produz os projetos mecânicos e estruturais, os modelos tridimensionais, as alternativas ou mudanças quando necessárias e as fichas técnicas para a produção.

Entretanto, a forma mais utilizada por designers na criação de uma joia é o emprego de imagens aleatórias ou temas específicos. Com o auxílio desses recursos, os designers desenvolvem alternativas por meio da observação dos mesmos e, com o auxílio de painéis semânticos, criam esboços estimulando a criatividade (OLVER, 2002).

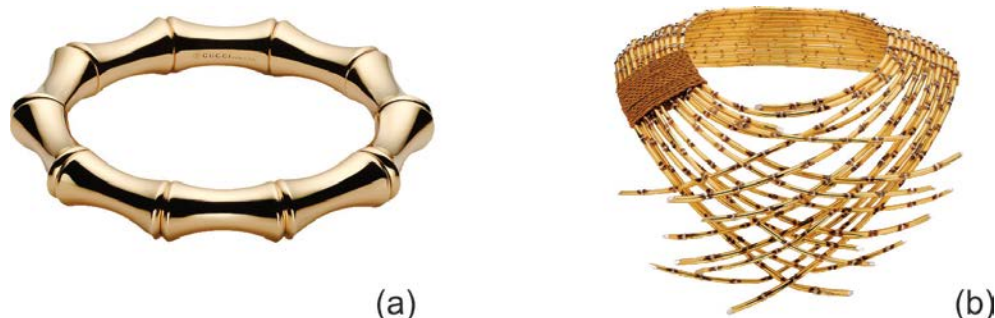
A utilização do painel semântico tem sua origem nas artes plásticas na técnica de *Collage*, em que o artista reinterpreta imagens fazendo uma metáfora gráfica (JACQUES; SANTOS, 2009). A técnica do painel semântico aplicada ao raciocínio projetual, consiste na busca de imagens que traduzam as necessidades que se procura atender, a partir dos objetivos de projeto que se quer alcançar (JACQUES; SANTOS, 2009). A composição das imagens reflete o que se espera alcançar com determinado produto, seja um produto gráfico, seja um produto de moda ou um objeto. Pode-se montar o painel semântico com recortes de revistas variadas, ou com fotos pessoais, colando as imagens em uma prancha ou fazer isto virtualmente com imagens acessadas online. A criatividade para a busca de ilustrações fica a critério do projetista, adequando-se a demanda de seu projeto.

Esta técnica pode dar mais agilidade a todo o processo de desenvolvimento de produto e conseqüentemente o aumento da competitividade do produto dentro de seu mercado, aplicando-o tanto na fase de identificação de necessidades dos clientes, ou na busca por oportunidades de negócio, quanto na geração e seleção de conceitos (JACQUES; SANTOS, 2009). Nesse processo criativo, o profissional levará em consideração as demandas do mercado e do cliente/indústria, buscando os padrões estéticos e formais que mais os satisfaçam.

Na joalheria contemporânea, há um conceito maior de liberdade de utilização de materiais, formas e elementos. Não há um estilo específico, o qual pode apresentar formas geométricas, orgânicas, de decoração simples ou complexa (BLAUER, 1991). A utilização de fontes não convencionais de inspiração surge como um fator diferencial

para o design dessas joias. Na inspiração pela natureza, é possível encontrar peças que utilizem da forma e elementos de plantas, como mostradas na Figura 1.

**Figura 1: Exemplos de joalheria contemporânea inspirada em plantas: (a) Gucci® – Bamboo Collection; (b) Camila Schmitt – Cana do Brasil (AuDITIONS Brasil 2012/2013).**



Fonte: [www.gucci.com](http://www.gucci.com) e [www.auditionsbrasil.com.br](http://www.auditionsbrasil.com.br)

Os exemplos apresentados na Figura 1 ilustram alguns exemplos de aplicações de padrões macroscópicos de plantas monocotiledôneas. O bracelete da Figura 1A, da Gucci®, utiliza como inspiração detalhes do bambu para dar forma à joia. De forma semelhante, a peça premiada no concurso AuDITIONS Brasil 2012/2013, da designer Camila Schmitt, também utiliza esta divisão do caule da cana-de-açúcar como efeito visual, juntamente com o agrupamento e entrelaçamento de várias unidades. Desse modo, o uso de padrões e elementos naturais como fonte de inspiração é visto como um caminho bastante seguido por designers e joalheiros para obter efeitos formais de grande beleza.

A joalheria contemporânea possui a característica de ser autoral e inovadora, mas sendo utilizados processos artesanais de fabricação. A presença do artista encontra-se mais envolvente à peça, sendo considerada por alguns autores como uma prática de manufatura artesanal de estúdio, autorreflexiva, que está orientada ao corpo (SKINNER, 2013). Assim, a utilização de fatores de inspiração inovadores é tão importante quanto a manufatura da peça. A ligação entre o conceito de criação e a joia desenvolvida precisa passar por etapas de manufatura, que vão gerar a identidade.

Como o próprio nome a designa, a contemporaneidade está associada ao presente (SKINNER, 2013). Desse modo, as criações e métodos de desenvolvimento desse tipo de joalheria precisa, também, empregar-se de ferramentas disponíveis atualmente. Um dos métodos existentes que permite ir além das formas tradicionais que a natureza oferece é a adaptação de padrões e formas inusitadas e suas consequentes fontes de inspiração, muitas vezes invisíveis ao olhar desarmado do cotidiano.

O uso de vista desarmada ou de equipamentos óticos acaba por limitar a quantidade de detalhes da anatomia disponíveis para emprego como inspiração no processo criativo. Assim, a observação microscópica (MEV) pode ser empregada como o meio inovador e científico no desenvolvimento de uma peça de joalheria contemporânea, fornecendo métodos de pesquisa, observação e adaptação dos efeitos buscados.

### 3. Materiais e Métodos

Esta pesquisa foi conduzida por meio da metodologia de biônica e de desenvolvimento de joias. Após descritos os métodos aplicados, é apresentado o material empregado, bambu, e a técnica de microscopia eletrônica de varredura (MEV) utilizada para observação de sua microestrutura.

#### 3.1. Biônica

Os princípios da biônica visam à utilização de uma determinada propriedade encontrada na natureza para o desenvolvimento de um produto. Essa característica pode ser simulada diretamente ou utilizada como inspiração para criações. A metodologia de estudo de biônica, proposta por Kindlein Júnior e Guanabara (2005), divide, inicialmente, esta aplicação conforme a condição projetual encontrada.

No desenvolvimento de um produto baseado na metodologia de biônica, duas formas iniciais de aplicação de uma característica natural podem ser seguidas: quando se há o conhecimento da propriedade na qual se deseja inspirar ou quando há uma situação problemática no projeto, onde é preciso investigar quais soluções naturais podem existir (KINDLEIN JUNIOR; GUANABARA, 2005). Em seguida, parte-se para a etapa de levantamento de dados, que podem ser obtidos por literaturas especializadas e/ou através de centros de pesquisa.

Após a pesquisa sobre as características desejadas, parte-se para análise dos elementos nos quais elas são baseadas (KINDLEIN JUNIOR; GUANABARA, 2005). São descritos suas formas, estruturas, funções e princípios elementares que vão balizar as informações a serem visualizadas no experimento. Segundo os autores, após a coleta ou obtenção das amostras, segue a preparação das mesmas para posterior visualização. Essa preparação é dada conforme o tipo de instrumento que será utilizado na observação, seja fotografia, microscopia óptica ou microscopia eletrônica, por exemplo, cada uma com diferentes níveis de detalhamento.

Por fim, após a correta observação das características formais da amostra da natureza, é iniciada a etapa de geometrização, na qual os padrões ou efeitos que se deseja imitar são isolados. Neste processo, é empregada a técnica de parametrização, na qual estas propriedades específicas são simplificadas morfológicamente e representadas de maneira delineada, de modo que possam ser replicadas matematicamente. Após a definição dos padrões desejados, parte-se para a etapa de analogias com o produto que se deseja aperfeiçoar com as características naturais. Com isto, verifica-se a viabilidade de uso e, caso positivo, as propriedades inspiradas da natureza são aplicadas ao projeto, utilizando como alternativa de criação na metodologia desejada.

No presente estudo, foi buscada diretamente a aplicação dos efeitos visuais existentes na anatomia do bambu, em virtude de suas propriedades estruturais já conhecidas, bem como sua anatomia ainda pouco explorada nesse segmento. O objetivo foi aliar as técnicas de observação microscópicas na planta com a proposta da joalheria contemporânea, resultando em uma abordagem inovadora da aplicação da microestrutura vegetal no design de joias.

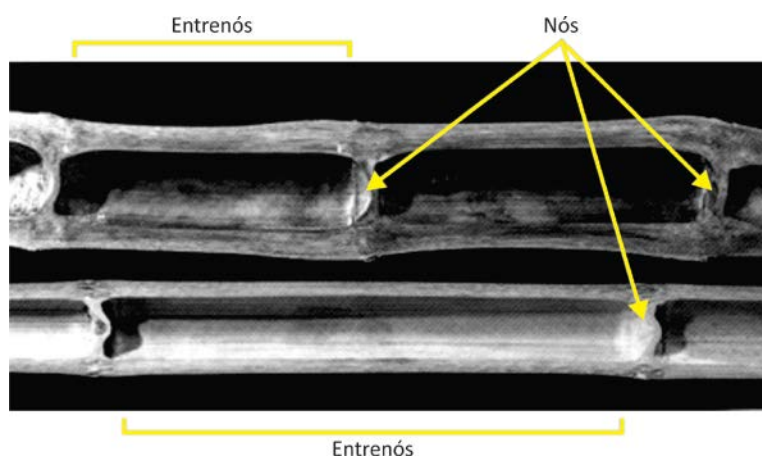
### 3.2. Bambu

O bambu pertence à família Gramineae e a subfamília Bambusoideae, sendo tratado algumas vezes como pertencente à família Bambusaceae, com aproximadamente 50 gêneros e 1.300 espécies (LIESE, 1998). Os bambus nativos crescem naturalmente em todos os continentes, exceto na Europa, sendo que 62% das espécies são nativas da Ásia, 34% das Américas e 4% da África e da Oceania (PEREIRA; BERALDO, 2008).

De acordo com Pereira e Beraldo (2008), o Brasil possui 34 gêneros e 232 espécies de bambus nativos (174 espécies consideradas endêmicas), sendo considerados 16 gêneros de bambu do tipo herbáceo (ornamental) e 18 gêneros do tipo lenhoso. Dentre as espécies identificadas no Brasil destacam-se os gêneros: Bambusa, Dendrocalamus, Gigantochloa, Guadua, Phyllostachys, Pseudosasa, Sasa e Sinoarundinaria (PEREIRA; BERALDO, 2008). É uma planta predominantemente tropical, com seu crescimento acelerado em relação a outras espécies de árvores. São necessários em torno de 3 a 6 meses para poder ser utilizado. Não há qualquer outra espécie vegetal que se renove em menor intervalo de tempo que o bambu, ou que possua um melhor aproveitamento de área (LIESE, 1998).

O bambu é uma das plantas de maior utilização como matéria-prima em estruturas e edificações (LIESE, 1998; OHRNBERGER, 1999; PEREIRA; BERALDO, 2008). Além de seu rápido crescimento, um dos motivos é sua grande resistência a flexão, mesmo com uma razão de diâmetro por comprimento muito pequena. Alguns trabalhos evidenciaram que as propriedades macroestruturais da planta está associada à sua microestruturua (MA et al., 2008; WANG et al., 2012), a qual é composta por três tipos principais: células fibrosas, células de parênquima e elementos vasculares. A organização e arranjo destes tipos de células é que definem a resistência estrutural do bambu, ainda que mantendo-o como uma planta leve e de rápido crescimento (FAHN, 1990). Sua microestrutura confere à planta características de tenacidade com esforços de flexão e boa resistência à tração. Sendo uma monocotiledônea, seu caule é caracterizado por ser predominantemente oco, dividindo-se em regiões de nós e entrenós, como mostra a Figura 2.

Figura 2: Dvisião interna do bambu, em regiões de nós e entrenós.



Fonte: adaptado de Liese (1998)

O tecido fundamental do bambu é denominado de parênquima, como pode ser

visto na Figura 2, e representa 40 a 60% da composição do colmo (LIESE, 1998; PEREIRA; BERALDO, 2008). Esse tecido, embora envolva os feixes de fibras e os feixes vasculares (vasos), não é distribuído igualmente, ou seja, 60% se encontra na parte basal e 40% na parte apica (LIESE, 1998; PEREIRA; BERALDO, 2008). Ainda segundo o referido autor, a umidade contida no parênquima decresce gradualmente à medida que o colmo envelhece. O tecido é formado por células alongadas, dispostas axialmente e intercaladas por células prismáticas mais curtas (LIESE, 1998; PEREIRA; BERALDO, 2008).

Para geração de padrões naturais que possam inspirar a criação de uma joia, é necessário determinar o nível de observação que se deseja trabalhar. A fim de obter imagens da anatomia do bambu, foi recolhida uma amostra da espécie *Bambusa tuloides* Munro, localizada na região dos Pampas do Estado do Rio Grande do Sul. A espécie, originada do Sul da China, é muito cultivada na América do Sul como quebra-vento em áreas rurais, graças ao seu agrupamento típico e rizoma, o caule de crescimento horizontal, subterrâneo nos bambus (FAHN, 1990; OHRNBERGER, 1999). A *B. tuloides* atinge de 6 a 10 metros de altura, com seu caule atingindo de 3 a 5 cm de diâmetro, segundo Ohrnberger (1999).

### **3.3. Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV**

Para fins de captação das formas e definições da microestrutura de um material, uma das técnicas mais utilizadas atualmente é a de Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV, considerada uma das mais importantes ferramentas de investigação disponíveis. As imagens são de alta resolução, e muito utilizadas na pesquisa de materiais. As superfícies das amostras a serem examinadas são varridas com um feixe de elétrons que são refletidos e retroespalhados, dentre outros efeitos (CALLISTER; RETHWISCH, 2012; CANEVAROLO JR., 2004). Para analisar e avaliar melhor as amostras de bambu, utilizou-se o equipamento Hitachi® modelo TM 3000, com imagens eletrônicas do tipo BSE (*Back Scattered Electron*), localizado no Laboratório de Design e Seleção de Materiais – LdSM na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. A aceleração do feixe de elétrons utilizada foi de 15 keV.

A amostra utilizada de bambu possuía 3 cm de diâmetro, sendo seccionada radial e longitudinalmente. Por ser cortada com serra, percebeu-se uma danificação superficial na amostra, gerando serragem que poderia prejudicar a visualização microscópica. Desse modo, optou-se por utilizar uma amostra de um colmo jovem e ainda naturalmente úmido. A seção pode ser executada de forma manual, sem o auxílio de ferramentas, permitindo sua aplicação. Em seguida, esta amostra foi observada via MEV, para visualização dos padrões celulares da planta para o processo criativo.

## **4. Resultados e Discussão**

### **4.1. Análise via MEV**

As imagens obtidas ao MEV, observadas na Figura 3, apresentam a microestrutura do bambu. Na figura 3a, é possível observar toda a estrutura com formatos de linhas e formas arredondadas. As estruturas em forma de linhas correspondem aos tecidos fibrosos, formados por feixes de fibras, que fornecem à planta sua resistência mecânica. Já as camadas arredondadas apresentam as células do tecido parênquima, o qual é



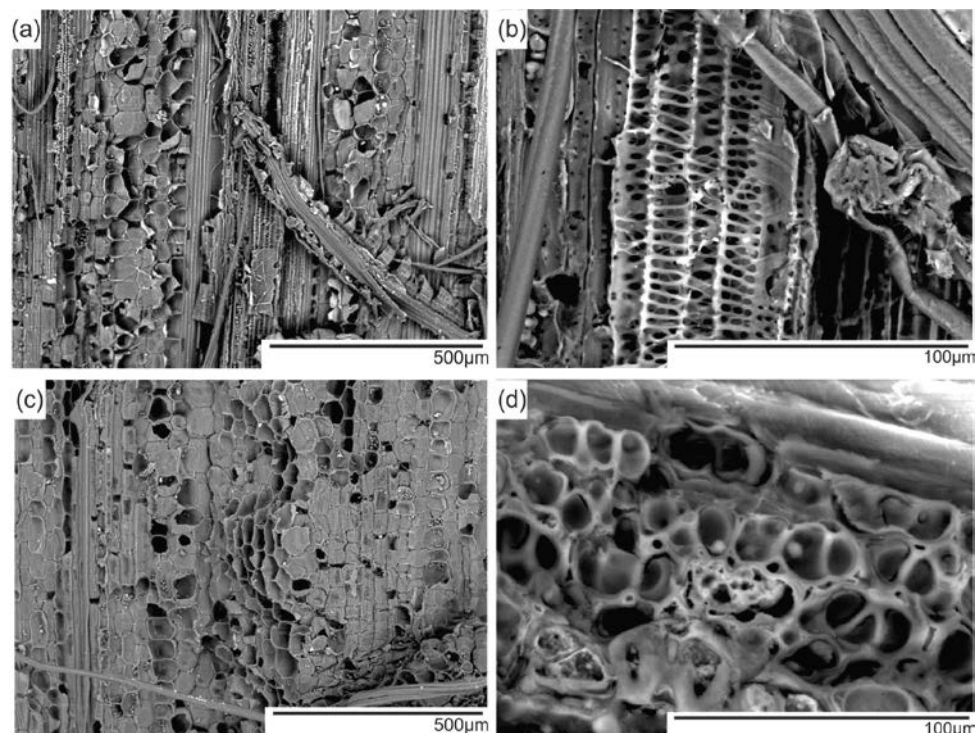
responsável pelo armazenamento de substâncias e pelo preenchimento da planta (FAHN, 1990).

Na Figura 3b, podem ser identificadas as microestruturas das células de parênquima e, em seu redor, os feixes de fibras, protegendo-as. Observa-se os contornos no entorno das células e suas dimensões e formatos distintos. A região observada corresponde à parte interna de um feixe vascular, responsável pela condução de substâncias e água. Esta região, por ser circundada por células de parênquima, apresenta um formato tubular entrelaçado. Com a presença de células na parte posterior, é visível o efeito de sobreposição de malhas.

Já na Figura 3c, é possível analisar as células de parênquima, com seu tecido formado por inúmeras células arredondadas e dispostas axialmente no sentido do eixo vertical do caule da planta. Nesta imagem as células de parênquima aparecem com suas paredes celulares fechadas, apresentando formato como colmeia, no qual várias cavidades são dispostas lado a lado, proporcionando volumetria. Na Figura 3d, as células de parênquima são observadas de modo a evidenciar sua disposição contígua em todas as direções. O entrelaçamento das paredes celulares apresenta um efeito visual de círculos e elipses agrupados.

Inúmeras formas e disposições são visualizadas nas microscopias, as quais irão auxiliar no processo criativo como um painel semântico, por meio de esboços rápidos e de parametrizações via computador. Este painel é utilizado pelo designer para auxiliar na criação de propostas estético-formais, conforme apresentado por Olver (2002). Desse modo, com a observação dos detalhes das formas, é possível gerar ideias inventivas para o desenvolvimento das peças.

Figura 3: Imagens ao MEV da anatomia do bambu.



Fonte: Autores (2015)

#### 4.2. Design de joia inspirada na microestrutura do Bambu

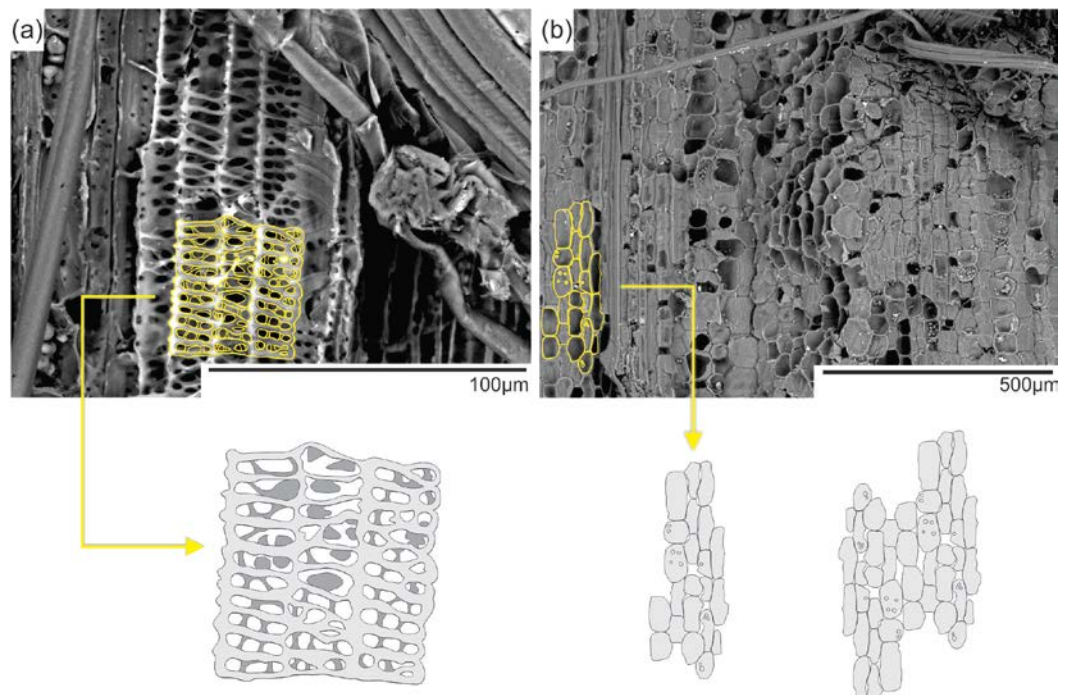
Com as análises e entendimento via MEV da microestrutura do bambu, partiu-se para o processo criativo no design de joias. A atividade de desenvolvimento de um novo produto não é tarefa simples, requerendo pesquisa, cuidadoso planejamento e uma visão global, abrangendo conhecimentos de mercado, processos de fabricação, arte e estilo. Nesse sentido, a metodologia de biônica apresentada foi utilizada, de modo a contribuir para a aquisição de padrões formais da natureza para a criação da joia.

Primeiramente, a partir das imagens mais representativas da microestrutura do bambu, objetivou-se visualizar as duas principais composições do colmo, sejam elas: elementos vasculares e parênquima. Estas foram editadas via *software* vetorial, onde as formas dos detalhes de interesse da amostra foram simplificadas e transformadas em módulos (Figura 4). Nesta etapa, foi feita uma tradução/adaptação das informações obtidas a partir das análises, para uma linguagem gráfica técnica.

Embora a criatividade seja fundamental para o desenvolvimento de um produto, existem algumas técnicas que auxiliam no direcionamento para a obtenção de um produto com um bom resultado. O mistério e a magia da capacidade que o ser humano tem para desenhar, parece ser, pelo menos em parte, a habilidade de efetuar uma mudança no estado cerebral na direção de uma diferente modalidade de ver e perceber.

O problema não é desenhar, mas ter novas possibilidades de temas para a criação, e poder ver de uma maneira mais específica. O ser humano tem uma capacidade inventiva, intuitiva e imaginativa.

Figura 4: Parâmetros para o processo criativo.



Fonte: Autores (2015)

Dentre a parametrização e o entendimento da microestrutura do bambu, os elementos vasculares enfatizados na Figura 4a foram empregados como elementos de

**Biônica como Processo Criativo: Microestrutura do Bambu como Metáfora Gráfica no Design de Joias Contemporâneas**

inspiração, para a criação de uma peça de joalheria contemporânea. Esta microestrutura foi escolhida devido ao seu prolongamento e por possuir um formato atrativo de tridimensionalidade. A joia foi criada, a partir das microscopias, baseando-se na simplificação dos detalhes internos das malhas dos elementos vasculares, com suas inúmeras cavidades celulares em diversos tamanhos e formatos. O entendimento de como se dá o posicionamento das células ajudaram na geração de uma representação gráfica no processo criativo de um anel.

A peça foi fabricada artesanalmente utilizando métodos manuais da joalheria tradicional (Figura 5a). O anel possui toda sua estrutura em prata (Ag 925), tendo dois aros sobrepostos com detalhes vazados conforme as malhas representadas graficamente pelas células visualizadas nas imagens microscópicas. O efeito de dois aros sobrepostos (Figura 5b) representa o mesmo efeito das malhas celulares encontradas via MEV.

**Figura 5: Joia desenvolvida: (a) processo de fabricação manual; (b) sobreposição de camadas; (c) peça final.**



Fonte: Autores (2015)

Na Figura 5c é possível visualizar a joia final projetada, com a aplicação do efeito visual encontrado nas malhas sobrepostas de células de parênquima. Os desenhos gráficos da peça foram registrados como Desenho Industrial na Universidade Federal do

Rio Grande do Sul, sob número de registro BR 30 2015 001021 5.

## 5. Considerações Finais

O design de joias contemporâneas apresenta um mundo de possibilidades criativas e inovadoras. Encontrar caminhos diferenciados, considerando fontes de inspiração, observação e materiais, bem como as relações com o público e as dimensões simbólicas de sua criação, é um desafio constante para esta área. Outro fator determinante e diferenciador da atividade do designer dentro do setor joalheiro é a sua capacidade de analisar e entender o usuário deste produto. O interesse pela joia pode resultar da sua capacidade em associar a criação à emoção que o objeto vai despertar junto ao seu usuário, podendo ser através de efeitos visuais não convencionais.

No processo criativo apresentado, para o desenvolvimento de joias, foi possível verificar a possibilidade de encontrar inspiração sob novos pontos de vista. A biônica surge, desta forma, como uma ferramenta para auxiliar o designer na compreensão de elementos e padrões naturais. A microestrutura de plantas pode ser utilizada como um diferencial estético ainda pouco explorado, identificando formas a serem empregadas em criações.

A utilização de microscopias eletrônicas, ainda que já consolidada como grande método de caracterização de materiais na Engenharia, pode ser utilizada como uma ferramenta de obtenção de imagens para inspiração no Design. As tecnologias usadas na atualidade não precisam ser limitadas aos seus propósitos iniciais, mas podem ser trabalhadas em novas formas de criação.

## Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e da FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul), sendo realizado no Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LdSM), localizado na Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Agradecimentos também à Prof.<sup>a</sup> Dra. Raquel Mauler da Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico (SEDETEC) da UFRGS.

## Referências

ASHBY, M. F.; JOHNSON, K. **Materiais e Design** : Arte e Ciência na Seleção de Materiais em Projeto de Produto. 2<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: CAMPUS, 2010.

BLAUER, E. **Contemporary American jewelry design**. New York: Springer, 1991.

CALLISTER, W. D.; RETHWISCH, D. G. **Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Integrated Approach**. New York: John Wiley & Sons, 2012.

CANEVAROLO JR., S. V. **Técnicas de caracterização de polímeros**. São Paulo: Artliber, 2004.

- CIDADE, M. K. **Caracterização e padronização do processo de gravação a laser em ágata aplicado ao design de joias**. 2012. p. 176. Dissertação (Mestrado) - UFRGS, Porto Alegre, 2012.
- FAHN, A. **Plant Anatomy**. Fourth ed. Oxford: Pergamon Press, 1990.
- GOLA, E. **A jóia: história e design**. 2ª. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2013.
- JACQUES, J. J. DE; SANTOS, R. F. DOS. Metáforas Gráficas - A Aplicação do Painel Semântico no Desenvolvimento de Produtos. **Educação Gráfica (UNESP Bauru)**, v. 13, p. 244–256, 2009.
- KINDLEIN JUNIOR, W.; GUANABARA, A. S. Methodology for product design based on the study of bionics. **Materials & Design**, v. 26, n. 2, p. 149–155, abr. 2005.
- LAGO, T. E. R. **Caracterização e impregnação polimérica do porongo (Lagenaria siceraria) visando a aplicação no design de biojoias**. 2013. p. 91. Dissertação (Mestrado) - UFRGS, Porto Alegre, 2013.
- LIESE, W. **The Anatomy of Bamboo Culms**. Beijing: BRILL, 1998.
- LÖBACH, B. **Design industrial : bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- MA, J. et al. Elastic Buckling of Bionic Cylindrical Shells Based on Bamboo. **Journal of Bionic Engineering**, v. 5, n. 3, p. 231–238, set. 2008.
- MAGTAZ, M. **Joalheria Brasileira : do Descobrimento ao Século XX**. São Paulo: Mariana Magtaz, 2008.
- OHRNBERGER, D. **The Bamboos of the World : Annotated Nomenclature and Literature of the Species and the Higher and Lower Taxa**. Amsterdam: Elsevier Science B.V., 1999.
- OLVER, E. **The Art of Jewelry Design : From Idea to Reality**. Cincinnati, OH: North Light Books, 2002.
- PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. 2ª. ed. Bauru, SP: Canal6, 2008.
- SCHNEIDER, B. **Design - uma introdução : o design no contexto social, cultural e econômico**. São Paulo: Blucher, 2010.
- SKINNER, D. (ED.). **Contemporary Jewelry in Perspective**. New York: Lark Books, 2013.
- WANG, X. et al. Cell wall structure and formation of maturing fibres of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) increase buckling resistance. **Journal of the Royal Society, Interface / the Royal Society**, v. 9, n. 70, p. 988–996, 7 maio 2012.