

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC/ CTC
ÁREA DO CONHECIMENTO – CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

Área: ARQUITETURA E URBANISMO
TECNOLOGIA DA ARQUITETURA

Projeto de Pesquisa: PIBIC/2018-2019
RELATÓRIO FINAL DE ATIVIDADES
Bolsista: Emanuele de Castro Nascimento

**PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO – MATERIAIS NO DESIGN MOBILIÁRIO
URBANO COM ENFOQUE EM BAMBU**

Coordenação: Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. Eng

Florianópolis, agosto de 2019.

TÍTULO: PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO – MATERIAIS NO DESIGN MOBILIÁRIO URBANO COM ENFOQUE EM BAMBU

RESUMO

A classificação dos materiais aumenta em complexidade à medida que novos materiais são constantemente lançados no mercado. O projetista de móveis, em geral designer, arquiteto ou mesmo engenheiro precisa manter-se atualizado com o surgimento de novos painéis de madeira transformada, novos compósitos, novas ligas metálicas para ferragens, e assim por diante. A escolha dos materiais é um momento crucial no projeto, pois marca a transição entre o projeto conceitual para o projeto real. As classificações atualmente disponíveis são generalistas e, a rigor, servem para qualquer produto. No entanto, a prática mostra uma dificuldade na seleção dos materiais mais adequados considerando a área específica de cada projeto. O presente projeto almeja inicialmente demonstrar a dificuldade oriunda das tabelas disponíveis, mostrando estudos de caso em projetos de móveis e por fim, baseando-se em pesquisa quantitativa e qualitativa, apresentar uma proposta de classificação com foco no design de móveis.

Palavras-Chave: Sustentabilidade; Materiais; Classificação; Design

Sumário

1 INTRODUÇÃO	5
1.1 Justificativa	5
1.2 OBJETIVOS	5
Objetivo geral	5
Objetivos específicos	5
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	6
3 CONTRIBUIÇÕES DO REFERENCIAL TEÓRICO PARA ESTA PESQUISA. 7	
3.1 MATERIAIS	7
3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS.....	8
3.3 MATERIOTECA	9
3.4 MOBILIÁRIO	11
3.5 BAMBU.....	16
3.5.1 POTENCIAL E USOS DO BAMBU	17
A) Moveleira.....	17
B) Construção civil.....	18
C) Bambu Laminado Colado (BaLC)	22
D) Polpa e papel	23
E) Alimentação	23
3.6 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA.....	24
3.7 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DO BAMBU.....	25
Conceito.....	25
Histórico	25
Propriedades.....	25
Resistência à tração.....	25
Resistência à compressão	26
Resistência à flexão	26
Resistência ao cisalhamento.....	26
Peso específico.....	27
Processo Produtivo	27
Propagação.....	27
Plantio:	28
Manejo	28
Colheita.....	29

Tratamento.....	29
Aplicações na construção civil	32
Manutenção	32
Descarte.....	32
Reciclagem	32
Impacto ambiental.....	32
Fornecedores	34
3.8 ESPÉCIES DE BAMBU.....	34
A) <i>Bambusa multiplex</i> :.....	35
B) <i>Bambusa blumeana</i> :	35
C) <i>Bambusa oldhamii munro</i> :.....	35
D) <i>Bambusa textiles</i> :.....	36
E) <i>Bambusa tuldoides</i> :.....	36
F) <i>Bambusa tulda</i> :	37
G) <i>Bambusa vulgaris</i> :.....	37
H) <i>Dendrocalamus giganteus</i> :.....	37
I) <i>Dendrocalamus asper</i> :	38
J) <i>Dendrocalamus latiflorus</i> :.....	38
K) <i>Dendrocalamus strictus</i>	39
M) <i>Guadua augustifolia</i> :	39
N) <i>Guadua chacoensis</i> :.....	40
O) <i>Melocana baccifera</i> :	40
P) <i>Phyllostachys pubescens</i> :.....	40
Q) <i>Phyllostachys bambusoides</i> :	41
R) <i>Phyllostachyus nigra var. henonis</i> :.....	41
S) <i>Phyllostachyus aurea</i> :	41
4. RESULTADOS: PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO.....	42
5. CONCLUSÕES	44
6. REFERENCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

Projetar é uma atividade complexa. Um dos objetivos para o desenvolvimento sustentável consiste na redução de impactos ambientais, desenvolvimento social e econômico de forma a promover a igualdade entre os povos. Faz parte do projeto a seleção dos materiais de forma coerente com o desenvolvimento sustentável. Entretanto, comercialmente muitos materiais são designados de forma equivocada ou associados a ideias como forma de rotulagem que não correspondem exatamente ao conteúdo daquele material. Por exemplo, madeiras-plásticas que são mais plásticos do que madeiras ou materiais ditos sustentáveis que incorporam cargas altamente tóxicas, que não podem ser reciclados ou que simplesmente não possuem seu desempenho conhecido.

As imagens criadas pelos fabricantes podem levar a seleção incorreta de materiais pelos projetistas. Desta forma quem projeta pode se beneficiar de uma classificação que auxilie nesta seleção e possibilite a identificação mais clara dos impactos e potencialidades associadas àquele material.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo geral

Este projeto tem por objetivo principal o desenvolvimento de uma nova sistemática para classificação e seleção de materiais com foco no design mobiliário.

Objetivos específicos

Para atingir este objetivo principal, foram traçados os objetivos específicos que seguem:

- discutir a problemática da complexidade das tabelas de classificação gerais de materiais;
- discorrer sobre sua adequabilidade para a área específica de mobiliário;
- demonstrar mediante estudos de caso com projetos de móveis a escolha dos materiais;
- propor uma classificação de materiais específica para mobiliário.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Costa (2001) explica que o homem utiliza conhecimentos de quatro tipos específicos: filosófico, teológico, empírico e científico. Ao deparar-se com uma situação na qual não possui repertório suficiente para resolvê-la, caracteriza-se um problema, cuja solução é encontrada mediante a pesquisa, utilizando-se para tal, de conhecimentos científicos.

Marconi e Lakatos (2007) discutem o assunto, mostrando que o problema deve ser definido, examinado, avaliado e finalmente analisado criticamente, conduzindo o pesquisador a uma solução cientificamente aceita. A pesquisa científica assim realizada trabalha apenas com procedimentos que permitam demonstrar, verificar e reproduzir declarações e conclusões obtidas.

Com base neste referencial teórico, na execução deste projeto, inicialmente foi utilizada a pesquisa bibliográfica para determinação do estado da arte do referido problema, seguida da pesquisa de campo (emprego de técnicas para coleta de dados e determinação de uma possível amostra).

Para cumprir esta etapa buscou-se informações sobre a classificação de materiais segundo os autores Manzini (1989), Callister (2000), Lima (2006), Ashby e Johnson (2010), Lefteri (2017). Enfatizou-se o modelo de classificação de materiais utilizado na Materioteca da UFSC, segundo a proposta de Ferroli (2017).

Selecionou-se o material bambu como objeto de estudo, considerando-se o contexto do mobiliário urbano.

Para o mobiliário urbano buscou-se o conceito segundo a NBR 9050, e os tipos de mobiliários identificados por esta norma, seguido de uma pesquisa de campo em mobiliários urbanos e no tipo de materiais que costumam utilizar, percebendo-se a predominância do uso de materiais tradicionais

Em paralelo buscou-se as espécies prioritárias de bambu e selecionou-se as seguintes espécies para catalogação: *Bambusa blumeana*, *Bambusa oldhamii munro*, *Bambusa tuldoides*, *Bambusa tulda*, *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus giganteus*, *Dendrocalamus asper*, *Dendrocalamus latiflorus*, *Dendrocalamus strictus*, *Gigantochloa apus*, *Guadua augustifolia*, *Guadua chacoensis*, *Melocana bacífera*, *Phyllostachys bambusoides*, *Phyllostachys pubescens*, *Phyllostachys nigra var. henonis*, *Phyllostachys aurea*. Segundo os critérios de potencial para uso em móveis e construção civil.

Seguiram-se os procedimentos de síntese das informações, composição de variáveis da sustentabilidade, elaboração dos requisitos de classificação dos materiais em virtude da sustentabilidade, escolha dos grupos de materiais nos quais foram feitas análises.

3. CONTRIBUIÇÕES DO REFERENCIAL TEÓRICO PARA ESTA PESQUISA

3.1 MATERIAIS

Os materiais têm uma imensa importância em nossas vidas, como observam Ashby e Johnson (2010): “Vivemos em um mundo de materiais. São os materiais que dão substância a tudo que vemos e tocamos”, portanto estão impregnados em nossos cotidianos e na história do desenvolvimento humano. Callister em (2000), apontava em um breve histórico a relação entre o avanço das sociedades e os materiais utilizados pelos seus membros. Essa relação persiste ainda hoje, com grandes avanços possíveis através dos materiais disponíveis.

O estudo dos materiais é fundamental na formação do projetista. No processo de concepção de projeto a escolha do material a ser utilizado é um passo muito importante, pois concretiza o processo, marcando a transição entre o projeto conceitual e o projeto real. O conhecimento de fatores como propriedades físicas, resistência a esforços, impactos ambientais gerados, características físicas e tateis são essenciais para a seleção adequada.

A criação de uma ferramenta que ampare a seleção de materiais depende de vários fatores. Segundo Ashby e Johnson (2010), essa ferramenta deve armazenar informações de materiais, processos e produtos e organizá-las; apresentar essas informações de forma criativa e permitir a pesquisa e combinação de informações sobre os materiais. Os autores dão como ponto de partida para a criação dessa ferramenta a classificação dos materiais.

Esta pesquisa teve como objetivo a classificação do material, tomando-se como referência o material bambu.

O bambu foi selecionado como objeto de estudo para a classificação por ser um material natural, normalmente ausente nas classificações existentes. Além disso, embora seja um material conhecido e utilizado historicamente, recentemente tem sido resgatado pelos designers modernos por seu viés sustentável. Com cerca de 1200 espécies conhecidas (Librelotto e outros autores, 2019), possui novas espécies sendo cadastradas e descobertas todos os anos. A grande quantidade de espécies gera incertezas quanto as propriedades do material e formas de seleção para uso adequado em um determinado projeto. Desta forma a classificação deste material pode contribuir também na ampliação do repertório, buscando expandir o uso deste material por designers, engenheiros e arquitetos.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

São inúmeras as possibilidades de combinações de elementos para gerarem materiais. Portanto todos os anos são lançados diversos materiais o que cria a necessidade de as classificações de materiais serem constantemente redefinidas. Manzini (1989) comenta que seria como tentar fotografar uma família enquanto todos estão se movendo, o árduo trabalho de reorganizar os materiais, seja por propriedades químicas, características físicas, exemplos de uso ou outras generalidades precisa constantemente ser realizado.

Callister (2000), classifica os materiais em três grupos: metais, cerâmicos e polímeros, baseando essa classificação na composição química e na estrutura atômica; e adicionalmente em outros três grupos: compósitos, semicondutores e biomateriais. Em seu livro aborda a seleção de materiais e uma classificação voltada para cursos de engenharia.

Já Lima (2006) classifica os materiais pelas seguintes famílias: cerâmicos, naturais, metálicos, poliméricos e compósitos; descreve em seu livro os materiais, com características, aplicações e processos de transformação, descrevendo o processo, equipamentos, ferramentas e custos; com didática mais voltada para estudantes de design e arquitetura. No entanto, sua classificação não abrange materiais mais alternativos, como por exemplo o bambu.

Lefteri (2017), divide os materiais em sua obra com base na procedência dos materiais, criando três grandes grupos: plantas e animais, minerais e petroquímicos. Traz dados relevantes para a seleção, como descrição do material, exemplo aplicado do design, custo, vantagens e desvantagens e informações sobre a sustentabilidade do material. Diferente de outras referências, traz materiais alternativos na seção plantas e animais, como o bambu, cortiça, seda e outros.

Ferrolí e outros autores (2017) dividem os materiais em uma tabela classificatória (tabela 1) com 18 quadros, tendo por base a FEM – Ferramenta de Escolha de Materiais (2012); seu uso é indicado nas etapas metodológicas da concepção de projetos de design.

Quadro 1	Madeiras naturais, transformadas e para revestimentos	Quadro 10	Cerâmicas (comuns) e Vidros
Quadro 2	Papéis, cartões e papelão	Quadro 11	Materiais naturais (bambu, gemas, pedras, lã e outros)

Quadro 3	Metais ferrosos (aços e ferros fundidos)	Quadro 12	Fibras naturais (rami, sisal, juta, coco etc.) e fibras artificiais
Quadro 4	Metais não ferrosos (ligas)	Quadro 13	Borrachas naturais e sintéticas
Quadro 5	Materiais sintetizados – Metalurgia do pó	Quadro 14	Óleos e graxas
Quadro 6	Polímeros - plásticos (commodities, de engenharia, de alto desempenho)	Quadro 15	Tintas e vernizes
Quadro 7	Polímeros – blendas	Quadro 16	Materiais de nano tecnologia
Quadro 8	Polímeros – adesivos	Quadro 17	Compósitos avançados
Quadro 9	Cimentos, concretos e agregados	Quadro 18	Outros materiais não incluídos nos quadros anteriores

Tabela 1: Classificação de materiais – FEM. Fonte: Fonte: Ferroli e outros (2017)

Essa classificação, é usada na Materioteca de Produtos Sustentáveis da UFSC e que em seu site disponibiliza fichas ACV de cada material e em seu espaço físico possui amostras sendo o modelo mais aprofundado nesta pesquisa. O uso do método de classificação na Materioteca, associado a catalogação dos materiais e de seu ciclo de vida, em conjunto com a disponibilização de amostras físicas, permite que o projetista assimile melhor todas as características do material.

3.3 MATERIOTECA

Materiotecas tem como objetivo principal disponibilizar um acervo de amostras de materiais, a fim de facilitar o processo de seleção, pois relaciona informações sobre os materiais e possibilita a experiência tátil do projetista com a amostra. Dias (2009) confirma a importância da possibilidade do manuseio de amostras em materiotecas e das informações fornecidas por estas em sua tese, classificando as informações disponíveis nestes espaços como as mais relevantes em sua pesquisa.

A Materioteca com ênfase em sustentabilidade da UFSC, busca uma nova abordagem para a seleção dos materiais, fornecendo informações sobre a sustentabilidade, de forma a criar noções quantitativas do impacto gerado pelos materiais, instigando a avaliação destes fatores pelos projetistas.

Estas informações são disponibilizadas através de Avaliações do Ciclo de Vida (ACV), na forma de: conceito, histórico, propriedades (físicas, mecânicas, químicas), processo produtivo, usos, manutenção, descarte, reciclagem, impacto ambiental e fornecedores.

A estrutura organizacional da materioteca se inicia nos quadros da tabela 1. A partir deste ponto, cada quadro é dividido em: grupo, subgrupo, tipos e usos. Durante a pesquisa foi desenvolvido junto ao sistema de classificação, novos desdobramentos da estrutura de organização da materioteca. A tabela 2 mostra essa classificação aplicada no grupo das madeiras.

QUADRO 1: MADEIRAS									
GRUPO	CLASSIFICAÇÃO	SUBGRUPO	TIPOS		USOS	ARMÁRIO	PRATELEIRA	AMOSTRAS	
01. Madeiras	01. Naturais	01. Coníferas	1	Pinus	00;01	-4	2	A, B, C, D, E	
			2	Araucária	1	-4	2	A	
		02. Frondosas	1	Ipe Roxo	1	-4	1	A	A
			2	Jatoba	1	-4	1	A	A
			3	Itauba	1	-4	1	A, B	A, B
			4	Ipe Champagne	1	-4	1	A, B	A, B
			5	Angelim	00;01	-4	1	A, B, C	A, B, C
			6	Eucalipto	0	-4	1	A, B	A, B
			7	Pinheirinho Alemão	0	-4	1	A	A
			8	Cinanomomo	0	-4	1	A	A
			9	Canela	0	-4	1	A, B, C	A, B, C
			10	Uva do Japão	0	-4	1	A	A
			11	Teca	0	-4	1	A	A
			12	Angelim Pedra	0	-4	2	A, B	A, B
			13	Canela preta	1	-4	2	A, B	A, B
			14	Angelim Vermelho	0	-4	2	A	A
			15	Massaraduba	0	-4	2	A	A
			16	Taurari	1	-4	2	A	A
			17	Cedro rosa	0	-4	2	A	A
			18	Louro	1	-4	2	A	A
			19	Cedro Alagoano	0	-4	2	A	A
			20	Cambará	0	-4	2	A	A
			21	Garapera	1	-4	2	A	A
			22	Roxinho	1	-4	2	A	A
			23	Freijó	1	-4	2	A	A
24	Castanheira	1	-4	2	A	A			
25	Madeira Balsa	1	-4	2	A	A			
02. Transformadas	02. Transformadas	01. Madeira compensada	1	Compesado Sarrafetado	0	-4	3	A	
			2	Compesado Multilaminado	0	-4	3	A	
			3	Compesado Sarrafeado com L Torneada	0	-4	3	A	
			4	Compensado Multilaminado com L Torneada	0	-4	3	A	
			5	Chapa Dura	0	-4	3	A	
		02. Aglomerado de fibras de média densidade	1	MDF BP	0	-4	3	A	
			2	MDF PET	0	-4	3	A	
			3	MDF UV	0	-4	3	A	
			4	MDF Laqueado	0	-4	3	A	
			5	MDF FF	0	-4	3	A	
		03. Madeira aglomerada	1	Aglomerado Cru	0	-4	3	A	
			2	Aglomerado BP	0	-4	3	A	
		04. MDP	1	MPD	0	-4	3	A	
		05. OSB	1	OSB	0	-4	3	A	

Tabela 2: Classificação das madeiras. Fonte: autores

Após a classificação, divide-se o código da amostra com um hífen “-“, a partir deste inicia-se a parte de localização, que divide-se em: armário, prateleira e amostra.



Figura 1: materioteca. Fonte: autores

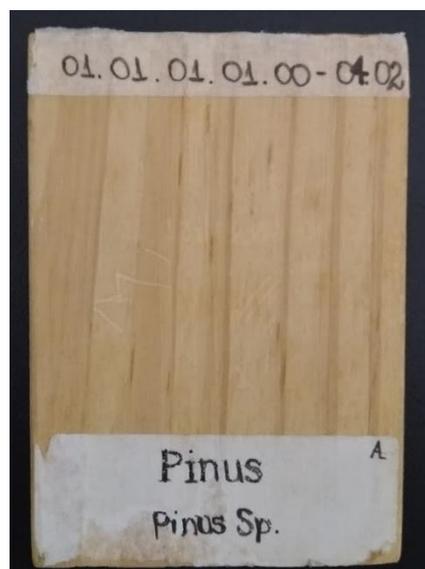


Figura 2: amostra de pinus. Fonte: autores

A figura 1 mostra parte da materioteca, mais especificamente o armário 04, no qual estão localizadas as amostras de madeira; e a imagem 2 apresenta uma amostra de madeira, com o seu código de classificação e localização. A amostra da imagem é uma da madeira pinus e seu código (01. 01. 01. 01.00 - 04.02), indica respectivamente que a amostra se enquadra na tabela de classificação no: 01. Grupo: madeiras; 01. Classificação: naturais; 01. Subgrupo: coníferas; Tipos: Pinus (espécie); Usos: 00;01 (classificam a amostra disponível da materioteca, sendo 00 amostra bruta e 01 amostra da construção civil; Armário: -04.; Prateleira: 02. Amostra: A, B, C, D e E, (caracterizam as diferentes amostras de pinus).

3.4 MOBILIÁRIO

Neste trabalho o conceito e divisão dos mobiliários utilizados foram os de Ferrolli e outros autores (2019), e estão apresentados na tabela 3 a seguir:

(1) Mobiliário residencial:	projetado para uso interno, com poucos usuários (em geral núcleo familiar e seus convidados), com ambiente não agressivo e pouco sujeito a intempéries.
(2) Mobiliário condominial	projetado para uso interno, porém com muitos

interno:	usuários (pousadas, escolas, restaurantes, etc.). O ambiente não é tão agressivo, pouco sujeito a intempéries, porém o material está mais sujeito ao desgaste pelo uso compartilhado e mais intenso.
(3) Mobiliário condominial externo:	projetado para uso externo, com muitos usuários, em ambiente com público controlado (varandas, decks, sacadas, etc.). Com ambiente agressivo, sujeito a intempéries e desgaste pelo uso compartilhado e intenso.
(4) Mobiliário urbano:	projetado para uso externo, com muitos usuários, em ambientes com público de livre acesso (praças, passarelas, pontes, estacionamentos, etc.). Ambiente agressivo, sujeito a intempéries e possibilidade de vandalismo, com uso intenso

Tabela 3: divisão dos mobiliários. Fonte: Ferroli (2019).

Esta divisão é feita a partir dos aspectos de uso do mobiliário e esta pesquisa aborda o grupo 4, de mobiliário urbano.

O mobiliário urbano é definido pela NBR 9050 como:

Conjunto de objetos existentes nas vias e nos espaços públicos, superpostos ou adicionados aos elementos de urbanização ou de edificação, de forma que sua modificação ou seu traslado não provoque alterações substanciais nesses elementos, como semáforos, postes de sinalização e similares, terminais e pontos de acesso coletivo às telecomunicações, fontes de água, lixeiras, toldos, marquises, bancos, quiosques e quaisquer outros de natureza análoga. (p. 05)

Entende-se então que o mobiliário urbano é projetado para amparar as necessidades humanas no espaço público das mais diversas formas, desde a lixeira para descarte de resíduos até semáforos que coordenam o trânsito. Além desse auxílio cotidiano, os mobiliários urbanos criam ambiências na cidade, muitas vezes favorecendo a ocupação dos espaços.

A pesquisa iniciou-se com a familiarização com este tipo de móvel, que mesmo muito presente no dia-a-dia as vezes passa despercebido. Realizou-se então o registro e a observação de mobiliários urbanos do cotidiano para uma breve análise dos materiais nestes utilizados.



Tipo de mobiliário urbano: banco

Materiais utilizados: madeira

Localização: Balneário Camboriú - SC

Figura 3: banco de madeira. Fonte: autores



Tipo de mobiliário urbano: abrigo de ônibus com bancos

Materiais utilizados: concreto nos bancos; madeira na estrutura do abrigo de ônibus e telhas de fibrocimento.

Localização: Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis SC.

Figura 4: abrigo de ônibus – UFSC. Fonte: Google Earth.



Tipo de mobiliário urbano: banco de praça.

Materiais utilizados: madeira no acento e no encosto e ferro na estrutura.

Localização: Avenida Hercílio Luz – Florianópolis SC.

Figura 5: banco da Praça XV de novembro. Fonte: autores



Figura 6: lixeira da Praça XV de novembro. Fonte: autores.

Tipo de mobiliário urbano: lixeira

Materiais utilizados: plástico para a lixeira, metal na estrutura que a apoia e no apagador de cigarros embutido na boca da lixeira.

Localização: Praça XV de novembro – Florianópolis SC.



Figura 7: bicicletário em Balneário Camboriú. Fonte: autores.

Tipo de mobiliário urbano: bicicletário

Materiais utilizados: ferro.

Localização: Avenida Central – Balneário Camboriú.

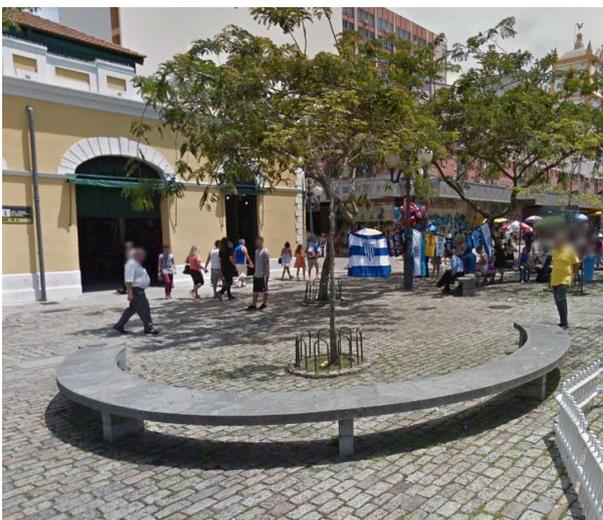


Figura 8: banco no largo da Alfândega. Fonte: Google Earth.

Tipo de mobiliário urbano: banco

Materiais utilizados: estrutura e assento de concreto.

Localização: Largo da Alfândega – Florianópolis SC.



Figura 9: banco na Áustria. Fonte: autores.

Tipo de mobiliário urbano: banco

Materiais utilizados: estrutura metálica assento de PVC (Policloreto de Vinila pigmentado).

Localização: Áustria



Figura 10: banco e lixeira na Áustria. Fonte: autores.

Tipo de mobiliário urbano: banco e lixeira

Materiais utilizados: estrutura e assento em aço inóx.

Localização: Áustria



Figura 11: bicicletário na Áustria. Fonte: autores.

Tipo de mobiliário urbano: bicicletário

Materiais utilizados: aço galvanizado em estrutura tubular.

Localização: Áustria



Tipo de mobiliário urbano: rampa facilitadora pra ciclistas

Materiais utilizados: aço ou latão

Localização: Vienna - Áustria

Figura 12: rampa para ciclistas. Fonte: autores.

Pode-se perceber nas imagens uma ampla diversidade de materiais que constituíram os mobiliários. Fica o questionamento de como tais materiais foram selecionados e se a escolha realizada pelo projetista foi a melhor.

Por exemplo, será apropriado o uso de um metal corrosivo em contato direto com o piso, ou qual a durabilidade daquele tipo de plástico quando exposto diretamente a ação ultravioleta? Muitas questões surgem que colocam em evidência a decisão do projetista sobre o uso daquele material, principalmente quando inserimos neste contexto a busca pela sustentabilidade e a forma como aquele objeto deve desempenhar suas funções.

3.5 BAMBU

Buscando informações para a classificação, estudou-se sobre taxonomia do bambu, que tem por objetivo distinguir, identificar e classificar as plantas. Segundo o livro *Bamboo: the gift of the Gods* (Hidalgo, 2003), a classificação dos bambus é mais trabalhosa e apresenta alguns problemas, já que normalmente essas classificações são feitas com base nas folhas e frutos das plantas, e a maioria dos bambus floresce uma ou duas vezes por séculos, morrendo logo após. Por esta razão, existem bambus da mesma espécie, classificados como espécies diferentes, por botânicos distintos, o que gerou uma certa confusão na taxonomia do bambu no mundo. Ao todo, foram listadas atualmente, segundo Greco (2013), mais de 1,439 espécies de bambu e novas espécies continuam sendo identificadas.

Segundo Greco (2013), bambu pertence à família das gramíneas Poaceae, que é dividida em 12 subfamílias, a qual o bambu pertence a Bambusoideae. A família Bambusoideae é dividida em três grandes tribos, sendo elas:

- *BAMBUSEAE*: bambus lenhosos de clima tropical; (784 espécies)
- *ARUNDINARIEAE*: bambus lenhosos de clima temperado; (533 espécies)
- *OLYREAE*: bambus herbáceos; (122 espécies)

O Brasil possui uma vasta quantidade de espécies de bambus nativos das tribos Olyreae e Bambuseae, divididos em 258 espécies (156 endêmicas) e 35 gêneros (17 endêmicos).

3.5.1 POTENCIAL E USOS DO BAMBU

O bambu pode ser usado em praticamente todas as esferas das atividades humanas. Suas aplicações vão desde as mais brutas, que utilizam o colmo in natura, bem como as mais avançadas, que exigem complexos processos industriais. O bambu pode ser utilizado em quase todos os usos que comumente são dados a madeira, no entanto a madeira não pode ser usada em todas as aplicações do bambu. Mas vale ressaltar, que não existe uma espécie que seja apta a todas as aplicações, fazendo-se necessário o estudo de características na busca da espécie adequada para determinada aplicação. Serão descritas a seguir, várias aplicações deste material tão multifuncional.

Movelaria

A produção de móveis é um dos usos mais conhecidos do bambu. Segundo Manhães (2008), o setor de móveis de bambu não tem dados estatísticos oficiais da produção de móveis de com este material. Daqui subentende-se que a produção de móveis de bambu é mais artesanal e informal. Porém, existem muitas fábricas e oficinas que trabalham nas confecções de móveis com esta matéria prima.

Do caráter informal do trabalho com o bambu, decorre a falta de informações sobre como o uso está se desenvolvendo no país. Entretanto, possui grande potencial possui grande potencial de imprimir maior sustentabilidade, ao ser utilizado na substituição da madeira, material mais comum na produção de móveis. As figuras 13 à 16 presentes abaixo ilustram algumas possibilidades de mobiliário com bambu, apresentando desde a mais simples técnica pelo uso do colmo in natura ou mesmo das esteirilhas, à

processos mais elaborados, como o do bambu laminado colado (BLaC). Espécie indicada: *Phyllostachys aurea*



Figura 13 e 14: exemplos de moveis com bambu. Fonte: CasaBemFeita.



Figura 15: Chaise 4 estações, feita em BLaC. Fonte: Bruno Pazarell



Figura 16: Cadeira em bambu, confeccionada durante curso da BambuSC. Fonte: autores.

Construção civil

O bambu é amplamente usado na construção em diversos países do mundo. Possui características excelentes físico-mecânicas, com resistência a tração, compressão, e flexão, sendo até comparadas às do aço, em função de sua leveza. É um material flexível e leve e de grande potencial construtivo. No Brasil a tradição da construção com bambu não foi muito difundida, mas vem recebendo destaque e a ideia de se construir com o bambu vem se fortalecendo com o passar dos anos. As figuras 17 à 23 a seguir ilustram as mais diversas possibilidades do uso do bambu, na arquitetura, engenharia e design.



Figuras 17 e 18: Casa Bambu - Brasil. Fonte: Guillermo F. Florez



Figura 19: Quiosque de bambu parque tucumã – Acre. Fonte Pedro Devani.



Figura 20: Centro Cultural Max Feffer – São Paulo. Fonte: Galeria da arquitetura



Figura 21: Anfiteatro PUC-RJ - Rio de Janeiro. Fonte: Bambutec.

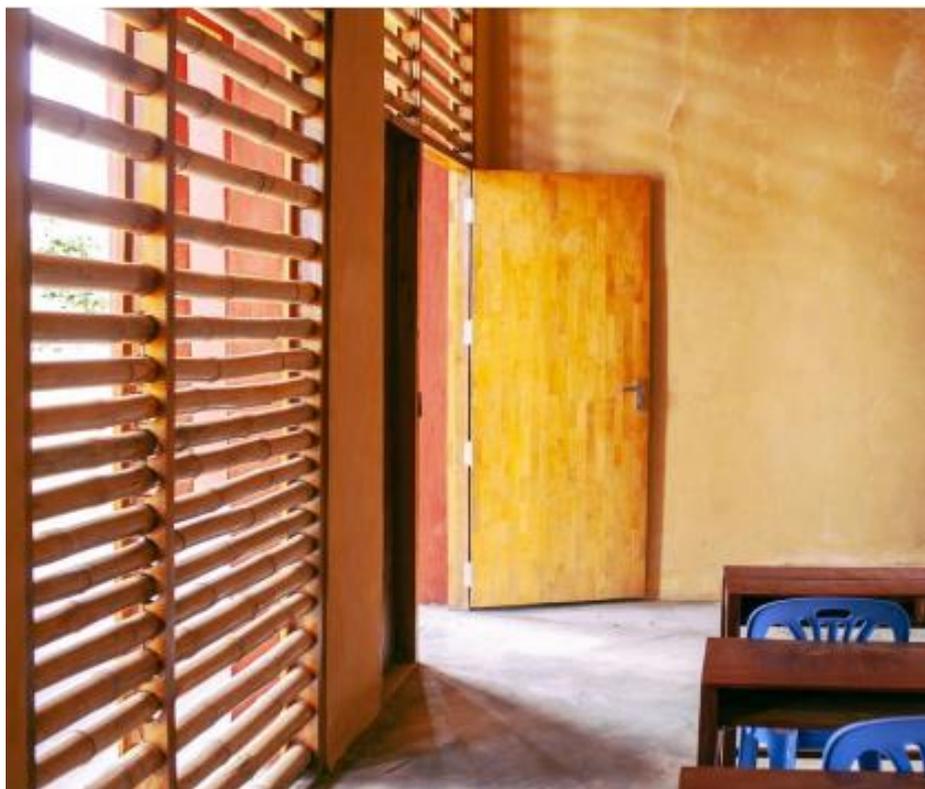


Figura 22: Escola Secundária - Camboja Fonte: Architetti senza frontiere Italia.



Figura 23: Casas pré-fabricadas CUBO - Filipinas / Earl Patrick Forlaes

O bambu pode ser aplicado em diversas partes da construção, desde fechamentos à grandes e arrojadas estruturas, necessitando apenas fazer o uso da espécie adequada. A tabela 4 lista as espécies de grande, médio e pequeno porte adequadas para usos estruturais, segundo Greco e Cromberg (2011).

Grande porte	Cultivados no Brasil	<i>Bambusa bambos</i>
		<i>Dendrocalamus asper</i>
		<i>Dendrocalamus giganteus</i>
		<i>Dendrocalamus latiforus</i>
		<i>Guadua angustifolia</i>
		<i>Guadua cacoensis</i>
		<i>Phyllostachys bambusoides</i>
		<i>Phyllostachys pubescens</i>
	Não cultivados no Brasil	<i>Bambusa polymorpha</i>
		<i>Dendrocalamus brandisii</i>
Médio porte	Cultivados no Brasil	<i>Bambusa oldhamii</i>
		<i>Bambusa tulda</i>
		<i>Gigantochloa atter</i>
		<i>Phyllostachys nigra var. henonis</i>
	Não cultivados no Brasil	<i>Bambusa balcooa</i>
		<i>Bambusa blumeana</i>
		<i>Gigantochloa apus</i>
		<i>Gigantochloa levis</i>
Pequeno porte	Cultivados no Brasil	<i>Bambusa textilis</i>
		<i>Bambusa tuldoides</i>
		<i>Phyllostachys aurea</i>

Tabela 4: espécies indicadas para usos estruturais. Fonte: Greco e Cromberg (2011).

Bambu Laminado Colado (BaLC)

É comum nas indústrias moveleiras, utilizar os colmos processados em forma de laminados. Tem técnica e estética muito semelhantes ao da madeira laminada e colada. O processo de laminação se inicia transformando o colmo do bambu em taliscas e as aparando para deixá-las uniformes em uma plaina, após isto elas são dispostas com as fibras paralelas ao comprimento da peça e adesivadas. O tratamento do bambu pode ser feito antes da confecção das taliscas ou antes de adesiva-las. A colagem precisa ser feita em uma prensa devido o tempo necessário para o endurecimento.

Este procedimento pode originar pisos, chapas, painéis, compensados; devidos que aumentam ainda mais as possibilidades da aplicação do bambu na construção civil e design.



Figura 24: Móveis em BLaC. Fonte e Design: Orê Brasil



Figura 25: Protebam: prótese em BLaC. Fonte: João Victor Gomes Santos.

Polpa e papel

O bambu possui uma fibra com grande potencial para a produção de papel, por ser considerada longa. É mais utilizado na produção de papel kraft, papel com grande resistência e com menores índices de rasgo, que é utilizado em diversos tipos de embalagens. A espécie *Bambusa vulgaris*, é muito utilizada principalmente para a fabricação de sacos de cimento. E países como a Índia tornou o bambu matéria prima principal para a produção de papel e celulose.

Alimentação

O bambu pode ser utilizado na alimentação, no caso os brotos do bambu, são rico em proteínas, fibras e substâncias antioxidantes. Segundo Greco (2011), Seu consumo é muito comum em países orientais. Os brotos consumidos na idade média de 10 a 15 dias e altura de 30 centímetros, são geralmente os mais apreciados, já que quando passam desse período ficam com textura fibrosa. Apresenta valor nutricional e sabor semelhante ao do palmito obtido por palmeiras no Brasil, mas diferente dos palmitos, possuem a vantagem de serem explorados sem a necessidade de matar a planta.

As espécies mais cultivadas comercialmente para esse propósito são: *Bambusa oldhamii*, *Phyllostachys pubescens*, *Phyllostachys praecox*, *Dendrocalamus asper*, *Dendrocalamus latiflorus*, *Tryrsostachys siamesis* e *Nastus elatus*.



Figura 26: Brotos para alimentação. Fonte: Receitas de Comida.

3.6 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

Segundo o Instituto Nacional de Metodologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), a ACV (análise do ciclo de vida) consiste no conjunto de etapas necessárias para que um produto cumpra sua função na cadeia de produtividade. Sua análise permite a quantificação das emissões ambientais e o impacto ambiental de um produto, sistema ou processo.

Na ACV realizada nos catálogos de materiais da Materioteca da UFSC, seleciona-se um material da construção civil ou de design, para analisar seu processo produtivo, suas principais características e propriedades, suas classificações ou subdivisões, relações com a construção civil, design e engenharia, bem como a Avaliação do Ciclo de Vida, coletando informações sobre as entradas e saídas deste ciclo e os impactos ocasionados.

As análises do ciclo de vida da Materioteca de Produtos Sustentáveis da UFSC possuem os seguintes tópicos: conceito; histórico; propriedades; processo produtivo; usos na construção civil; manutenção; descarte; reciclagem; impacto ambiental e fornecedores. A ACV do bambu foi desenvolvida durante esta pesquisa e está disponível no site da materioteca. Para confecção do catálogo dos bambus primeiro selecionou-se as espécies a catalogar seguindo as espécies prioritárias estabelecidas pelo INBAR e de Greco e Cromberg (2011) e conforme a disponibilidade regional.

Na confecção da ficha do bambu, convencionou-se elaborar uma ficha geral do material e depois, desta, salientar as peculiaridades de algumas espécies prioritárias.

Desta forma estabeleceu-se o conceito e demais informações que deveriam constar nas fichas e que são apresentados a seguir. As espécies estudadas são *Bambusa blumeana*, *Bambusa oldhamii* munro, *Bambusa tuldoides*, *Bambusa tulda*, *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus giganteus*, *Dendrocalamus asper*, *Dendrocalamus latiflorus*, *Dendrocalamus strictus*, *Gigantochloa apus*, *Guadua augustifolia*, *Guadua chacoensis*, *Melocana bacífera*, *Phyllostachys bambusoides*, *Phyllostachys pubescens*, *Phyllostachyus nigra* var. *henonis*, *Phyllostachyus aurea*.

3.7 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DO BAMBU

Conceito

O bambu é um material muito versátil e ecológico, tendo vasta distribuição pelo território brasileiro – das mais de 1500 espécies mundiais, o Brasil desfruta de 200 delas - e além disso conta com uma das maiores florestas nativas de bambu do planeta, que fica na Amazônia Sul-Occidental, atingindo os estados do Amazonas, Acre e também os países vizinhos Bolívia e Peru. A espécie mais abrangente nesse espaço é a *Guadua*, uma espécie reconhecida a nível mundial como uma das mais importantes para a construção.

Histórico

Historicamente, o bambu está presente desde o início das civilizações asiáticas e tem acompanhado o ser humano oferecendo abrigo, alimento, ferramentas entre outras utilidades. Teve papel em grandes marcos na humanidade: sabe-se que o primeiro filamento utilizado em uma lâmpada por Thomas Edson foi de bambu e que na construção de um dos primeiros aviões, o modelo *Demoiselle*, Santos Dumont utilizou colmos de bambu (PEREIRA & BERALDO, 2008). Outro grande símbolo construído com bambu são as cúpulas do Taj Mahal, segundo Hidalgo-López (2003), originalmente as estruturas internas destes foram feitas em bambu.

Propriedades

Resistência à tração

A distribuição das fibras existentes no bambu é no sentido paralelo ao eixo do colmo, devido a isso sua tração longitudinal é bastante alta. De acordo Ghavami & Marinho (2002), a resistência à tração do bambu varia de valores 64,26 MPa à 115,84 MPa no bambu.

Resistência à compressão

O colmo do bambu possui grande variabilidade da sua composição por sua extensão fazendo que o comportamento seja variado quando submetido a testes de cargas. Os resultados presentes na literatura, são muito diferentes, devido à falta de normatização dos ensaios, entretanto, nota-se que os resultados para o bambu processado (laminado colado) são mais uniformes, pois as variabilidades presentes no colmo, podem ser minimizadas na confecção do material. Segundo Beraldo e Carbonari (2019), em seu capítulo no livro *Bambu: caminhos para o desenvolvimento sustentável* (Librelotto e outros, 2019), através de ensaios aplicados na em um colmo curto (com três entrenós) da espécie *G. angustifolia*, no teste de compressão paralela as fibras, a carga de ruptura atingida foi superior a 40 toneladas-força.

Já a compressão perpendicular as fibras, não é um esforço muito adequado a ser suportado pelo bambu. Com exceção dos nós, o bambu possui seção tubular, com parede de espessura pequena, o que diminui sua capacidade em suportar esse tipo de esforço.

Resistência à flexão

Ao suportar esforços de flexão, taliscas de bambu tem diferentes comportamentos dependendo da orientação da casca. Quando a talisca está com a casca orientada para cima, ela sofre esforços de compressão e as fibras internas sofrem tração sendo rompidas. No entanto, quando a parte externa (casca), que reage bem a esforços de tração, está orientada para baixo, a talisca se deforma, mas não ocorre a ruptura. As imagens abaixo são de um teste realizado por Beraldo no livro e ilustram a deformação da talisca quando submetida a flexão nas diferentes direções da casca.



Figura 27: flexão em taliscas de bambu. Fonte: Beraldo.

Resistência ao cisalhamento

Os valores do bambu nesses estudos descritos por Ghavami & Marinho (2002) em relação à resistência ao cisalhamento longitudinal e transversal, foram obtidos os valores de 8 MPa à 32 MPa enquanto em estudos de madeiras os valores ficaram entre 5,6 MPa a 15,7 MPa.

Peso específico

O peso específico do bambu é variável de acordo com a espécie, para a espécie do *Bambusa vulgaris* o seu peso específico é de 680 Kg/m³. Comparado a outros materiais o bambu sai em vantagem, ele é aproximadamente 11 vezes menor que o aço e aproximadamente 3 vezes menor que do concreto simples.

Processo Produtivo

Propagação

Os métodos de reprodução assexuada são os mais utilizados para a propagação, podendo ser de partes do bambu, como pedaços de rizomas ou raízes e segmentos de caule em crescimento. Com experimentos feitos por Azzini e Salgado (1993), percebeu-se, em 110 dias, um enraizamento mais efetivo nas placas de colmos (gemas primárias não brotadas que foram obtidas na região basal dos colmos). Mas ressalta-se que esse tempo varia de espécie para espécie. Esse resultado é muito positivo para a consolidação da cadeia produtiva, visto que os colmos podem ser retirados facilmente durante uma colheita de bambus e armazenados e transportados de forma facilitada. Tipos de propagação assexuada: ramo lateral (estaquia), colmo enterrado e copinho.

- *Ramo Lateral*: este método utiliza os ramos das brotações principais dos colmos. Os ramos basais e apicais são usados para obter mudas, quando possuem gemas frescas em sua base. E é feita, segundo Greco e Cromberg (2011) da seguinte forma:

1. Com o uso do serrote, faz-se o destacamento do ramo principal (apical).
2. Removem-se as folhas protetoras das gemas e corta-se com uma tesoura de poda, o ramo na altura do terceiro ou quarto nó, formando uma estaca.
3. Colocam-se as estacas em um canteiro e propagação ou em sacos para o plantio de mudas, preenchidos com substrato. A estaca deve ser enterrada até a altura do segundo nó. Deve-se compactar suavemente a terra com as mãos para assegurar que a estaca fique firme no substrato.

As mudas estão prontas para o plantio em média após nove meses. Mas ressalta-se que esse tempo varia de espécie para espécie.

- *Colmo enterrado*: consiste na utilização da parte intermediária (2 metros em média) do colmo para a geração de novas touceiras. É indicado o uso de colmos jovens (de 1 a 2 anos), pelo potencial de “pega”. O plantio é feito escolhendo uma parcela do colmo de no mínimo três nós e dois entrenós. E é feito, segundo Greco e Cromberg (2011) da seguinte forma:

1. Deverão ser feitos furos nos entrenós (um em cada), que possam ser fechados com uma rolha. Ou cortes inclinados com o serrote, de forma a fechá-los depois com a própria parte cortada do colmo.
2. Deve-se preencher totalmente o volume dos colmos com água e fechar os cortes.
3. O colmo deve ser enterrado em um local já definitivo, a 25 centímetros da superfície e deve ser posicionado de forma que as gemas fiquem dispostas lateralmente em relação a superfície do solo. Alguns ramos pequenos devem ser mantidos, os deixando posicionados para fora do solo.

- *Copinho* com parcelas de colmo com ramo: consiste em retirar segmentos das regiões intermediárias e do topo do colmo, que possuam ramos ou gemas ativas, e enterrá-los no substrato. A parte do colmo a ser utilizada, deverá apresentar a forma de um copo (o corte deve ser feito de forma que a parte inferior fique tenha um nó presente e seja feita logo antes do próximo nó, ficando aberta), ao enterrar no solo, o “copinho” de colmo deve ser preenchido com água, fazendo que tenha grande disponibilidade de água para o crescimento das mudas, não necessitando então, de regas constantes.

Plantio:

Como já dito, existem inúmeras espécies de bambu e cada um tem suas peculiaridades, seja de reprodução, corte e também de plantio. Para espécies entouceirantes recomenda-se o plantio em períodos chuvosos. Como recomendações gerais deve-se plantar pela manhã, em locais sombreados para evitar a evaporação e a consequente morte das plantas. Também em terrenos planos, permitindo um melhor revolvimento do solo e também uma eficiência de trabalho que reduziria os custos gerais da produção.

Os bambus se desenvolvem melhor em altitude entre 900m e 1600m acima do nível do mar, embora ainda possam ocorrer a partir de 40m até 2400m. Quanto as chuvas, as plantas se desenvolvem bem com chuvas iguais ou superiores a 1.200 mm anuais. Outro fator interessante é a utilização do bambu para tratar a lixiviação do solo, sozinho ou acompanhado de outras espécies - como tem sido feito com o bambu e a teca em alguns estudos -, o acúmulo da decomposição da serapilheira é muito importante para restaurar a fertilidade do solo antes da mudança de cultura naquele espaço.

Manejo

Segundo Greco e Cromberg (2011), o manejo é fundamental para garantir a longevidade e boa produção do bambuzal. Recomenda-se que, a partir do quinto ano de plantio, sejam extraídos colmos que brotaram no primeiro e

segundo ano após o plantio, varas que já devem estar maduras para serem utilizadas. As fases de vida do colmo podem ser divididas em:

- Brotos: colmos recém gerados
- Colmos jovens: de 6 meses a 3 anos de idade
- Colmos maduros: de 3 a 10 anos de idade

Deve-se fazer a retirada dos colmos mais velhos todo ano, pois apresentam-se maduros e bom para o uso, não fazem mais o suprimento de amido para os mais jovens e precisam liberar espaço no bambuzal para os mais novos.

A retirada de brotos malformados é fundamental para que a produção de colmos seja maximizada, deixando as varas com potencial de desenvolvimento fortes e saudáveis. Isso deve ser feito na época de brotação dos colmos, e repetido anualmente, tornando a moita viçosa, com colmos vigorosos e sadios.

Colheita

Recomenda-se que a colheita seja feita em meses mais frios e secos, considerando que a umidade reduzida torna o bambu mais leve, facilitando o transporte e armazenagem, e ainda evitando que os colmos trinquem. A idade de colheita deve ser feita conforme o destino desejado para o colmo. O controle da idade é feito através de marcações manuais feitas nos colmos.

Bambus que apresentam fungos e líquens em sua superfície, representam um bambu mais antigo, e logo, mais resistente por apresentar menor umidade e seiva circulando em seus colmos, reduzindo a possibilidade de ataque de insetos, outro fator que ajuda a perceber a idade do bambu é sua colocação na touceira, os centrais são provavelmente os mais antigos.

O corte do bambu precisa ser cuidadoso, e feito a aproximadamente 20 cm acima do solo e recomenda-se a utilização de serras, serrotes ou motosserras para evitar danos nas fibras do bambu. É muito importante que o corte seja feito logo após um nó, de forma a não deixar um “copo” exposto a chuva, sujeito ao acúmulo de água, podendo ocasionar fungos a adoentarem a moita ou até mesmo a proliferação de mosquitos.

Tratamento

Essa etapa é primordial para a durabilidade e qualidade do bambu, evitando a deterioração e o ataque de insetos e fungos. Em função a grande concentração de amido em seus colmos, o bambu é um material que apresenta muita vulnerabilidade ao ataque de agentes biológicos, tornando sua vida útil sem tratamento muito limitada. A vida útil de um colmo de bambu não tratado é de 1-3 anos, quando em local aberto e em contato com o solo; e de 4-6 anos, em local com cobertura e sem contato com o solo (Janssen, J.J., 2000), no

entanto, quando feito o correto manejo e tratamento indica-se que o bambu pode ter a durabilidade média de 5 a 20 anos.

Os tratamentos são divididos em duas categorias: tradicionais ou químicos. A escolha do tratamento deve levar em consideração fatores como: finalidade do colmo, tempo disponível, se está verde ou seco, quantidade a ser tratada, entre outros.

Os métodos tradicionais fazem o uso de materiais encontrados na natureza e menos agressivos, e são eles:

- *Cura na mata*: depois de cortado, o bambu deve ser deixado em posição vertical, ainda com suas folhas e ramos, por 30 dias. A base do colmo não deve ter contato com o solo, sendo então indicado apoiá-lo sobre uma pedra. As folhas continuam fazendo a transpiração da água, diminuindo a quantidade de seiva e amido dos colmos.

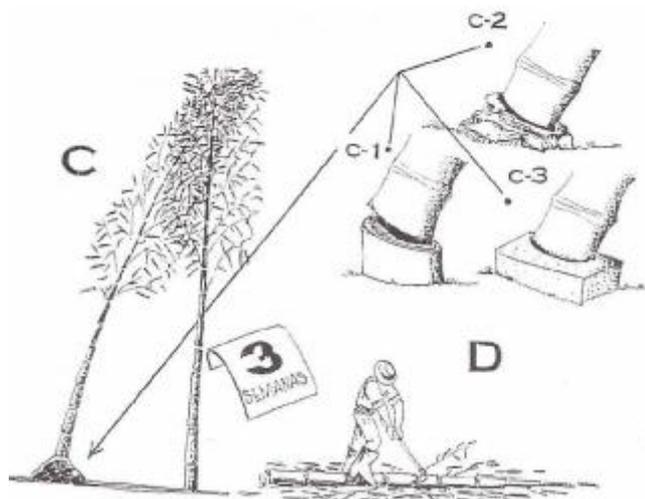


Figura 28: Cura na Mata. Fonte: Lopez (2003).

- *Cura pelo fogo*: após a colheita e a umidade dos colmos for reduzida a 50%, submete-se os colmos ao calor, provocando a evaporação da seiva por transpiração na superfície. Recomenda-se fazer a limpeza dos colmos com óleo diesel, imediatamente após a retirada do fogo, para que os cristais de açúcar, ainda em ebulição na superfície das peças seja retirado. Os colmos devem ficar a 50 cm da fonte de calor e serem constantemente girados, com o manuseio do lança-chamas de forma a “pentear” na longitudinal o colmo. Rapidamente o colmo fica seco e com aparência amarelada e um brilho natural em sua superfície. Mas não é muito eficaz para grandes quantidades e nem para colmos muito robustos.



Figura 29: tratamento com fogo feito em aula experimental pelo grupo de pesquisa na universidade, na disciplina de tecnologia da edificação. Fonte: autores.

- *Cura pela água*: é um método muito utilizado por chineses e consiste em deixar os colmos submersos na água por pelo menos quatro semanas. Mostra-se muito eficaz quando feitos em água corrente, como a de um rio, mas pode ser feito também em tanques de bombeamento mecânico com reuso de água. As substâncias hidrossolúveis (carboidratos e açúcares) apresentam suas concentrações reduzidas após o tratamento.

Os tratamentos químicos, mostram-se mais eficazes na retirada total do amido e do açúcar presentes nos colmos. Segundo Nunes (2005), produtos a base de boro, como o bórax, ácido bórico e octaborato, associados a sulfato de cobre, têm mostrado bons resultados imunizantes do bambu.

- *Tratamento por imersão*: é feito mergulhando os colmos em uma solução, por um período de 5 a 7 dias para que os agentes químicos sejam absorvidos pelas paredes internas. Os nós devem ser furados por toda a extensão do colmo, para que todo o colmo seja preenchido com a solução. A solução para o tratamento recomendada por Lengen (1997) é: 1kg de sulfato de cobre; 3kg de ácido bórico; 5kg de bórax e 100L de água.

- *Método da injeção*: injeta-se a solução de tratamento por um pequeno furo em cada entrenó, tapando-se em seguida o furo para manter o líquido vedado dentro do colmo. Apresenta vantagens como: menor desperdício, já que a solução é colocada apenas dentro do colmo, quando no processo de imersão, perde-se grandes quantidades de solução de tratamento; e a solução entra em contato apenas com o interior do colmo, que é a parte que necessita de tratamento, deixando a superfície livre de solução química.

- *Boucherie*: segundo Salgado (2001), deve ser aplicado em bambus recém cortados, onde a seiva ainda esteja em movimento. Consiste em fazer com que o tratamento penetre pela extremidade do bambu, com a ajuda de bombas, e faz

que por pressão hidrodinâmica para que a seiva seja empurrada e substituída pelo tratamento.

Aplicações na construção civil

O bambu pode ser aplicado de diversas formas na construção civil, muitas já apresentadas e ilustradas anteriormente neste relatório, sendo elas: estruturais, como pilares, vigas e fundações; fechamentos: podendo ser aplicada em painéis, esteirilhas em fechamentos; esquadrias; forros; revestimentos; entre outras aplicações.

Manutenção

Construções de bambu, assim como as que empregam outros métodos construtivos precisam de manutenção ao longo de sua vida útil. Segundo Benavides (2012) faz-se então necessária a vistoria periódica das peças de bambu, buscando indícios de rachaduras ou de ataques por insetos ou fungos. A substituição de colmos deve ser realizada sempre que houver comprometimento das peças, e, em caso de rachaduras ou ataques muito significantes, caso a infestação seja controlável, pode ser feita a reaplicação do tratamento.

Descarte

Os colmos de bambu podem ser descartados na natureza quando seu tratamento é feito com métodos pouco agressivos, de forma que o colmo seria decomposto por microrganismos fechando o ciclo.

Reciclagem

Caso o tratamento utilizado no bambu seja mais agressivo, sugere-se então a reciclagem. Podendo ser processado e utilizado na produção de compósitos, para a reutilização como matéria prima. Pesquisas da UNESP desenvolveram materiais compósitos com bambu, com ou sem adição de outros resíduos e resina da mamona na produção de aglomerados e foram apresentados por Barata, Sasaoka, Santos e Pereira (2019), em seu capítulo do livro *Bambu: caminhos para o desenvolvimento sustentável* (Librelotto e outros, 2019).

Impacto ambiental

A introdução do bambu como forma de material alternativo na construção, é evidenciado quando comparamos no gráfico 1 o consumo energético necessário para a produção de outros materiais convencionais.

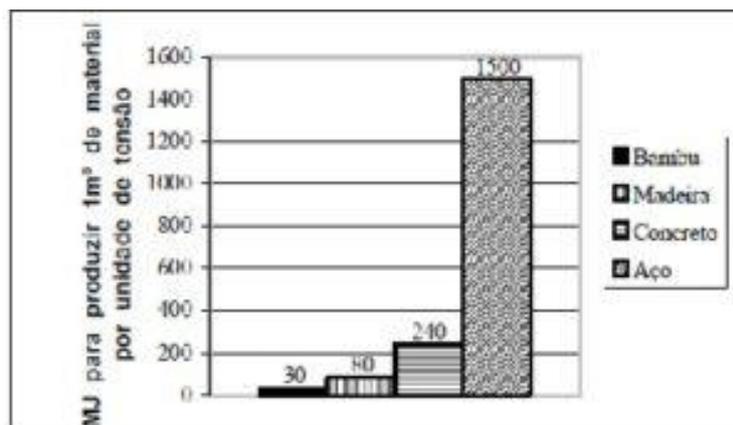


Gráfico 1: Energia gasta em MJ para produzir 1m³ de alguns materiais por unidade de tensão. Fonte: Ghavani, 1996

Na busca de estabelecer os impactos para a produção de bambu e de seu processo de beneficiamento Librelotto e Benitez (2015) realizaram a Avaliação do ciclo de vida para o bambu *Guadua chacoensis* e apresentaram os resultados da tabela 4.

ENTRADAS		SALIDAS	
<i>Insumos</i>	<i>Cantidad /pieza rolliza de 6m de largo</i>	<i>Item</i>	<i>Cantidad /pieza rolliza de 6m de largo</i>
gasolina	0,067 lt o 0,05Kg	CO ₂	0,148 Kg
aceite	0,001 lt o 0,003Kg	CO	0,00768 Kg
diésel	21,66 lt o 0,48Kg	HC	0,00264 Kg
bórax	0,0034 lt	NO _x	0,00144 Kg
ácido bórico	0,0034 lt	SO _x	0,00144 Kg
agua	0,06 lt	Partículas	0,0024 Kg
		bambú tratado	1 unidad
		residuo tallo parte superior bambú (reutilizado)	1,33m
		residuo tallo parte basal bambú (sale para latillar)	0,65m
		Solución química preservante (siempre se reutiliza)	110 lt

Tabela 4: Inventário da produção de um colmo de bambu tratado com 6m de comprimento. Fonte: Jaramillo, Librelotto e Benitez (2015).

Fornecedores

- Bambu Marketplace: plataforma de venda de bambu tratado, in natura, específico construção civil além de artesanatos, utensílios entre outros. Possui as seguintes espécies: *Dendrocalamus asper*, *bambu mossô*, *Guadua angustifolia*, *Bambusa vittata*, *Guadua chacoensis*. Disponível através do site: <https://www.bambu.com.br/bambu-in-natura>; do telefone [+55 \(22\) 99766-1187](tel:+5522997661187).
- Bambushow: venda de bambu tratado: <http://bambushow.blogspot.com.br> Possui as seguintes espécies: *Dendrocalamus asper*, *bambu mossô* e *Cana da Índia*.
- Brasil Sul Bambu Distribuidora: distribuidora de bambu tratado e execução de projetos. Possui as seguintes espécies: cana da Índia / hatiku / mosso / gigante. Disponível através da página: <https://www.facebook.com/BrasilSulBambuDistribuidora/>, e do telefone (47) 99727-3777.
- Sítio vagalume – Marcos Marques: Plantio experimental de bambu na serra catarinense; produção de brotos, mudas e colmos. Cursos e vivências em parceria com a BambuSC.. Disponível através da página: <https://www.facebook.com/marcos.vagalume.3>
- Bambu Carbono Zero: empresa especializada em móveis, construções, projetos em bambu e fornecimento de colmos. <http://bambucarbonozero.com.br>
- Bambu Essencial - Rodrigo Primavera: bambuzeiro, designer de produtos em bambu. <https://bambuessencial.wordpress.com/author/rodrigoprivavera/>
- Espaço Naturalmente – bambuzeria, bioconstrução, móveis em bambu, cursos e acessórios. <http://www.espaconaturalmente.eco.br/>
- Sítio da mata: venda de mudas de bambu e insumos para a produção <https://www.sitiodamata.com.br/>
- Bambu Arte: empresa especializada em móveis, construções e projetos em bambu e fornecimento de colmos. <http://bambuarte.com/>

As formas de tratamento empregadas devem ser solicitadas ao fornecedor, pois envolvem desde a simples cura até tratamentos com químicos.

3.8 ESPÉCIES DE BAMBU

Após a análise geral do ciclo de vida do bambu, foram feitas pesquisas sobre as espécies de bambu pois, as características mudam de espécie para espécie. Foram elaboradas fichas das espécies de bambu sugeridas por Grecco e Cromberg (2011) para plantio no Brasil. Estas, como objetivo fornecer informações mais detalhadas sobre as espécies que diferem das informações gerais da análise do ciclo de vida do bambu e são elas: características gerais,

processo produtivo e usos e aplicações. As fichas, bem como a ACV do bambu estão disponíveis de forma mais ilustrada no site da materioteca.

A) *Bambusa multiplex*

Características gerais: ocorrências no Rio de Janeiro e São Paulo. É uma planta de porte médio, cor cinza perolado, que produz canas finas de 2 a 7 metros de altura. Colmos com paredes finas, com 10 a 30 mm de diâmetro.

Processo produtivo: Requer umidade abundante na estação de crescimento, tolera temperaturas de até -9 ° c. Idealmente necessita de uma posição protegida dos ventos secos e frios.

Usos e aplicações: Fabricação de papel, tecelagem, produção de cestos, e chapéus tradicionais na China e Vietnã, cabo de guarda-chuva, varas de pescar, ornamentação e cercas vivas.

B) *Bambusa blumeana*

Características gerais: a espécie também conhecida por *Bambusa spinosa*, é nativa da Indonésia e da Malásia e no Brasil é encontrada na região sudeste no estado de Minas Gerais. Seus colmos são de grande porte, tendo entre 15 a 25 metros de altura, 6 a 10 centímetros de diâmetro e paredes com espessura de meio a três centímetros.

Processo produtivo: Cresce melhor em áreas com temperaturas diurnas na faixa de 18 a 32°C. Pode ser propagado por colmos estacas e por plantio de rizoma, em solos pesados e férteis. Os colmos chegam a sua altura máxima em aproximadamente 5 meses. Suporta temperaturas mínimas de -1°C e ocasionais inundações do solo.

Usos e aplicações: os colmos são usados em construções, cestaria, móveis, bambu laminado e colado, reforços de concreto, parquetes, utensílios de cozinha, artesanato, chapéus e brinquedos. Também é usada como matéria-prima para a polpa de papel, e seus brotos comestíveis são consumidos como vegetais. Esta espécie de bambu também tem um grande potencial para a reabilitação de terras marginais e pode ser usada para fazer fronteira com áreas agrícolas como cercas vivas, como um quebra-vento, ou para evitar a erosão ao longo de córregos.

C) *Bambusa oldhamii* munro

Características gerais: Se encontra no Sudeste (Rio de Janeiro e São Paulo) e Sul (Santa Catarina, Rio Grande do Sul). Tem os colmos verdes e retos, com altura média de 18 metros, podendo chegar até 20m e diâmetro de 10 cm.

Carbonari e outros autores (2017) através de ensaios em colmos da espécie, encontraram valores de resistência média à compressão de 72,17Mpa em

amostras com o nó e de 72,04MPa em amostras sem o nó; resistência média à tração das fibras internas de 79Mpa e 133Mpa, de amostras com e sem o nó respectivamente e das fibras externas de 134Mpa e 229Mpa, em amostras com e sem o nó respectivamente.

Processo produtivo: Necessita de luz do sol plena, com terreno úmido e rico em húmus. Se desenvolvem melhor em altitude entre 900 m e 1600 m acima do nível do mar, embora ainda possam ocorrer a partir de 40m até 2400m. Chuvas iguais ou superiores a 1.200 mm anuais.

Usos e aplicações: Devido à grande quantidade de amido, é muito cultivada para a gastronomia, e não é indicado para a construção civil, visado para a fabricação de móveis, escoramentos, cercas e ornamentação.

D) *Bambusa textiles*

Características gerais: Majoritariamente no Sudeste (São Paulo). Tem coloração amarelo-limão, com diâmetro de em média 3 cm, altura varia conforme o espaçamento, de 6 - 8 m.

Processo produtivo: Luz do sol com exposição total para bom crescimento e qualidade dos colmos, porém, resiste a baixas temperaturas (registros de -10° C na China). Essa espécie adapta-se a floreiras e estufas.

Usos e aplicações: Bambu de alta qualidade para artigos de tecidos. O *Bambusa textilis* e algumas de suas variedades, como por exemplo *Bambusa textilis gracilis* (bambuzinho de jardim) também são usados frequentemente para ornamentação de jardins. Os brotos, ainda que pequenos, também são comestíveis.

E) *Bambusa tuldoides*

Características gerais: Conhecido popularmente como taquara, se encontra no Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás), Sudeste (Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo), Sul (Santa Catarina). O colmo é reto e de cor verde claro e marrom. Este bambu pode atingir um tamanho de 15 m de altura em boas condições, e o diâmetro do colmo em média 6 cm.

Processo produtivo: Amplamente cultivada em clima subtropical, e tem boa resistência baixas temperaturas (pode suportar até -9°C). Uma condição ligada a seca causa um inchaço dos entrenós no momento do crescimento das canas e diminuem muito a altura da planta.

Usos e aplicações: Construções leves, cercas, para tutoramento de algumas culturas, artesanatos, instrumentos musicais, ornamentação com a criação de bonsais.

F) *Bambusa tulda*

Características gerais: No Brasil pode-se encontrar no Centro Oeste, principalmente em São Paulo e Rio de Janeiro. Espécie de cor verde, alta e opaca, com o verde acinzentado quando maduro, altura varia entre 6 - 20 m, diâmetro do colmo em média 10 cm.

Carbonari e outros autores (2017) através de ensaios em colmos da espécie, encontraram valores de resistência média à compressão de 75,18Mpa em amostras com o nó e de 72,75MPa em amostras sem o nó; resistência média à tração das fibras internas de 82Mpa e 172Mpa, de amostras com e sem o nó respectivamente e das fibras externas de 168Mpa e 211Mpa, em amostras com e sem o nó respectivamente.

Processo produtivo: Cresce melhor em áreas com 22 a 28 °C, pode tolerar 9 a 32 °C, prefere a precipitação anual média na faixa de 1.200 a 2.500 mm. Se desenvolve bem em sol pleno ou sombra manchada.

Usos e aplicações: Construção civil, andaimes, móveis, cestas, cercas, tapetes, utensílio domésticos e material para celulose.

G) *Bambusa vulgaris*

Características gerais: Conhecido popularmente como bambu-açu. No Brasil se encontra no Nordeste (Alagoas, Bahia, Pernambuco), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), Sudeste (Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo), Sul (Paraná, Santa Catarina).

Os colmos são verdes escuro brilhantes, lustrosos. Altura média de 10 à 25 m e com diâmetro de 04 à 10 cm. Mota e outros autores (2017) através de ensaios mecânicos em colmos da espécie, encontraram valores de resistência média à compressão de 49,36 Mpa; resistência média à tração de 126 MPa, um módulo de ruptura médio igual à 136,33 MPa e um módulo de elasticidade médio de 13.089 Mpa.

Processo produtivo: Cresce muito vigorosamente em solo úmido, por isso é muito encontrado em margens de rios. Pode sobreviver a baixas temperaturas de até -2 ° C e possui alta adaptação a situações semi-áridas, adapta-se tanto em terras degradadas quanto inundadas.

Usos e aplicações: Usado em construções leves, como cabanas, barcos, cercas, também para móveis, laminados, artesanato e instrumentos musicais, papel, celulose e como medicamento, o extrato de clorofórmio das folhas é usado contra o *Mycobacterium tuberculosis*, agente causador da tuberculose.

H) *Dendrocalamus giganteus*

Características gerais: Conhecido popularmente como bambu-gigante ou bambu-balde. Em território nacional se encontra na Mata Atlântica e Cerrado. Pode chegar a ter 25 à 35 metros de altura, com diâmetro dos colmos de 15 à

30 cm, de cor verde-acinzentado com uma crosta branca e cerosa quando jovens.

Ghavami e Marinho (2001) através de ensaios em colmos da espécie, encontraram valores de resistência média à compressão de 37,9Mpa em amostras com o nó e de 46,1MPa em amostras sem o nó; resistência média à tração de 110,2 Mpa em amostras com o nó e de 138,6MPa em amostras sem o nó; e uma resistência média ao cisalhamento de 46,7MPa.

Processo produtivo: Essa planta é nativa do clima tropical, mas além dos climas tropicais também se adapta também aos subtropicais, suportando até a temperatura mínima de -2°. Pode ser plantado em diversas altitudes até um limite de 3.000 metros, dependendo da espécie. Chuvas regulares totais anuais entre 1.200 e 1.800 mm.

Usos e aplicações: Muito utilizado na arquitetura e construção civil, fabricação de laminados colados, indústria de movelaria, andaimes, pontes, torres, painéis, entre outros.

I) *Dendrocalamus asper*

Características gerais: Também conhecido como bambu gigante e bambu balde. Pode chegar até 30 metros de altura, com colmos de 8 à 20 cm de diâmetro. Os colmos inferiores mostram raízes aéreas (radículas) nos nós, cor verde acinzentado ou marrons (colmos jovens).

Carbonari e outros autores (2017) através de ensaios em colmos da espécie, encontraram valores de resistência média à compressão de 51,15Mpa em amostras com o nó e de 49,84MPa em amostras sem o nó.

Processo produtivo: Pode ser plantada de baixas altitudes até 1.500 m, porém prospera melhor a 400-500 m de altitude em áreas com precipitação média anual de cerca de 2.400 mm, tolera geadas até -5°C.

Usos e aplicações: Construção civil, arquitetura, pontes, placas laminadas, móveis, instrumentos musicais, utensílios domésticos e artesanato e os brotos também são comestíveis.

J) *Dendrocalamus latiflorus*

Características gerais: Encontra-se no estado de São Paulo. A altura varia de 14-25m, com colmos de 8-25 cm de diâmetro, com a coloração verde escuro.

Processo produtivo: Ocorre sob condições subtropicais úmidas, em altitudes de até 1.000 m e pode tolerar temperaturas tão baixas quanto -4 °C. Prefere muita chuva e cresce melhor em solos úmidos e férteis.

Usos e aplicações: Construção civil, implementos agrícolas, tubulações de água, cestaria, jangadas para pesca, tecidos, móveis, laminados, tábuas de bambu e fabricação de papel. Já as folhas são usadas para fazer chapéus, cozinhar arroz,

fazer telhados para barcos e como material de embalagem, e os brotos são comestíveis.

K) *Dendrocalamus strictus*

Características gerais: Espécie nativa da Índia, Nepal, Bangladesh, Mianmar e da Tailândia. Não é nativa do Brasil, no entanto encontram-se ocorrências na região Sudeste, no estado de São Paulo. Seus colmos têm altura entre 8 e 20 metros e diâmetro de 3 a 8 centímetros, com paredes grossas, em alguns casos também conhecido por bambu maciço.

Processo produtivo: A espécie gosta do clima tropical seco ou úmido, no entanto não tem bom crescimento em solos alagados e pesados. Têm preferência por solos arenosos e com boa drenagem. Pode ser propagado através do plantio de rizoma, corte do colmo e macroproliferação de mudas.

Usos e aplicações: Utilizado como matéria-prima em fábricas de papel e para uma variedade de propósitos como construção leve, móveis, instrumentos musicais, tábua de bambu, tapetes, varas, implementos agrícolas, jangadas, cestos, tecidos e utensílios domésticos. Os brotos jovens são comestíveis e usados como alimento.

L) *Gigantochloa apus*

Características gerais: O *Gigantochloa apus* é nativo do sudeste asiático, distribuído também pela Tailândia, Malásia, Indonésia e Mianmar. No Brasil ocorre nas regiões sudeste e centro-oeste, no estado de São Paulo e no Distrito Federal. Seus colmos são médios, atingindo de 8 a 22 metros de altura, com diâmetro de 4 a 13 centímetros e paredes de em média 1,5 centímetros.

Processo produtivo: Esta espécie prefere locais de solos argilosos climas tropicais úmidos, ao crescer em locais mais secos, seus colmos desenvolvem menores. Pode ser propagado através de sementes, rizomas e estacas do colmo.

Usos e aplicações: É o bambu utilizado na indústria de artesanato e mobiliário. Os colmos são muito usados como materiais para construir telhados, andaimes, pontes, muros, cercas etc. Na Indonésia este bambu é chamado Bambu Tali ('Tali' significa Corda) porque é um excelente recurso para fazer tiras fortes com a maleabilidade de couro.

M) *Guadua augustifolia*

Características gerais: Pode chegar de 15-30 m de altura e o diâmetro dos colmos entre 15-25 cm. Tem uma coloração verde escura com faixas brancas nos seus nós e tem espinhos.

Ghavami e Marinho (2005) através de ensaios em colmos da espécie, encontraram valores de resistência média à compressão de 29,48 Mpa, observando-se que a resistência cresce da base para o topo; resistência média à tração de 86,96 Mpa e uma resistência média ao Cisalhamento de 3,56 MPa e 3,37MPa para corpos-de-prova com e sem nó, respectivamente.

Processo produtivo: localizam principalmente desde o nível do mar até os 2340 m de altitude, seu ótimo desenvolvimento acontece entre os 900-1600 m de altitude, e temperaturas médias de 20 à 26 ° C, mas pode aguentar a temperatura mínima de -2° C.

Usos e aplicações: Construção, arquitetura, construções rurais, fabricação de móveis e artesanato, brotos não comestíveis.

N) *Guadua chacoensis*

Características gerais: Conhecido popularmente como taquara brava, em território nacional se encontra no Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os colmos possuem 10-20 m de altura com diâmetro de 10-13 cm. Verde escuro, com uma faixa branca em seu entrenó, tem espinhos.

Processo produtivo: Se desenvolve bem em altitudes de 75 a 450 m. Prefere solo arenoso-lodoso, argilosos, profundos; com uma temperatura média anual entre 18 e 28 °C, uma precipitação superior a 1200 mm, não tolera geadas.

Usos e aplicações: Usado na construção, na produção de móveis, artesanato, na fabricação de laminados, brotos não comestíveis.

O) *Melocana baccifera*

Características gerais: Em território nacional se encontra no estado de São Paulo, pode crescer de 10 a 25 m de altura, tem colmos com diâmetro de 2 a 15 cm, verdes quando jovens e com cor de palha seca quando maduros.

Processo produtivo: Cresce melhor em áreas onde a temperatura média anual fica entre 20 e 33°C, embora possa tolerar 15 a 38°C. Prefere uma chuva anual média na faixa de 2.000 a 3.000 mm, tolerando de 600 a 4.400 mm.

Usos e aplicações: Usado na construção civil, para fazer cestos, tapetes, artesanato, placas de parede, telas, chapéus, utensílios domésticos, produção de papel.

P) *Phyllostachys pubescens*

Características gerais: Conhecido popularmente como bambu mossô, encontra-se em todo o território nacional. A sua altura pode ir de 10 a 25 metros. A coloração é verde acinzentado.

Processo produtivo: Essa espécie se desenvolve melhor em um clima tropical ou subtropical. Porém, isso não desfaz a possibilidade de cultivá-la em países mais frios, há relatos de que a temperatura mínima que esse bambu aguentou foi de - 20°C. Melhor desenvolvimento tanto em meia sombra quanto em sol pleno. Prefere solos bem permeáveis e férteis.

Usos e aplicações: Usado para construção, laminados, gastronomia, ornamento de jardins e paisagismo.

Q) *Phyllostachys bambusoides*

Características gerais: Conhecido popularmente como Madake, encontra-se em São Paulo e Santa Catarina. Pode atingir uma altura de 15 a 25 m e um diâmetro de 10 a 15 cm. Os colmos são verde-escuros, bastante grossos e muito retos. As folhas são verde-escuras.

Processo produtivo: Desenvolve melhor em temperaturas mais amenas, mas tolera geadas de até -15°C, apresentando um diâmetro menor dos colmos em regiões de altas temperaturas.

Usos e aplicações: Construção, fabricação de móveis, usado em muitos artesanatos e ferramentas japonesas e chinesas, na gastronomia e paisagismo.

R) *Phyllostachys nigra var. henonis*

Características gerais: O *Phyllostachys nigra var. henonis* teve sua origem na China. No Brasil, se encontra a espécie na região sudeste, com ocorrências confirmadas nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo. A espécie também é comumente chamada de bambu hachiku. Seus colmos são verdes e eretos, de porte médio, tendo altura média de 20 metros e diâmetro de até 13 centímetros.

Processo produtivo: Esta espécie tem boa resistência ao frio, suportando geadas de até -20°C. O método de propagação recomendado (GRECO, 2011) é a divisão de rizoma.

Usos e aplicações: Muito utilizado na movelaria pelos colmos aprumados e eretos e pode ser aplicado na construção e produção de laminados. O *Phyllostachys nigra var. henonis* pode ser utilizado na alimentação quando em brotos, além de existirem estudos avaliando o potencial da espécie para utilização como matéria prima para a produção de energia.

S) *Phyllostachys aurea*

Características gerais: Conhecido popularmente como Cana-da-Índia ou bambu mirim, sua altura fica entre 5 e 10 metros. O diâmetro dos seus colmos varia entre 4 e 6 cm. Pode ter uma coloração amarelada e esverdeada, conforme idade.

Cruz (2002) em sua dissertação de mestrado apresenta as propriedades mecânicas desta espécie em função do tratamento utilizado e através de ensaios em com a espécie na região intermediária do colmo, encontraram valores de resistência média à compressão de 51,29Mpa em amostras com o nó e de 79,86MPa em amostras sem o nó; resistência média à tração de 220,34 Mpa em amostras com o nó e de 234,80MPa em amostras sem o nó; e uma resistência média ao cisalhamento de 46,7MPa.

Processo produtivo: É levemente alastrante (monopodial), mas de fácil contenção. Adapta-se bem em climas tropicais e subtropicais e temperados. Suporta temperatura mínima de -15° C.

Usos e aplicações: Para conter erosão, fechar espaços (cerva viva), contenção de vento, poeira. Também como vara de pescar, artesanato e quando mais velho e maior é utilizado na movelaria.

4. RESULTADOS: PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO

A proposta inicia-se no quadro 11: materiais naturais (bambu, gemas, pedras, lã e outros); da tabela 1, apresentada anteriormente. A tabela 4 representa a estrutura da classificação, foi desenvolvida no item materiais naturais, no qual se encontra o bambu.

A classificação inicia-se então pelo “grupo” do material: Bambus. Que se divide em 3 grandes subgrupos: 01. Bambuseae; 02. Arundinarieae e 03. Olyreae. Os subgrupos caracterizam as três grandes tribos da divisão feita na botânica do bambu e foram escolhidos por dividirem as espécies em lenhosas de clima tropical, lenhosas de clima temperado e herbáceos. Durante a pesquisa foram encontradas poucas informações sobre espécies da tribo Olyreae em projetos de móveis ou arquitetura, portanto as espécies desta tribo não foram incluídas na classificação.

Após os subgrupos, listam-se com números, as espécies de bambu na classificação “tipo”. Durante o levantamento bibliográfico foram pesquisadas diversas espécies de bambu, a maioria delas apresentadas aqui anteriormente. Para compor a tabela foram escolhidas as que podem ser utilizadas no design de mobiliário ou na construção civil. Foram estudadas espécies para fins de alimentação, de paisagismo, de produção de papel entre outras, no entanto estas não são adequadas ao objetivo desta classificação, que tem como enfoque projetos de design, engenharia e arquitetura.

A aplicação das espécies fica na divisão “uso” da tabela. Aqui foram analisados no caráter de aplicação em projetos de design de mobiliário, arquitetura e engenharia e foram divididos em 01. Construção civil e 02. Mobiliário.

QUADRO 11: MATERIAIS NATURAIS				
GRUPO	SUBGRUPO	TIPOS		USOS
01. Bambus	01. <i>Bambuseae</i>	1	<i>Bambusa blumeana</i>	02. Mobiliário
		2	<i>Bambusa oldhamii munro</i>	02. Mobiliário
		2	<i>Bambusa tuldoides</i>	02. Mobiliário
		3	<i>Bambusa tulda</i>	01. Construção civil 02. Mobiliário
		4	<i>Bambusa vulgaris</i>	01. Construção civil 02. Mobiliário
		5	<i>Dendrocalamus giganteus</i>	01. Construção civil 02. Mobiliário
		6	<i>Dendrocalamus asper</i>	01. Construção civil 02. Mobiliário
		7	<i>Dendrocalamus latiflorus</i>	01. Construção civil 02. Mobiliário
		8	<i>Dendrocalamus strictus</i>	02. Mobiliário
		9	<i>Gigantochloa apus</i>	01. Construção civil 02. Mobiliário
		10	<i>Guadua augustifolia</i>	01. Construção civil 02. Mobiliário
		11	<i>Guadua chacoensis</i>	01. Construção civil 02. Mobiliário
	12	<i>Melocana bacífera</i>	01. Construção civil 02. Mobiliário	
	02. <i>Arundinarieae</i>	1	<i>Phyllostachys bambusoides</i>	01. Construção civil 02. Mobiliário
		2	<i>Phyllostachys pubescens</i>	01. Construção civil
		3	<i>Phyllostachyus nigra var. henonis</i>	02. Mobiliário
4		<i>Phyllostachyus aurea</i>	02. Mobiliário	

Tabela 5: Classificação do grupo bambus. Fonte: autores

Para a catalogação criou-se a ficha geral com a Análise do Ciclo de Vida do bambu com os itens: conceito, histórico, propriedades, processo produtivo, aplicações, manutenção, descarte, reciclagem e impactos ambientais, cujas informações foram obtidas através da revisão bibliográfica apresentada neste relato.

Como todo material natural, suas características variam de espécie para espécie. Sendo assim, além da ficha geral, foram criadas fichas das espécies aqui apresentadas, com as informações que geralmente diferem de uma espécie para a outra, que são: características gerais, processo produtivo e os usos e aplicações. As características gerais incluem os locais de ocorrência no Brasil e

características físicas dos colmos (cor, diâmetro, altura, dimensão média da parede), visando facilitar a identificação.

Sabe-se que propriedades mecânicas de resistência variam entre as espécies, no entanto não foram encontradas referências de todas as espécies estudadas, sendo essa informação disponibilizada na seção características gerais, quando encontrada de uma fonte confiável.

No processo produtivo foram listadas peculiaridades que diferem entre as espécies, como clima adequado, temperaturas suportadas e tipos de propagação e manejo recomendados.

Por fim, a seção usos e aplicações das fichas listam as mais diversas, desde usos para manutenção e contenção do solo, paisagismo, artesanato, mobiliário, alimentação e as diversas possibilidades na construção civil, como forros, esquadrias, fechamentos, pisos, parquets, estruturais, andaimes entre outros.

Os materiais aqui citados produzidos foram disponibilizados para download no site da Materioteca: <http://materioteca.paginas.ufsc.br>. Neste site encontram-se disponibilizados de forma mais ilustrada, conforme a identidade visual estabelecida pela materioteca.

A tabela de classificação precisa ser validada no processo de projeto, na etapa da escolha do material. Ela direciona o projetista à espécie adequada conforme o uso final do projeto, após isto, complementada com as fichas das espécies, o projetista tem acesso a informações de resistências, características estéticas da espécie, ocorrências, entre outras, para direcionar a escolha da espécie. Em seguida, o projetista tem acesso a uma lista de fornecedores, das espécies e serviços prestados por estes, bem como os tipos de tratamento que podem ser usados, na ACV geral do bambu.

5. CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como objetivo elaborar uma proposta de classificação do material bambu, analisando suas espécies e as relacionando com os usos adequados no design de mobiliário e na construção civil. Inicialmente demonstrou-se as classificações de materiais já existentes, a importância dos materiais, mobiliário e de materiotecas no ensino para estudantes de arquitetura, design e engenharia.

Também se discorreu sobre o bambu, seu potencial e diversos usos, foi elaborada a ficha da Análise do Ciclo de Vida deste material, bem como a de diversas espécies a fim de criar a proposta de classificação.

Todo o material criado durante esta pesquisa estará disponível no site da Materioteca e almeja alcançar alunos de arquitetura, engenharia ou design, na etapa da escolha de materiais no processo de projeto, a fim de aumentar o uso

do bambu, ajudando o aluno na escolha da espécie adequada para o projeto, através das informações disponibilizadas nas fichas.

As variáveis apresentadas na ACV do bambu elaborada nesta pesquisa, buscam mostrar as características do material e seu processo de produção, visando mostrar seu caráter sustentável quando comparada ACVs de materiais tradicionais também presentes no site da Materioteca feitas por outros pesquisadores do grupo de pesquisa.

As fichas das espécies de bambu poderiam ser complementadas através de futuras pesquisas envolvendo dados as propriedades mecânicas e físicas de cada espécie, pois durante a revisão bibliográfica não foram encontrados essas informações para todas as espécies listadas; dados sobre a durabilidade conforme o tratamento e a sua influência nessas propriedades também facilitariam a escolha da espécie e do tratamento adequado pelo projetista.

6. REFERÊNCIAS

ASHBY, M.; JOHSON, K. **Materiais e Design**. Rio de Janeiro: Campus, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, p. 5. 2015.

BENAVIDES, Andrea Salomé Jaramillo. **Proposta de sistema construtivo para habitação de interesse social com bambu guadua: um estudo de caso no Equador. 2012. 144 f.** 2012. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)-Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BENAVIDES, A. S. J.; LIBRELOTTO, L. I.; BENITEZ, M. A. L. Inventario del ciclo de vida del proceso de producción de bambú rollizo tratado de la especie *Dendrocalamus asper* en el noroccidente de Pichincha. **Revista EIDOS**, v. 1, p. 23-29, 2015.

BERALDO, Antonio L.; PEREIRA, Marco Antonio. **Bambu de corpo e alma**. Bauru: Canal, v. 6, p. 240, 2008.

BERALDO, Antonio Ludovico; RIVERO, Lourdes Abbade. Bambu laminado colado (BLC). **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 36-46, 2003.

CALEGARI, Eliana Paula; DE OLIVEIRA, Branca Freitas. Aspectos que influenciam a seleção de materiais no processo de design. **Arcos Design**, v. 8, n. 1, p. 1-19, 2014.

CALLISTER, William. **Ciência E Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. Grupo Gen-LTC, 2000.

CARBONARI, G., JUNIOR, N. S., PEDROSA, N. H., ABE, C. H., SCHOLTZ, M. F., & ACOSTA, C. C. V.. **Bambu – O aço vegetal**. Mix Sustentável, v. 3, n. 1, p. 17-25, 2017.

CRUZ, M. L. **Caracterização física e mecânica de colmos inteiros do bambu da espécie *Phyllostachys aurea*: comportamento à flambagem**. 2002. 114 f. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

DA MOTA, Izabel de Oliveira et al. ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DO BAMBU BRASILEIRO (*Bambusa vulgaris vittata*) PARA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS HIDRÁULICOS ALTERNATIVOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA À BAIXA PRESSÃO. Revista de Estudos Ambientais, v. 19, n. 1, p. 18-26, 2017. DIAS, Maria Regina Álvares Correia. **Percepção dos materiais pelos usuários: modelode avaliação Permatius**. EGC-UFSC, 2009. (Tese de doutorado).

DRUMOND, Patrícia Maria; WIEDMAN, Guilherme (Org.). **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. 2017.

FERROLI, P. C. M.; LIBRELOTTO, L. I. Ferramentas de Sustentabilidade ESA-MOD e FEM Aplicadas em Modelo Funcional. In: **Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, 2012, São Luiz. Ferramentas de Sustentabilidade Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2012, São Luis. X P&D. São Luis – MA: UFMA, 2012. São Luiz: UFMA, 2012.

FERROLI, Paulo Cesar Machado; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; NASCIMENTO, Emanuele de Castro; MEDINA, Franchesca. Materiais para móveis: proposta de classificação. In: VII ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO. Florianópolis, UFSC, 8-10 de maio de 2019. **Anais VII ENSUS**, 2019. v. 7. p. 656-669.

FERROLI, Paulo Cesar Machado; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; VIDIGAL, Maria Fernanda; SETTER, Diogo Alessandro. Sistema de leitura integrada amostras – site para classificação de materiais em uma materioteca interdisciplinar. In: V ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Florianópolis, UFSC, 2-4 de Maio, 2017. **Anais V ENSUS**, p. 318-327.

FERROLI, Paulo Cesar Machado; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; NASCIMENTO, Emanuele de Castro; MEDINA, Franchesca; CARBONARI, Luana Torrales. Materials classification in furniture design – focus on sustainability. In: 3rd LeNS world distributed conference. Curitiba, UFPR, 3-5 de abril de 2019. **Proceedings of LeNS world distributed conference**. Vol. 3, p 1015-1020.

GHAVAMI, Khosrow; MARINHO, Albanise B.. **Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia***. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande , v. 9, n. 1, p. 107-114, Mar. 2005 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662005000100016&lng=en&nrm=iso>. access on 11 Oct. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662005000100016>.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A. B. Propriedades mecânicas dos colmos dos bambus das espécies: Mosó, e *Guadua angustifolia* para utilização na engenharia. **Rio de Janeiro: PUC-Rio. Publicação RMNC-2 Bambu**, v. 2, 2002.

GHAVAMI, K. **Desenvolvimento de Elementos Estruturais Utilizando-se Bambu**. Habitat Brasil 96 – Feira da Habitação Urbana, 1. Florianópolis, Brasil. 1996, Anais. Florianópolis, Brasil, 19 páginas.

GRECO, **Thiago Machado. Diversidade de bambus (Poaceae: Bambusoideae) na Ilha de Santa Catarina**, Brasil. 2013.

GRECO, Thiago Machado; CROMBERG, Marina. 2011. **Bambu: Cultivo e Manejo. 1 ed**, Florianópolis: Insular. 183 p.

HIDALGO, Oscar. **Bamboo: The gift of the gods**. Colômbia, Bogotá: D´vinni Ltda. 2003.

Janssen, Jules JA - **Designing and building with bamboo**. International Network for Bamboo and Rattan, 2000. 8186247467

LEFTERI, Chris. **Materiais em Design – 112 materiais para design de produtos**. Blucher: São Paulo, 2017.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; OSTAPIV, Fabiano (Org.). **BAMBU: Caminhos para o desenvolvimento sustentável no Brasil**. Florianópolis: UFSC/Grupo de Pesquisa Virtuhab, 2019. 204 p. Disponível em: <https://issuu.com/jlmartinss/docs/bambu_-_caminhos_para_o_desenvolvim?fbclid=IwAR2mSvBekGhGikjc1KLIYqO92aO3thygXNPvrOKJcv9roQ_BdOffYQArNT0>. Acesso em: 15 maio 2019.

LIMA, Marco Antonio Magalhães. **Introdução aos materiais e processos para designers**. Ciência Moderna, 2006.

MANHÃES, Adriana Pellegrini. **CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DO BAMBU NO BRASIL: ABORDAGEM PRELIMINAR**. 2008. 39 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008

NUNES, A.R.S. **Construindo com a natureza. Bambu: uma alternativa de eco desenvolvimento**. 2005. 142p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe.

VAN LENGEN, Johan. **Manual do arquiteto descalço**. Instituto de Tecnologia Intuitiva e Bio-Arquitetura, 1996

SCHRÖDE, Stéphane. **Bamboo Genera**. Disponível em: <<https://www.guadubamboo.com/genera/bamboo-genera>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

WASSERBERG, Alexandre Geraldo. **DESIGN APLICADO A MOBILIÁRIO URBANO UTILIZANDO MATERIAIS SUSTENTÁVEIS**. 2013. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Design, Universidade do Oeste de Santa Catarina, Xanxerê, 2013.