

Potencialidades do BAMBU

Um galo sozinho não tece uma manhã:
ele precisará sempre de outros galos

Potential uses for BAMBOO

*One rooster does not weave a morning:
he will always need other roosters*

Jaime G. de Almeida

*Professor Associado IV do Departamento de Projeto, Expressão em Representação em
Arquitetura (PRO-FAU/UnB) e Diretor do Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e
Fibras Naturais da Universidade de Brasília (CPAB/UnB), Brasília, DF, Brasil.
End. Eletrônico: jagal@unb.br*

doi:10.18472/SustDeb.v7n3.2016.21887

GALERIA / GALLERY

INTRODUÇÃO

Reafirmar a importância do bambu-planta no rol das matérias-primas estratégicas para o desenvolvimento socioeconômico com vistas à sustentabilidade parece pleonasma. De fato, a planta contribui de forma significativa para a conservação da natureza, a criação de postos de trabalho e a renda para populações vulneráveis. Além disso, o bambu gera cultura e, sobretudo, riqueza. Sachs (2009) incluiu o bambu na sua conceituação do eco-desenvolvimento, que se expressa no “trinômio biodiversidade-biomassas-biotecnologias”, cujo contexto e horizonte é a “civilização moderna do vegetal” (SACHS, 2009, p. 252).

INTRODUCTION

Restating the importance of the bamboo-plant as a strategic raw material for sustainable socioeconomic development sounds redundant. In fact, the plant contributes significantly to the conservation of nature, the creation of jobs, and the generation of income for vulnerable populations. In addition, bamboo generates culture and, above all, wealth. Sachs (2009) included bamboo in his concept of eco-development, expressed by the “trinomial biodiversity-biomass-biotechnologies” in which the context and perspective is “modern plant-based civilization” (SACHS, 2009, p. 252).

Guadua angustifolia, denominada localmente como taquarucú, é uma das espécies nativas da Amazônia do gênero *Guadua*. As florestas abertas com bambus, do gênero *Guadua*, cobrem cerca de 180.000 km², no oeste do Amazonas, no Acre, no nordeste do Peru e no norte da Bolívia. Trata-se da maior floresta nativa contínua de bambus no mundo. Estudos realizados no Projeto Radam determinaram a existência de aproximadamente 7 milhões de hectares de bambuzais nativos somente no Acre.

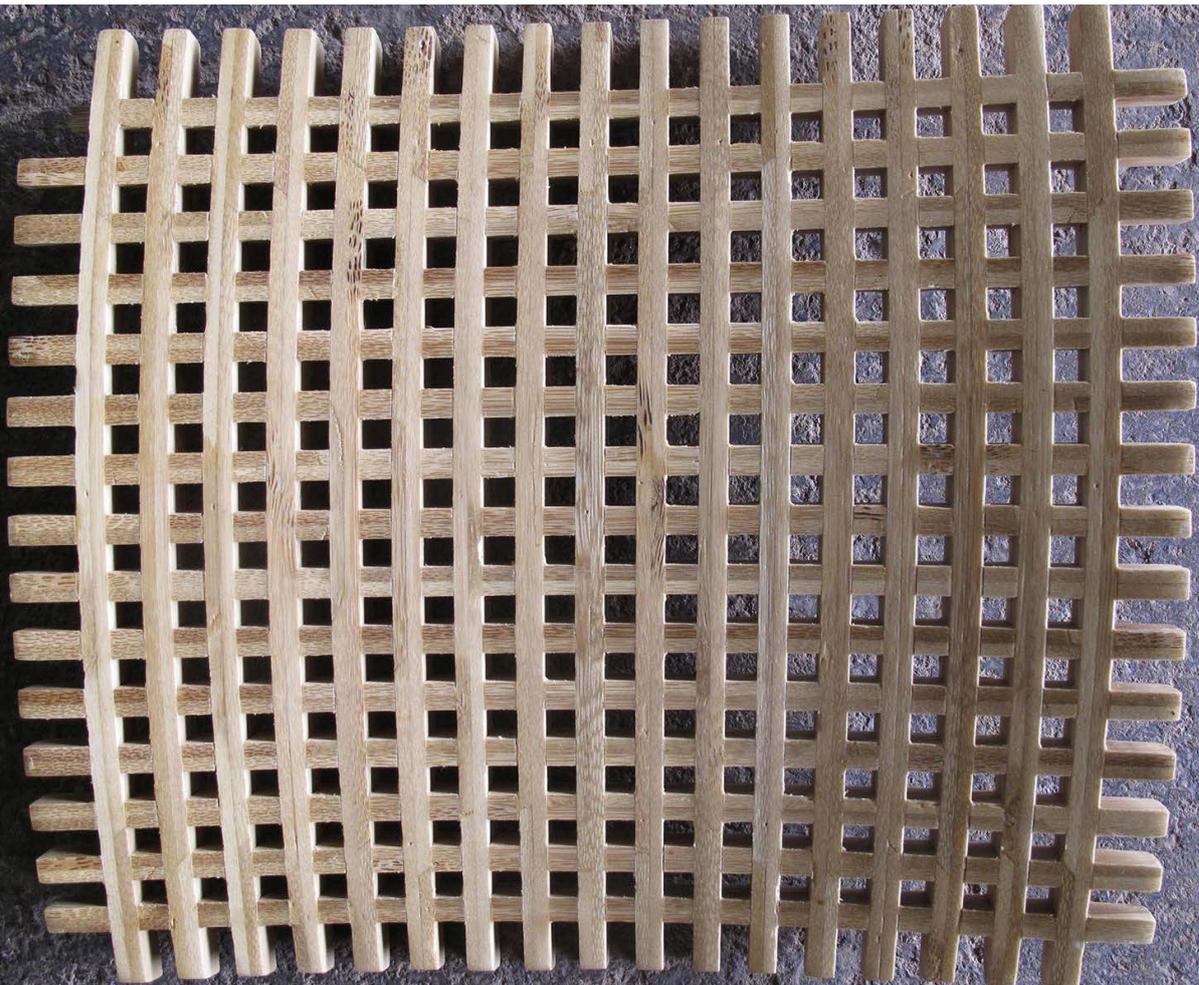
Guadua angustifolia, locally called taquarucú, is one of the native Amazonian species of the genus *Guadua*. The open bamboo forests of the *Guadua* genus cover about 180,000 km² of western Amazonas State and Acre state (Brazil), northeastern Peru, and northern Bolivia. It is the largest continuous native forest of bamboo in the world. Studies conducted by the Radam Project revealed the existence of approximately 70.000 km² of native bamboo formations in the state of Acre.

Foto/Photo: Lydia Costa

Cobertura proposta por Lúcio Ventania, um bambuzeiro de Minas Gerais, com Phyllostachys, conhecido como cana-da-índia Além de embelezar o ambiente, o bambu-planta é um grande protetor do solo.

A nursery built with bamboo. In addition to beautifying the environment, bamboo is a great protector of the soil.

Foto/Photo: Lydia Costa



Treliça de bambu laminado com dupla curvatura para encosto de cadeira produzido no Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais (CPAB) do Departamento de Arquitetura da Universidade de Brasília.

A trellis chair backrest with double curvature made with glued laminated bamboo, produced at the Center for Research and Application of Bamboo and Natural Fibers (CPAB) of the Architecture Department of the Universidade de Brasília.

Foto/Photo: Paula Simas



Amarração tradicional para construções com bambu tubular. O bambu serve para inúmeras atividades, desde a produção de alimentos na forma de brotos até diversas aplicações em sofisticadas construções.

Traditional bamboo ties for constructions using tubular bamboo. Bamboo is an excellent material for many activities, from food in the form of bamboo shoot, to various applications in sophisticated constructions.

Foto/Photo: Paula Simas.

Este texto tem como foco principal o terceiro termo, **biotecnologias**. Esse termo permite tratar do processo atual de industrialização do bambu-colmo, sob a forma do bambu laminado colado (BaLC). O objetivo é descrever e discutir os estudos e pesquisas sobre o BaLC realizados pelo Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais da Universidade de Brasília (CPAB/UnB), tendo como referencial o trinômio de Sachs. O texto tem quatro seções, a saber: (i) sobre a **biodiversidade**; (ii) a **biomassa**; (iii) a **biotecnologia**; e (iv) o **CPAB/UnB**.

*This text focuses on the third term, **biotechnologies**. This term allows us to discuss the current process of the industrialization of bamboo stalk (culm) in the form of glued laminated bamboo (GLBs). The objective is to describe and discuss the studies and research of GLBs carried out by the Center for Research and Application of Bamboo and Natural Fibers, of the Universidade de Brasília (CPAB/UnB), using Sachs' trinomial as a reference. The text has four sections, namely: (i) **biodiversity**; (ii) **biomass**; (iii) **biotechnology**; and (iv) **CPAB/UnB**.*

DISCUSSÃO

(i) Sobre a **biodiversidade**: o bambu é uma planta fibrosa e rizomatosa cuja parte subterrânea é formada por rizomas e raízes; a parte aérea tem colmos, galhos, folhas, flores e frutos. Segundo Filgueiras & Santos-Gonçalves (2011), o bambu pertence às gramíneas. Faz parte de uma das 12 famílias das *Poaceae* e conta com duas subfamílias, a *Bambusoideae* (colmo lenhoso) e *Olyreae* (colmo herbáceo). São reconhecidas cerca de 1.200 espécies de bambu, distribuídas aproximadamente 90 gêneros.

DISCUSSION

(i) **Biodiversity**: Bamboo is a fibrous and rhizomatous plant whose subterranean part is formed by rhizomes and roots; the aerial part has culms, branches, leaves, flowers and fruits. According to Filgueiras & Santos-Gonçalves (2011), bamboo belongs to Gramineae family. It is part of one of the twelve families of Poaceae, which has two subfamilies, Bambusoideae (woody culms) and Olyreae (herbaceous culms). About 1,200 species of bamboo are recognized and are distributed over approximately ninety genera.

Rizoma do bambu da espécie *Guadua angustifolia*. O rizoma é a parte subterrânea do bambu-planta que, entre outras funções, protege a planta contra queimadas. O bambu resistiu e foi a primeira planta a se desenvolver após os ataques nucleares em Nagasaki e Hiroshima. Esse mecanismo de proteção foi responsável também pela sua sobrevivência aos ataques de napalm no Vietnã.

The rhizome of the Guadua angustifolia bamboo species. The

rhizome is the underground part of the bamboo-plant, which, among other functions, protects the plant against bush fires. Bamboo resisted and was the first plant to regrow after the nuclear strikes in Nagasaki and Hiroshima. This protection mechanism was responsible also for its survival to napalm attacks in Vietnam.

Foto/Photo: Paula Simas

A *Lista da Flora do Brasil*¹ menciona o total de 258 espécies nativas de bambu, com 93 de *Olyreae* e 165 de *Bambuseae* (FILGUEIRAS; RIBEIRO, 2015). O Brasil tem o maior número de espécies entre os países das Américas. Além das espécies nativas, o país dispõe de inúmeros bambus cultivados, trazidos da Ásia pelos portugueses no período colonial. Há outras espécies cultivadas, introduzidas por migrantes mais recentes, por exemplo, japoneses. Existe ainda o estoque de bambus pertencentes às coleções botânicas, para fins de estudos e pesquisas.

Entre eles, há um bambu gigante asiático bem adaptado ao país e, sobretudo, dotado de valor econômico - *Dendrocalamus asper* (FARRELLY, 1996). Trata-se de uma espécie de bambu entouceirante que produz broto comestível e matéria-prima para diversos fins como, por exemplo, artesanato, construção predial, paisagismo e serviços ambientais. Entre esses serviços se incluem as barreiras contra ruídos e ventos, a contenção de encostas, a biofiltração de efluentes industriais e sanitários, a recuperação de áreas degradadas, o sequestro de carbono e a proteção de nascentes, entre outros. A potencialidade fibrosa desse bambu alimenta a indústria de celulose para a fabricação de papéis e de biomassa energética.

(ii) Sobre a **Biomassa**: segundo Dunkelberg (2000), o entrenó do colmo contém em geral 50% de tecido parenquimatoso, 40% de fibras e 10% de vasos; os nós têm cerca de 50% de fibras. Segundo Vegesack e Kries (2001, p. 151), “bamboo is the quickest growing plant in the world. It can grow a good 30 per cent more quickly than the “fastest tree” – in fact, some varieties grow more than one meter each day”². Quanto à produção de biomassa, o bambu, em termos da relação peso/hectare/ano, produz 25 vezes biomassa do que a madeira.

“Lista da Flora do Brasil”¹ (The Brazilian List of Plants) records a total of 258 native species of bamboo, 93 of Olyreae species and 165 of Bambuseae species (FILGUEIRAS; RIBEIRO, 2015). Brazil has the largest number of species among the countries of the Americas. Besides the native species, the Brazil has numerous cultivated bamboos, brought from Asia by the Portuguese during the colonial period. There are other cultivated species introduced by more recent immigrants, such as the Japanese, for example. There is also a stock of bamboos in botanical collections, for purposes of study and research.

Among these, the giant Asian bamboo (Dendrocalamus asper) has adapted very well to the country and, above all, has great economic value - (FARRELLY, 1996). It is a type of clumping bamboo that is the source of edible shoots and raw materials for various purposes, such as handicrafts, building construction, landscaping and environmental services. These services include barriers against noise and wind, slope erosion containment, biofiltration of industrial and sanitary effluents, the recovery of degraded areas, carbon sequestration and the protection of watersheds, among others. The fibrous potential of this bamboo feeds the pulp industry for the production of paper energy from biomass.

(ii) Biomass: according to Dunkelberg (2000), the internode generally contains 50 percent of parenchymal tissue, 40 percent of fibers and 10 percent of conducting tissues (vessels and sieve tubes); the nodes have about 50 percent of fibers. According to Vegesack and Kries (2001, p. 151), “bamboo is the quickest growing plant in the world. It can grow 30 per cent more quickly than the “fastest tree” - in fact, some varieties grow more than one meter each day”². As for the production of biomass, in terms of weight/hectare/year bamboo produces 25 times biomass than wood.

Estoque de peças de bambu gigante do Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais (CPAB), preparadas para a produção de laminado colado (BaLC). Foto: Ana Cristina Magalhães

Stock of giant bamboo pieces at the Center for Research and Application of Bamboo and Natural Fibers (CPAB) for the production of cast laminate (BaLC).

Foto/Photo: Ana Cristina Magalhães



Colmos de bambu serrado. O colmo é um tipo de caule com nós e entrenós visíveis que se apresentam ocios no bambu gigante, mas em outras espécies são eles totalmente preenchidos.

Culms of sawed bamboo. Culm is a type of stem with visible nodes and internodes that are hollow in the giant bamboo, but are totally filled in other species.

Foto/Photo: Ana Cristina Magalhães

(iii) Sobre a **Biotecnologia**: a industrialização do bambu, especialmente a produção de bens, é um dos setores econômicos que agrega valor aos bens produzidos, cria ocupação e emprego em escala regional. O bambu é um recurso natural básico de duas cadeias, a de valor social e a produtiva. O impacto ambiental da fabricação de produtos de bambu é reduzido, se comparado aos impactos de outras indústrias. O processamento do bambu-colmo não exige mecanização complexa e total da produção, pois o manejo da plantação requer trabalho direto e manual. Por outro lado, as máquinas utilizadas podem ser instaladas no campo, haja vista que a infraestrutura de produção de BaLC é idêntica a de uma marcenaria convencional.

*(iii) **Biotechnology**: the industrialization of bamboo, especially the production of articles, is one of the economic sectors that adds value to them and creates jobs and employment on a regional scale. Bamboo is a basic natural resource of two chains, one of social value and the other of productive value. The environmental impact of the production of bamboo products is moderate if compared to the impacts of other industries. Processing bamboo culms does not require complex and complete mechanization, since the cultivation requires direct and manual labor. On the other hand, machines used in the production of GLBs can be installed in rural areas, since the infrastructure is identical to that of a conventional wood carpentry.*



Corte do colmo do bambu em ripas para a produção do bambu laminado colado (BaLC). Os equipamentos utilizados na industrialização do bambu são na sua maioria eletromecânicos, tal como os usados em marcenarias, o que torna a cadeia produtiva do bambu uma grande oportunidade para a agroindústria de base familiar.

Cutting bamboo culms in slats for the production of Glued Laminated Bamboo (GLBs). The equipment used in the industrialization of bamboo is mainly electromechanical, such as those used in a wood carpentry, which makes the bamboo supply chain a great opportunity for family-based agro-industries.

Foto/Photo: Ana Cristina Magalhães

A transformação industrial do bambu é intensiva de mão-de-obra e tem a capacidade de articular os trabalhos industrial, artesanal e comercial. Esse quadro propicia a instalação de arranjos produtivos locais – APLs com base no cooperativismo (CASAGRANDE; UMEZAWA, 2004). China, Índia, Colômbia e Equador são alguns países que exemplificam muito bem essas práticas. Por exemplo, a China lidera atualmente o mercado internacional de produtos industrializados do bambu, contribuindo com cerca de 45% dos bens produzidos.³

The industrial transformation of bamboo is labor-intensive and may combine industrial, craft and commercial work. This framework favors the installation of local supply chains based on cooperatives (CASAGRANDE; UMEZAWA, 2004). China, India, Colombia and Ecuador are countries that illustrate these practices very well. For example, China is currently leading the international market for processed bamboo products, contributing about 45 percent of the articles produced.³



Principais etapas da produção do bambu laminado colado (BaLC): em primeiro plano, metade de uma parte do colmo do bambu gigante com dois nós; em seguida, uma ripa bruta e uma ripa aparelhada; depois, ripas coladas na forma chapa fina; e, finalmente, uma peça de BaLC finalizada.

Main stages of the production of Glued Laminated Bamboo (GLBs): in the foreground, half of a part of the giant bamboo culm with two nodes; then a rough slat and a fitted slat; then bamboo slats glued in the form of a thin sheet; finally a completed GLBs piece
Foto/Photo: Paula Simas

A produção do bambu laminado colado (BaLC) no CPAB/UnB tem várias etapas. Inicialmente, o colmo cortado em ripas que são aparelhadas e depois tratadas por imersão com sal de boro dissolvido na água, um produto não poluente. O sal de boro protege o material dos insetos que se alimentam do amido armazenado no interior do bambu. Em seguida, as ripas são coladas horizontalmente e, depois, verticalmente. Dependendo da sua utilização final, as peças produzidas são cortadas e aparelhadas em diferentes tamanhos e formatos dependendo dos produtos que serão fabricados.

The production of Glued Laminated Bamboo (GLBs) at CPAB/UnB has several stages. Initially, the bamboo cane is cut into slats that are treated with boron salt dissolved in water, a non-polluting substance. Boron salt protects the material from insects that feed on the starch stored inside the bamboo. The slats are glued horizontally and then vertically. The parts are cut and arranged in different sizes and shapes, depending on the products that will be manufactured.

Foto/Photo: Paula Simas

A ripa extraída do bambu colmo é um dos elementos básicos dessa indústria. A ripa extraída do bambu gigante tem em média 8x25x1.200 mm de dimensão. A produção de peças de BaLC começa com a colagem horizontal e vertical de ripas, com o uso de adesivos/colas especiais. As peças produzidas de BaLC podem ter seção e dimensões diversas – retangular, quadrada ou circular –, com formatos variados – retas, curvas ou mistas. Entre essas peças temos, por exemplo, caibros, chapas, pranchões, tábuas e vigas, cujos tamanhos dependem unicamente das prensas. Com essas peças se fabricam inúmeros produtos para construção civil, mobiliário e objetos, entre outros.

Há pelos menos dois gargalos que impedem a propagação do BaLC no Brasil: o custo financeiro da cola que o Brasil importa atualmente da Europa e, por outro, a falta de plantação comercial de bambu adequado a essa finalidade.

Bamboo slats cut from the culm are basic elements of this industry. The slat extracted from the giant bamboo has an average size of 8x25x1,200 mm. The production of GLBs pieces begins with the horizontal and vertical gluing of the slats, with the use of special adhesives/glues. The GLBs pieces can have various cuts and dimensions - rectangular, square or circular - and varied shapes - straight, curved or mixed. Among these pieces we have, for example, rafters, plates, boards, and beams, whose sizes depend only on the presser. With these pieces numerous products for civil construction, furniture and objects, among others are manufactured.

There are at least two commercial bottlenecks that prevent the dissemination of GLBs in Brazil: the high cost of the glue that Brazil currently imports from Europe and, on the other hand, the lack of commercial bamboo plantations suitable for this purpose.



O uso do bambu sequestra de CO₂ da atmosfera. Apesar dos seus inúmeros benefícios, fabricantes e designers de móveis fabricados com bambu têm dificuldade de comprar a matéria prima no país, pois as plantações comerciais para esse fim são reduzidas.

The use of bamboo absorbs CO₂ from the atmosphere. Despite their many benefits, manufacturers and designers of bamboo-based furniture have difficulty purchasing the raw material in the country, as commercial plantations for this purpose are scarce.
Foto e Design da cadeira / Photo and Chair Design: Orê Brasil



A utilização do bambu industrializado na fabricação de móveis inovadores ainda é muito limitada no Brasil.

The use of industrialized bamboo in the production of innovative furniture is still very limited in Brazil.
Foto e Design / Photo and Design: Orê Brasil

No quesito durabilidade do bambu-colmo e da ripa, há várias opções de processos de secagem (natural e industrial), de imunização contra insetos e fungos e de acabamentos finais dos produtos (ALMEIDA, 2011; ALMEIDA; OLIVEIRA-ALMEIDA, 2011). Há os processos de secagem e imunização tradicional, como os de cura natural com fumaça e calor do fogo, com resinas vegetais etc. (UBIDIA, 2002), e os processos convencionais ou químicos. Na imunização da ripa contra insetos são usados o autoclave/pressão e a imersão, entre outros processos. Quanto à imersão, utiliza-se comumente a solução de sal de boro e ácido bórico diluídos na água, em torno de 7%. Trata-se de uma opção de baixo impacto ambiental.

No trinômio de Sachs (2009) não foram incluídas as questões da bioenergia e da produção. Entretanto, Sachs menciona a comercialização de produtos. As duas questões mencionadas – a da produção e do consumo social – são relevantes e merecem ser mencionadas.

No atual processo produtivo de bens manufaturados de bambu, especialmente a produção mecanizada, ou melhor, industrializada, destacam-se duas variáveis que concorrem para a qualificação desses bens: o desenvolvimento tecnológico do processo produtivo e o consumo social dos produtos fabricados. Nesse sentido, o papel desempenhado pelo projeto, juntamente com a pesquisa e desenvolvimento (P&D), contribui de forma significativa para equacionar as interfaces entre a matéria-prima, a produção e o consumo.

Prancha de surf fabricada com bambu laminado colado (BaLC).

Surfboard made of Glued Laminated Bamboo (GLBs)

Foto/Photo: Laiana Dias



To increase the durability of the bamboo culm and slat, there are several options for the drying processes (natural and industrial), immunization against insects and fungi, and final finishing of the product (ALMEIDA, 2011; ALMEIDA; OLIVEIRA-ALMEIDA, 2011). There are traditional drying and immunization processes, such as natural curing with smoke and heat from fire, with vegetable resins etc. (UBIDIA, 2002), and conventional or chemical processes. In the immunization of the slats against insects autoclave/pressure and immersion are used, among other processes. As for immersion, a solution of around 7% of boron and boric acid is diluted in water. This is a low environmental impact option.

Bioenergy and production issues were not included in the Sachs' trinomial (2009). However, Sachs mentions the marketing of products. The two issues - production and social consumption - are relevant and deserve to be discussed.

Two variables of the current production process of manufactured bamboo goods, especially mechanized, or rather industrialized production, point in the same direction of the upgrading of these goods: the technological development of the production process and the social consumption of manufactured products. In this sense, the role played by the project, together with research and development (R&D), contributes significantly to average the interfaces between raw material, production and consumption.

A produção atual de bens industrializados com bambu/fibras, no âmbito do processo de fabricação convencional e não digital, é basicamente montagem. O produto resulta de um conjunto de operações concatenadas de elementos/componentes produzidos seguindo o projeto/desenvolvimento. Eles são encaixados, colados e/ou aparafusados entre si, formando um todo (produto/objeto), contendo ao mesmo tempo utilidade operacional (uso) e aparência visual (linguagem) em consonância com as demandas socioeconômicas.

(iv) sobre o **CPAB/UnB**: O CPAB desenvolve três frentes de ação: a de estudos e pesquisas, a de aplicações de bambu e fibras naturais em diferentes áreas e produtos e, finalmente, a de capacitação de pessoas. Elas podem ser resumidas por três palavras-chave: **conhecimento, desenvolvimento e educação**. Não se trata de frentes isoladas entre si, pois há entre elas interfaces promovidas pelo grupo de pesquisa do CPAB, denominado de Conhecimento e Aplicações de Bambu e Fibras Naturais – CAB. Esse grupo está cadastrado no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq/MCTIC.

Current production of industrialized goods with bamboo/fibers, under the conventional and non-digital manufacturing process, basically amounts to assemblage. Product result from a set of linked operations of elements/components produced in accordance with design/development. They are fixed, glued and/or screwed together, forming a whole (product/object), containing at the same time operational utility (use) and visual appearance (language), in line with socioeconomic demands.

*(iv) **CPAB/UnB**: CPAB works on three fronts: studies and research, application of bamboo and natural fibers in different areas and products and, finally, training. They can be summarized by three keywords: **knowledge, development and education**. These are not isolated fronts, since there are interfaces between them promoted by the CPAB research group, called Knowledge and Applications of Bamboo and Natural Fibers (CAB). This group is registered in the Directory of Research Groups of Brazil's National Research Council (CNPq), linked to the Ministry of Science, Technology, Innovation and Communications (MCTIC).*



Oficina de Bambu e Madeira – Laboratório de Protótipos do Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais (CPAB).

Bamboo and Wood Workshop - Prototype Laboratory of the Center for Research and Application of Bamboo and Natural Fibers (CPAB).

Foto/Photo: Jaime Almeida



Bambu na arquitetura. Um protótipo de estrutura construída com bambu laminado colado (BaLC) no Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais (CPAB).

Bamboo in architecture. A prototype structure built with glued laminated bamboo (GLBs) at the Center for Research and Application of Bamboo and Natural Fibers (CPAB).

Foto/Photo: Paula Simas

O CPAB inclui no seu objeto de estudo e pesquisa a madeira nativa e de reflorestamento. Esse fato decorreu da necessidade de ampliação do seu escopo de trabalho, ampliação essa ocasionada pela incorporação no CAB de especialistas provenientes de áreas afins da Universidade de Brasília (UnB) e de fora dela. Eles se vinculam às áreas de arquitetura e paisagismo, botânica, engenharia florestal e agronomia.

Quanto às aplicações, desde a sua criação, em 2007, o CPAB tem se concentrado em três campos de aplicações de bambu envolvendo atividades de estudos, projeto, prototipagem e ensaios, a saber: (i) o da edificação como, por exemplo, estrutura predial, cobertura com tesouras, treliças e os seus componentes etc.; revestimento de piso, paredes e forro, a exemplo das placas, régua, lambris etc.; (ii) o do mobiliário de uso interno, como cadeiras, estantes, mesas etc., e de uso externo, como diretórios de ônibus, caramanchões etc.; e (iii) o dos objetos de uso residencial e de trabalho, como luminárias, tábuas para legumes, ressonadores para auditório etc..

The CPAB studies and researches wood from native and plantation forests. This was due to the need to expand its scope of activities, due to the inclusion in the CAB research group of specialists linked to related scientific fields of the Universidade de Brasília and other institutions - architecture and landscaping, botany, forestry and soil sciences.

In terms of applications, since its foundation in 2007, the CPAB has focused on three modes of bamboo applications involving study, design, prototyping and testing activities, namely: (i) construction, such as building structure, roofing with trusses and their components etc.; wall paneling, ceiling lining and flooring, such as boards, wainscoting etc.; (ii) furniture for internal uses, such as chairs, shelves, tables etc., and for external use, such as bus directories, arbors etc.; and (iii) household and office use objects, such as lamps, vegetable cutting boards, auditorium resonators etc.

Quanto aos componentes construtivos, o CPAB tem se concentrado na proposição de um sistema estrutural em cubo formado ortogonalmente por peças (unidades padrões formadas por componentes horizontais e verticais), como vigas e colunas (pilares), moduladas com um número limitado de peças básicas. É um sistema construtivo experimental aberto, que combina o uso do bambu com o da madeira. Para os fechamentos (paredes, pisos e forro) podem ser empregados materiais disponíveis no mercado e na região, sejam eles industrializados, convencionais ou artesanais tradicionais. Da mesma forma, os dispositivos de união e fixação desses elementos com a estrutura de bambu e madeira podem ser industrializados ou tradicionais – como parafusos e cantoneiras metálicas e baguetes e tabicas de madeira. O sistema proposto facilita ainda as interfaces com outros componentes construtivos, como esquadrias (portas e janelas) e forro.

Com relação ao mobiliário, CPAB desenvolve duas proposições de trabalho. Uma consiste no desenho e fabricação experimental de mobiliário escolar; a outra focaliza mobiliário urbano, na forma de um diretório de ônibus construído a partir de duas matérias primas, bambu e madeira de reflorestamento.

Finalmente, no que toca à aplicação do bambu em objetos domésticos ou de trabalho, predominam os estudos experimentais que resultam em projetos e prototipagens de produtos como luminárias.

As três aplicações do bambu-colmo trabalhadas pelo Centro são desenvolvidas a partir de três técnicas principais: a técnica tradicional do emprego direto do bambu tubular; a técnica intermediária do bambu ripado artesanalmente (ripa inteira bruta); e a técnica atual do bambu ripado com utilização de máquinas. Essas técnicas podem ser combinadas entre si, resultando em sistemas híbridos. Segue-se uma breve descrição das três técnicas citadas.

Regarding components for construction, CPAB has focused on the proposition of a cubic structural system formed orthogonally by pieces (standard units formed by horizontal and vertical components), such as beams and columns (pillars), modulated with a limited number of basic pieces. It is an open experimental constructive system, combining the use of bamboo with that of wood. For walls, floors and lining, materials available in the market and in the region can be used, be they industrialized, conventional or traditional handcrafted. Likewise, bonding and fixing devices of these components with bamboo and wood structure can be industrialized or traditional - such as metallic screws and brackets and wooden studs. The proposed system also enables interfaces with other components, such as frames (doors and windows) and lining.

With regard to furniture, CPAB deals with two working propositions. One consists of experimental design and manufacture of school furniture; the other focuses on urban furniture, in the form bus directories built with two raw materials, bamboo and wood from tree plantations.

Finally, with regard to applying bamboo to household or office objects, experimental studies that result in projects and prototyping of products such as lamps predominate in CPAB.

The three bamboo-stalk applications carried out by the Center are developed from three main techniques: the traditional technique of direct use of tubular bamboo; the intermediate technique of handcrafted bamboo (the raw whole slat); and the current technique of cutting bamboo slats using machines. These techniques can be combined with each, other resulting in hybrid systems. A brief description of the three techniques cited is given below.

A técnica do bambu tubular/cilíndrico consiste no emprego do colmo natural do bambu. Essa técnica pode eventualmente agregar outros materiais ao bambu, como, por exemplo, a madeira e fibras naturais (cipós, cordas de sisal, cordões de algodão etc.). Atualmente ela é trabalhada por arquitetos, artesões, construtores e engenheiros colombianos de forma diferenciada, isto é, com a incorporação de inovações tecnológicas. A técnica do colmo de bambu ripado consiste no fatiamento longitudinal do colmo, com o emprego de ferramentas manuais e/ou industriais. As ripas são extraídas diretamente do colmo, por meio de facão, machado, machadinha ou máquina. Finalmente, a técnica do colmo processado industrialmente consiste no BaLC, entre outros produtos. Trata-se de uma tecnologia versátil que proporciona a fabricação de uma gama enorme de produtos de bambu com agregação de valor, o que tem potencial de gerar emprego e renda.

The tubular/cylindrical bamboo technique consists of employing the natural stem of bamboo. This technique may eventually add other materials to the bamboo, such as wood and natural fibers (vines, sisal ropes, cotton cords etc.). Currently, it is used by Colombian architects, artisans, builders and engineers in a different way, i.e., with the incorporation of technological innovations. The technique of bamboo slats consists of longitudinal cuttings of the culm with the use of manual and/or industrial tools. Slats are extracted directly from the culm, by means of machete, axe, or machine. Finally, the industrially processed technique consists in the Glued Laminated Bamboo (GLBs), among other products. It is a versatile technology that allows the manufacturing of a huge range of value-added bamboo products. It has the potential to generate jobs and income.



União estrutural da parte inferior em BaLC.

*Lower structural bond in GLBs.
Foto/Photo: Jaime Almeida*

União estrutural da parte superior em BaLC.

*Upper structural bond in GLBs.
Foto/Photo: Jaime Almeida*

Concorrem para o sucesso dessas técnicas e suas aplicações o conhecimento amplo da planta e do material que ela produz – características anatômicas, botânicas, físico-mecânicas e químicas, entre outras áreas disciplinares. Nesse tocante, ressalta-se a questão da multiplicidade/transversalidade necessária para o conhecimento da planta, o que implica o envolvimento de diferentes áreas de conhecimento da universidade.

Quanto à tecnologia de produção de produtos experimentais, o CPAB tem investido na ideia de sistemas abertos com base na geometria plana e espacial, segundo a produção industrial corrente. Do ponto de vista da geometria, um bom exemplo são os cinco poliedros regulares de Platão – tetraedro (quatro lados), hexaedro (seis lados, cubo), octaedro (oito lados), dodecaedro (doze lados) e icosaedro (vinte lados). Essa opção pela geometria básica viabiliza a inserção do bambu-colmo e de seus produtos no processo industrial. Há, portanto, compatibilidade dessa geometria com a infraestrutura de produção, especialmente com os equipamentos disponíveis e a codificação dos elementos que os compõem e, não menos importante, com os resultados visuais do objeto produzido, isto é, as imagens culturais recorrentes. Afora os poliedros, o CPAB tem investigado outras figuras geométricas planas e espaciais como, por exemplo, círculo, conoide, curva, esfera, calota e prisma.

CONCLUSÃO

O emprego industrial do bambu-colmo segundo o trinômio “sachsiano” aponta para três horizontes promissores: em primeiro lugar, o da sustentabilidade ambiental amparado no emprego de uma planta tropical com grande poder de regeneração e produção de biomassa; em segundo, o da economia cultural, ou seja, a incorporação da arte, do design e arquitetura nos produtos de bambu, isto é, a agregação da criatividade a esses bens, potencializando a sua competitividade; em terceiro, o da empregabilidade e geração de riqueza (oferta de emprego e oportunidades de renda), que contribuem para a melhoria da qualidade de vida local/regional, para a valorização social das populações do campo e, sobretudo, para a fixação das famílias no campo, viabilizando o *continuum* campo-cidade.

The wide knowledge of the plant and the material it produces - anatomical, botanical, physicochemical and chemical characteristics, among other disciplinary areas - contributes to the success of these techniques and their applications. In this sense, the question of the necessary multiplicity/transversality required knowing the plant is emphasized, something that implies the involvement of different areas of knowledge within the university.

As for the technology applied in experimental products, CPAB has invested in the idea of open systems based on flat and spatial geometry, according to current industrial production. From the point of view of geometry, good examples are the five regular polyhedrons of Plato - tetrahedron (four sides), hexahedron (six sides, cube), octahedron (eight sides), dodecahedron (twelve sides) and icosahedron (twenty sides). The choice for basic geometry enables the insertion of bamboo and its products in the industrial process. There is, therefore, compatibility between this geometry and productive infrastructure, especially with the equipment available and the codification of the elements that compose them, and not least with the visual results of the object produced, that is, the recurrent cultural images. Aside from polyhedrons, CPAB has researched other flat and spatial geometric figures, such as circle, cone, curve, sphere, shell, and prism.

CONCLUSION

The industrial use of the bamboo-stalk in accordance with Sachs' trinomial points towards three promising horizons: first, environmental sustainability supported by the use of a tropical plant with great capacity for regeneration and biomass production; second, a cultural economy that brings together art, design and architecture in bamboo products, that is, the incorporation of creativity to these goods, enhancing their competitiveness; third, employability and creation of wealth (opportunities for jobs and income), which contribute to the improvement of the local/regional quality of life, to a more positive social evaluation of rural populations and, above all, to prevent people from moving from rural areas to urban areas, enhancing the possibilities of a rural-city continuum.

NOTAS / NOTES

¹ <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>

² Tradução livre: o bambu é a planta que cresce mais rapidamente no mundo. Pode crescer uns bons 30% a mais do que a “árvore mais rápida” – na verdade, algumas variedades crescem mais de um metro por dia.

³ ITTO. Tropical Timber Market Report, 11 (1): 1-15, January. Yokohama, Japan, International Tropical Timber Organization, 2006.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS / REFERENCES

ALMEIDA, J. G. Preservação de Bambu: processos e meios tradicionais de cura de colmos de bambu para construção. In: **Anais do II Seminário Nacional do Bambu (II SNB): consolidação da Rede Brasileira do Bambu (RBB)**. Brasília/DF, 2011 (pp. 108-118).

ALMEIDA, J. G.; OLIVEIRA-ALMEIDA S. A. Preservação de Bambu: processos e técnicas de convencionais (químicos) de tratamento de colmos de bambu para construção. In: **Anais do II Seminário Nacional do Bambu (II SNB): consolidação da Rede Brasileira do Bambu (RBB)**. Brasília/DF, 2010 (pp. 97-107).

CASAGRANDE, E. F.; UMEZAWA, H. A. Bambu e Arranjos Produtivos Locais Sustentáveis (APLS): sequestro de carbono, tecnologia social e sustentabilidade. **Conferência Brasileira de Materiais e Tecnologias Não-Convencionais: Habitações e Infraestrutura de Interesse Social Brasil - NOCMAT**. Pirassununga, SP, Abmtenc/NOCMAT, 2004 (pp. 67-75).

DUNKELBERG, K. **Bamboo as a Building Material**. Germany: Institute for Lightweight Structures (IL), University of Stuttgart, 2000.

FARRELLY, D. **The Book of Bamboo**. London: Thames and Hudson Ltda. 1996.

FILGUEIRAS, T. S.; SANTOS-GONCALVES, A. P. Bambus Nativos no Brasil: oportunidades e desafios para o seu conhecimento. **I Seminário Nacional do Bambu: estruturação da rede de pesquisa e desenvolvimento (I SNB)**. 2ª Edição. Brasília DF, 2011 (pp. 33-42).

FILGUEIRAS, T. S.; RIBEIRO, D. G. Identificação de Bambus Nativos do gênero *Guadua* (*Poaceae: Bambusoideae*) encontrados nos Municípios de Sena Madureira (Rio Purus – região do seringal Valparaiso) e Assis Brasil (Resex – Reserva Extrativista Chico Mendes), estado do Acre - Convênio de Prestação de Serviço entre a FUB-SEBRAE/AC. **Relatório Final**, Goiânia/GO, 2015.

RIBEIRO, D. **A Universidade Necessária**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1978.

SACHS, I. **A Terceira Margem**: em busca do eco desenvolvimento. (Trad. Rosa. F. d'Aguiar) São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

UBIDIA, J. A. M. **Traditional Bamboo Preservation Methods in Latin America – Preservación del bambú en América Latina mediante Métodos Tradicionales**. Ecuador, Beijing - China: International Network for Bamboo and Ratan - INBAR, 2002.

VEGESAK, A. von; KRIES, M. **Grow your own house – Simon Velez and Bamboo Architecture**. Colômbia: Vitra Design Museum, ZERI, C.I.R.E.C.A., 2000.