



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

IVAN LOBO COUTINHO

**CORTE, TRATAMENTO E BENEFICIAMENTO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE BAMBU
NO DISTRITO DE CACARIA – PIRAÍ – RIO DE JANEIRO**

Prof. Dr. ALEXANDRE MIGUEL DO NASCIMENTO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JUNHO– 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

IVAN LOBO COUTINHO

**CORTE, TRATAMENTO E BENEFICIAMENTO DE DIFERENTES ESPECIES DE BAMBU
NO DISTRITO DE CACARIA – PIRAÍ – RIO DE JANEIRO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. ALEXANDRE MIGUEL DO NASCIMENTO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JUNHO– 2017

**CORTE, TRATAMENTO E BENEFICIAMENTO DE DIFERENTES ESPECIES DE BAMBU
NO DISTRITO DE CACARIA – PIRAÍ – RIO DE JANEIRO**

IVAN LOBO COUTINHO

Monografia aprovada em 21 de junho de 2017.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alexandre Miguel do Nascimento – UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. Edvã Oliveira Brito – UFRRJ
Membro

Prof. Dr. Henrique Trevisan – UFRRJ
Membro

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo tratar colmos de bambu de diferentes espécies com sais de baixa toxicidade, criando uma cadeia produtiva simples para manejo e tratamento de bambus utilizados nas propriedades do Grupo Monumento, localizado no distrito de Cacaria, Pirai - Rio de Janeiro. Foram utilizadas as espécies: *Bambusa vulgares*, *Bambusa tuldoides*, *Phyllostachys áurea*, *Dendrocalamus asper* e *Guadua angustifolia*. Para o tratamento, foi utilizado método de imersão com solução de ácido bórico e sulfato de cobre a 2%. O trabalho expõe uma metodologia simples para o manejo e tratamento de bambus, os quais foram utilizados em pequenas construções, móveis e forros. Foram observados alguns poucos danos nos colmos tratados, porém, os insetos encontrados estavam sem vida, mostrando a eficiência do método adotado em impedir o desenvolvimento e procriação dos insetos, o que resultaria na formação de galerias na peça atacada e na colonização de novos colmos.

Palavras chave: ácido bórico; preservação; sulfato de cobre; imersão.

ABSTRACT

The objective of the present work was to treat bamboo stalks of different species with low toxicity salts, creating a simple productive chain for handling and treatment of bamboos used in the properties of Grupo Monumento, located in Cacaria district, Pirai - Rio de Janeiro. The following species were used: *Bambusa vulgares*, *Bambusa tuldoides*, *Phyllostachys aurea*, *Dendrocalamus asper* and *Guadua angustifolia*. For the treatment, immersion method with boric acid and copper sulphate solution 2% was used. The work presents a simple methodology for the handling and treatment of bamboos, which were used in small constructions, furniture and linings. A few damages were observed in the treated stems, but the insects found were lifeless, showing the efficiency of the method adopted to prevent the development and breeding of insects, which would result in the formation of galleries in the attacked part and the colonization of new stems.

Keywords: boric acid; preservation; Copper sulfate; immersion.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	Vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLOGRÁFICA	3
3. OBJETIVOS	7
4. DESENVOLVIMENTO	8
4.1 Local do trabalho	8
4.2 Corte e Manejo.....	11
4.3 Cura e transporte	12
4.4 Secagem	13
4.5 Tratamento.....	15
4.6 Beneficiamento.....	18
5. RESULTADOS	20
6. CONCLUSÃO	23
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1: Diferentes tipos de rizomas (NMBA 2004).....	5
Figura 2a: Seção transversal do colmo com os feixes vasculares (dois vasos, floema, grupos de fibras) embebidos no parênquima.	6
Figura 2b Parte interna de um vaso no internódio com as perfurações em direção ao parênquima. (Liese 2004)	6
Figura 2c Célula parenquimática com presença de grãos de amido. (Liese 2004).....	6
Figura 3: Dodecaedro construído com <i>Dendrocalamus sp.</i> , sítio Mel Bambu.(foto: Ivan Lobo).....	9
Figura 4a: Ruptura de uma coluna ocorrido devido ao ataque de insetos. Sítio Mel Bambu (foto: Ivan Lobo).....	10
Figura 4b: Ataque de <i>Dinoderus minutus</i> em <i>Bambusa vulgares</i> . (foto: Ivan Lobo).....	10
Figura 5a: <i>Phyllostachys áurea</i> . (foto: Ivan Lobo).....	10
Figura 5b: <i>Bambusa vulgares</i> . (foto: Ivan Lobo).	10
Figura 6a: <i>Dendrocalamus asper</i> . (foto: Ivan Lobo).....	11
Figura 6b: <i>Bambusa tuldoides</i> . (foto: Ivan Lobo).....	11
Figura 7: <i>Guadua angustifolia</i> . (foto: Ivan Lobo).....	11
Figura 8a: Transporte de <i>Phyllostachys aurea</i> após cura natural. (foto: Ivan Lobo).....	12
Figura 8b: Transporte de <i>Bambusa vulgares</i> após cura natural. (foto: Ivan Lobo).....	12
Figura 9: Protótipo da furadeira com vergalhão para perfuração de entrenós dos bambus	

	de menor diâmetro. (foto: Ivan Lobo).....	14
Figura 10:	Barra de ferro para perfuração de entrenós dos bambus de maior diâmetro. (foto: Ivan Lobo).....	14
Figura 11:	Galpão com pilha de secagem. (foto: Ivan Lobo).....	15
Figura 12 a:	Colmos de <i>Bambusa tuldoides</i> antes de imersão em solução preservativa. (foto: Ivan Lobo).....	16
Figura 12b:	Colmos de <i>Bambusa tuldoides</i> submersos com ajuda de pallets e blocos (foto: Ivan lobo).....	16
Figura 13a:	Teste colorimétrico para avaliação da penetração e distribuição de sais de cobre e boro em <i>Bambusa vulgares</i> . (Foto: Leonardo Monteiro).....	17
Figura 13b:	Teste colorimétrico para avaliação da penetração e distribuição de sais de cobre e boro em <i>Phyllostachys aurea</i> . (Foto: Leonardo Monteiro).....	17
Figura 14:	Padrões de penetração do teste de tratabilidade de madeira (SALES CAMPOS et al., (2003).....	18
Figura 15a:	Caldeira para aquecimento de <i>Phyllostachys sp.</i> Feitos a partir de materiais recicláveis, bambu e barro. (foto: Ivan Lobo)	19
Figura 15b:	Câmara para contenção do vapor e aquecimento dos bambus. (foto: Ivan Lobo).....	19
Figura 16:	Varas de <i>Phyllostachys aurea</i> após o fim do processo. (foto: Ivan Lobo)	20
Figura 17a:	Varas de bambu tratado usadas na construção de móveis. (foto: Ivan Lobo)....	20
Figura 17b:	Coluna de <i>Dendrocalamus sp.</i> (foto: Ivan Lobo).....	20
Figura 18a:	Painel de <i>Phyllostachys aurea</i> (foto: Ivan Lobo).....	21
Figura 18b:	Forro de <i>Phyllostachys aurea</i> . (foto: Ivan Lobo).....	21
Figura 19a:	Bambuzal manejado de <i>Guadua sp.</i> (foto: Ivan Lobo)	22

Figura 19b: Bambuzal manejado de <i>Guadua sp.</i> após três anos. (foto: Ivan Lobo).....	22
Figura 20: Muda de <i>Guadua sp.</i> Produzida a partir de ramos laterais. (foto: Ivan Lobo)..	23

1. INTRODUÇÃO

Em decorrência da escassez dos recursos naturais nas últimas décadas, bem como à ampla geração de resíduos oriundos da Indústria da Construção Civil e ao elevado gasto de energia para produção dos materiais convencionais, a sociedade vem buscando reduzir o impacto da atividade humana no ambiente com a expansão do uso de recursos renováveis e soluções alternativas na área construtiva. O bambu se encaixa perfeitamente neste contexto, sendo um recurso florestal renovável de rápido crescimento, podendo ser utilizado na construção por apresentar propriedades físico-mecânicas adequadas quando respeitadas suas melhores orientações estruturais, e alta durabilidade, quando tratado com substâncias preservantes, sendo uma interessante alternativa à madeira, ao concreto e ao aço.

A utilização do bambu pelos seres humanos é feita há milênios, principalmente no Oriente, em países como China, Índia, Japão, Indonésia e Filipinas, e no Ocidente, em países como a Colômbia e a Costa Rica, mas em geral nos continentes americano e asiático, principalmente, onde existem indústrias voltadas para exploração e comercialização de produtos manufaturados como pisos, forros e laminados (HIDALGO LOPEZ, 2003).

No Brasil o plantio do bambu possui grandes potencialidades por apresentar características importantes como: ciclo mais curto do que o da madeira, alta produtividade, rapidez de crescimento, baixo custo de plantio, facilidade de cultivo, e necessidade de ferramentas simples para seu manuseio, além de auxiliar na revitalização de áreas degradadas e incrementar o sistema de reflorestamentos. Dentre os pontos positivos também destaca-se a grande quantidade de espécies desta planta e clima propício para seu pleno desenvolvimento (PADOVAN, 2010).

De acordo com as características anatômicas de cada espécie, o bambu pode servir a usos diversos tais como: elemento estrutural na construção civil, andaimes, escoras para formas de concreto, forros e telhados, mobiliário, cestaria, cercas, tutor de culturas agrícolas etc. No entanto, estes produtos geralmente requerem algum tipo de proteção por ser um material natural, suscetível ao ataque de insetos e fungos. Sem tratamento, o bambu tem vida útil curta, na maioria dos casos não superando três anos. A limitação do uso do bambu em nível industrial deve-se a baixa durabilidade natural dos colmos, principalmente ao ataque de insetos como o *Dinoderus minutus* Fabricius (1775) (Coleóptera: Bostrichidae). De acordo

com Liese (2004) o fator mais importante ao ataque é a presença do amido, que é armazenado como fonte de energia nas células parenquimáticas. Seu teor varia de 2-6%, até 10%.

Dentre as alternativas existentes para aumentar a vida útil do bambu, assim como da madeira, os tratamentos químicos são os mais utilizados, pois visam tornar indisponíveis as substâncias que constituem a estrutura da parede celular, através da impregnação com produtos químicos tóxicos, reduzindo a susceptibilidade ao ataque de organismos deterioradores. A preservação com produtos a base de sais hidrossolúveis de boro e cobre contribui para minimizar o impacto do processo de imunização da madeira (ou bambu), tanto sobre os usuários quanto sobre o ambiente.

O projeto foi realizado no distrito de Cacaria, no município de Piraí, Rio de Janeiro, onde foi possível encontrar inúmeros bambuzais. Nas propriedades é perceptível o uso do bambu em pequenas construções como cercas, armação para tendas em festas, escoras para construção, artesanato e alimentação. O objetivo deste trabalho, na forma de estagio supervisionado, foi propor técnicas de preservação com sais Hidrossolúveis de baixa toxidez à base de ácido bórico e sulfato de cobre. Criando uma metodologia replicável para pequenos produtores, bioconstrutores e artesãos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os bambus pertencem à família *Graminae* e subfamília *Bambusoidae*, algumas vezes tratados separadamente como pertencentes à família *Bambusaceae*, com aproximadamente 50 gêneros e 1300 espécies, que se distribuem naturalmente nos trópicos às regiões temperadas, tendo, no entanto, maior ocorrência nas zonas quentes e com chuvas abundantes das regiões tropicais e subtropicais da Ásia, África e América do Sul. Os bambus nativos crescem naturalmente em todos os continentes, exceto na Europa, sendo que 62% das espécies são nativas da Ásia, 34% das Américas e 4% da África e Oceania (Hidalgo Lopez, 2003)

As espécies observadas no Brasil são, na sua maioria, exóticas, provenientes do continente asiático, tais como *Bambusa vulgaris*, *B. tuldoides*, *Dendrocalamus strictus*, *D. giganteus* e *Phyllostachys aurea* (AZZINI et al., 1997). As nativas concentram-se em alguns fragmentos de mata atlântica e na região amazônica, notadamente no estado do Acre (*Guadua taquara*).

De acordo com Filgueiras e Gonçalves (2004), o Brasil possui 34 gêneros de bambu, com o total de 232 espécies, sendo que 174 espécies (cerca de 75%) são consideradas endêmicas. Deste montante há 16 gêneros herbáceos com 75 espécies e 18 gêneros lenhosos com 155 espécies. Dos bambus herbáceos tem-se 4 gêneros com 45 espécies considerados endêmicos, com destaque ao *Olyra* e *Pariana* com 18 espécies cada. Dentre os bambus lenhosos existem 6 gêneros com 129 espécies considerados endêmicos, com destaque aos gêneros: *Merostachys*, com 53 espécies; *Chusquea*, com 40 espécies; e *Guadua*, com 16 espécies. O Brasil possui 89% de todos os gêneros e cerca de 65% de todas as espécies conhecidas no continente Americano.

Os autores acrescentam que dentre as espécies introduzidas no Brasil destacam-se aquelas pertencentes aos gêneros *Bambusa*, (espécies: *blumeana*, *dissimulator*, *multiplex*, *tulda*, *tuldoides*, *ventricosa*, *vulgaris*, *beechenyana*), *Dendrocalamus* (espécies: *giganteus*, *asper*, *latiflorus*, *strictus*), *Gigantochloa*, *Guadua* e *Phyllostachys* (espécies: *aurea*, *purpurata*, *bambusoides*, *nigra*, *pubescens*).

Ainda no Brasil foi criada a lei nº 12.484, de 8 de setembro de 2011 que dispõe sobre a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu.

Tal como as árvores, o bambu é constituído por uma parte aérea e outra subterrânea. A parte aérea (tronco ou caule das árvores) é denominada de colmo no bambu, sendo normalmente oco. A parte subterrânea é constituída de rizoma e raízes (LÓPEZ, 2003).

O rizoma exerce um papel fundamental no desenvolvimento do bambu, não só agindo como reserva de nutrientes para posterior distribuição, mas também como um órgão responsável pela propagação do mesmo. O crescimento dos novos colmos é totalmente dependente da nutrição fornecida pelo rizoma e pelos colmos mais velhos. O nascimento de novos colmos anualmente se efetua assexuadamente por ramificações destes rizomas (PEREIRA, BERALDO 2008).

Segundo Beraldo e Freire (2003) os bambus possuem três tipos distintos de rizomas. Leptomorfo (tipo monopodial, “forma fina”, colmos individualizados ou alastrantes) – abrange bambus de clima temperado, e seus gêneros mais representativos são *Sasa* e *Phyllostachys*.

O rizoma leptomorfo apresenta usualmente diâmetro menor do que o do colmo correspondente; sua forma é cilíndrica ou semicilíndrica, sendo a seção interrompida, nos nós, por um diafragma. Os brotos laterais dos rizomas leptomorfos, cujo brotamento produz colmos a uma distancia específica, formam um único colmo.

Paquimorfo (ou tipo simpodial, “forma espessa”, cespitosa, agrupados ou entoucerantes) – abrange bambus de clima tropical. Os maiores representantes do gênero dos bambus entoucerantes são *Dendrocalamous* e *Bambusa*. O rizoma paquimorfo é curto e grosso, de forma curva, raramente esférica e com espessura máxima usualmente maior que a do colmo.

Metamorfo (ou tipo intermediário ou anfipodial) – o termo metamorfo é usado para esse tipo de bambu porque ele nem ao leptomorfo e nem ao paquimorfo, sendo a transformação de um em outro.

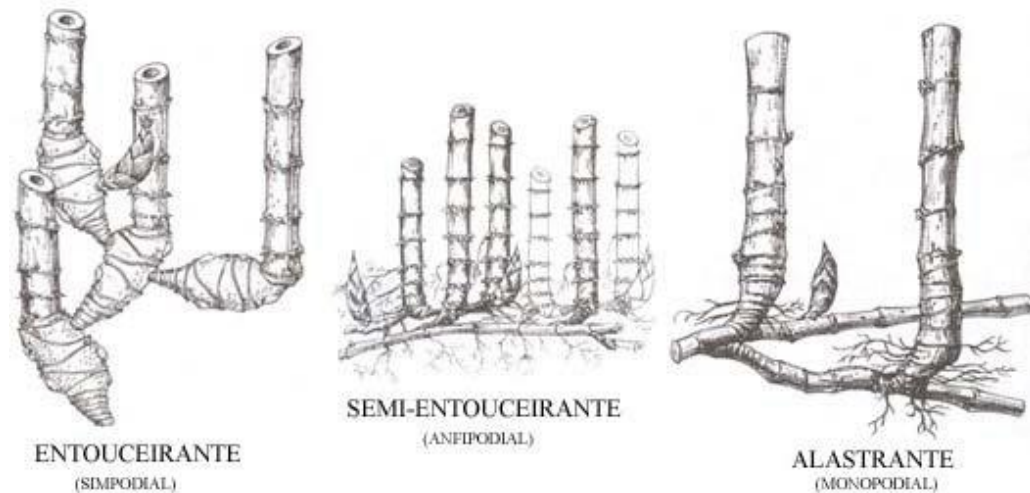


Figura 1: Diferentes tipos de rizomas (NMBA 2004).

De acordo com Pereira e Beraldo (2008) os colmos diferem-se em altura, diâmetro, espessura de parede e forma de crescimento, conforme a espécie que pertencem. Assim, enquanto alguns colmos alcançam apenas alguns centímetros de altura e uns poucos milímetros de diâmetro, sendo arbustivos ou ornamentais (algumas espécies dos gêneros *Sasa* e *Pseudosasa*), outros bambus podem atingir alturas de até 30m e diâmetros de até 30cm. O colmo de bambu nasce com o diâmetro que terá por toda a sua vida. Este diâmetro é maior perto da base e vai diminuindo com a altura em direção à ponta (ou seja, o bambu é geometricamente um tronco em forma de cone), mas nunca aumenta com o passar dos anos, como ocorre normalmente com as espécies de arbóreas (madeiras). Os colmos, ao nascerem, possuem um tecido delicado e, por este motivo, estão protegidos por brácteas (ou bainhas), que são folhas em formato triangular, importantes também para o caso de identificação das espécies de bambu. Estas folhas recobrem cada um dos nós que vão se formando e caem após o colmo completar seu máximo comprimento, quando então se inicia a formação de ramos e folhas. Após este período inicial de crescimento o colmo começa o processo de amadurecimento, que dura cerca de até três a quatro anos, para a maioria das espécies, quando então suas propriedades de resistência mecânica se estabilizam.

Sob plano anatômico, os bambus são muito diferentes das madeiras, destacando-se, principalmente, a ausência dos raios lenhosos. A proporção, o arranjo e as dimensões dos elementos anatômicos fundamentais (feixe de fibras, vasos e células de parênquima) são variáveis de acordo com a idade e posição no colmo (nó e entrenó) (Beraldo e freire 2003).

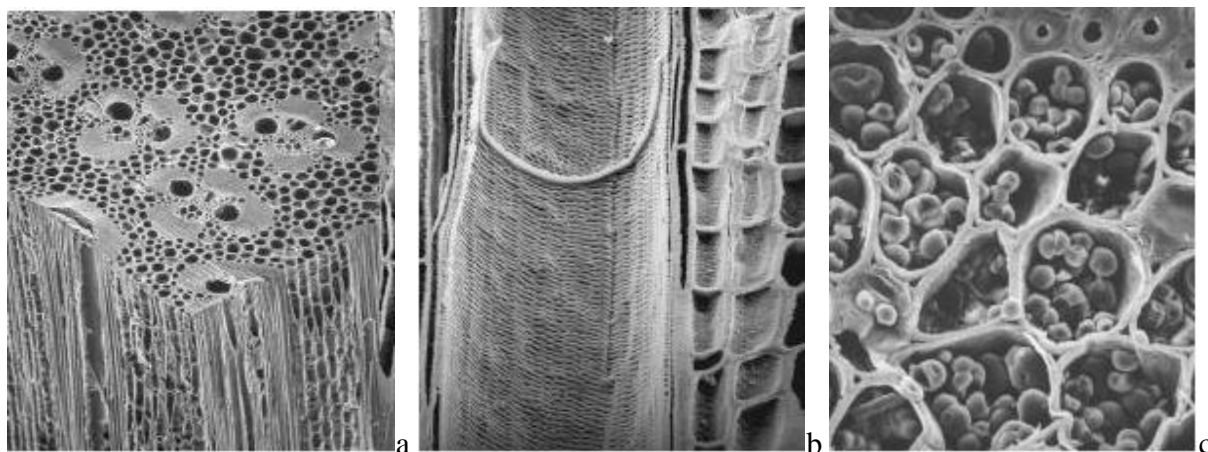


Figura 2: a) Seção transversal do colmo com os feixes vasculares (dois vasos, floema, grupos de fibras) embebidos no parênquima; b) Parte interna de um vaso no internódio com as perfurações em direção ao parênquima; c) Célula parenquimática com presença de grãos de amido. (Liese 2004)

Ainda de acordo com Beraldo e Freire (2003) os colmos de bambu, ao contrário das espécies arbóreas, não apresentam elementos anatômicos dispostos na direção radial, pois só crescem em comprimento. Nos entrenós, os elementos anatômicos estão dispostos na direção longitudinal. A interconexão transversal nos colmos verifica-se nos nós, por meio de uma intensa ramificação de elementos de vasos. Na direção transversal, os feixes fibrovasculares concentram-se mais na parte externa da parede dos colmos, contrastando com a parte interna, onde predomina o tecido parenquimatoso. A fração lignocelulósica ou fibrosa dos colmos é proveniente basicamente dos feixes fibrovasculares. O tecido fundamental ou parenquimatoso é formado por células alongadas dispostas axialmente e intercaladas por células prismáticas mais curtas. As células alongadas possuem paredes mais espessas e lignificam-se com o desenvolvimento dos colmos. As células mais curtas, ao contrário das longas, possuem paredes celulares mais delgadas e não se lignificam mesmo em colmos adultos. Essas células se mantêm em atividade fisiológica por longos períodos, podendo armazenar quantidades significativas de amido. A intercomunicação dessas células é verificada por meio de pontuações simples e localizadas ao longo de sua parede. O tecido parenquimatoso, ao contrário dos feixes fibrovasculares, concentra-se mais nas camadas internas da parede dos colmos, diminuindo gradativamente em direção às camadas mais externas. Na direção axial, o tecido parenquimatoso decresce da base para a extremidade dos colmos. Os vasos com função

basicamente vascular são mais largos e concentram-se nas camadas mais internas dos colmos, tornando-se menores e mais numerosos nas camadas externas.

De acordo com Azzini e Beraldo (2001), após os devidos cuidados durante a colheita, os colmos devem ser submetidos a tratamentos preservativos.

O bambu, por apresentar um alto teor de amido na sua constituição, é susceptível ao ataque de xilófagos, sendo o coleóptero *Dinoderus minutus* Fabricius (1775) (Coleóptera: Bostrichidae) aquele que mais frequentemente ataca o colmo da planta. Assim, a durabilidade dos colmos está diretamente ligada ao tratamento preservativo empregado.

Dinoderus minutus é uma espécie de besouro do gênero *Dinoderus* sp, SubFamília *Dinoderinae*, Família *Bostrichidae* e Ordem *Coleoptera* (BINDA e JOLY, 1991; MYERS et al., 2005). Oliveira et al. (2002), evidenciam a importância desta broca no país devido ao clima favorável ao seu desenvolvimento. A infestação por *D. minutus*, se caracteriza pela presença de pó fino resultante do material infestado. No bambu, o ataque se inicia 24 horas após o corte dos colmos. Os insetos adultos perfuram estes colmos no sentido longitudinal a alguma fratura (PLANK, 1948 citado por SARLO, 2000).

Para melhor aproveitamento das potencialidades do bambu como material de construção, Beraldo (2001) recomenda a cura natural e o tratamento químico. Na cura natural, após o corte, o bambu deverá permanecer na posição vertical por um período de sete a dez dias, sem manter contato com o solo, para escorrer boa parte da seiva; e no tratamento químico, os colmos deverão ser cortados no tamanho desejado e, em seguida, submetidos ao tratamento apropriado.

Os produtos químicos são os mesmos utilizados no tratamento da madeira e devem apresentar as seguintes características: ser suficientemente ativos para impedir a vida e o desenvolvimento de microorganismos; não afetar os tecidos de bambu alterando suas propriedades físico-mecânicas e que sejam solúveis em água.

O tratamento químico do bambu pode ser realizado por imersão prolongada ou substituição de seiva. Para o tratamento químico, Santos e Lopes (1998) e Azzini e Beraldo (2001) recomendam o uso de uma solução de 1% de concentração, preparada com sulfato de cobre, dicromato de sódio e ácido bórico (CCB).

Tratamentos com produtos químicos são os meios mais seguros para aumentar economicamente a durabilidade natural do bambu. Dessa forma, o interessado poderá obter material de boa durabilidade com métodos que utilizam um mínimo de equipamento. O preservador atualmente indicado é solução do CCB comercial (GALVÃO et al., 2004).

Montoya (2002) realizou um experimento comparativo avaliando cinco métodos de preservação: boucherie, imersão e injeção com solução de bórax e ácido bórico a 3%; Boucherie com ácidopirolenoso e defumado. Submetidos em quatro localidades diferentes e com diferentes altitudes. O resultado observado foi que nenhum dos tratamentos foi cem por cento efetivo, mas o tratamento que mostrou maior eficiência foi por imersão com solução a base de boro oferecendo uma alta resistência ao ataque de insetos.

3. OBJETIVOS

- Produzir colmos de bambu tratados com preservativos de baixa toxicidade para serem utilizados (sem contato com o solo) em benfeitorias na propriedade rural.
- Promover o manejo sustentável das populações de bambu na propriedade.
- Estabelecer uma cadeia produtiva de corte, tratamento e beneficiamento para diferentes espécies de bambu, que possa ser replicada tanto dentro quanto fora da propriedade.
- Produção de mudas a partir de ramos laterais.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 Local do trabalho

O trabalho foi desenvolvido no período de 2010 a 2015 no Sítio Mel Bambu (grupo Monumento), distrito de Cacaria, município de Piraí, localizado ao sul do estado do Rio de Janeiro.

O administrador e proprietário do sítio tem uma proposta de usar materiais alternativos na construção rural e excluir de sua propriedade o uso de quaisquer produtos químicos que possam trazer dano ambiental, realizando na propriedade plantios orgânicos, reflorestamentos, apicultura e criação de gado de leite. O bambu sempre se mostrou como um recurso muito

utilizado para todas as atividades do sítio, da alimentação à construção de cercas, estufas, viveiros, canteiros, suporte para telhados de caixas de abelha, móveis e galpões.

Considerando os princípios do grupo Monumento, foi escolhido trabalhar com o bambu devido ao seu grande potencial e disponibilidade na região, sendo um recurso subutilizado, geralmente em construções temporárias, em decorrência de sua baixa resistência natural a ação de agentes xilófagos. Sendo assim, foi necessária a adaptação de metodologias de corte, tratamento e beneficiamento de bambus para um melhor aproveitamento desta incrível matéria prima.

A propriedade Mel Bambu tem como objetivo desenvolver, experimentar e pesquisar o uso do bambu, contando com a passagem de diversas gerações de estagiários, que compartilham e acumulam experiências . O sítio possui diversas construções e utensílios feitos com bambu como galpões, estufas, forros, cadeiras e camas que foram, com o passar do tempo, inutilizados pela ação de agentes xilófagos, sendo observado principalmente o coleóptero *Dinoderus minutus*, mesmo após métodos considerados preservativos (pela tradição popular) tais como: colheita na lua minguante, imersão em água corrente e tratamento com fogo (*Phyllostachys aurea*).



Figura 3: Dodecaedro construído com *Dendrocalamus sp.*, sítio Mel Bambu. (foto: Ivan lobo)

Com resultados pouco eficientes, com os métodos preservativos citados anteriormente, surgiu a necessidade de adaptar, testar e desenvolver, métodos de tratamento químico para preservar o bambu, e assim, aplicar na propriedade.



Figura 4:a) Ruptura de uma coluna ocorrido devido a ação de insetos. **B)** ataque de *Dinoderus minutus* em *Bambusa vulgares*. (fotos: Ivan lobo)

O bambu é um recurso natural abundante na região, sendo as espécies mais notáveis *Bambusa vulgares*, *Bambusa tuldoides*, *Phyllostachys aurea* e algumas touceiras de *Dendrocalamus asper* e *Guadua angustifolia*.



a



b

Figura 5: a) *Phyllostachys aurea*. b) *Bambusa vulgaris* (fotos: Ivan lobo).



a



b

Figura 6:a) *Dendrocalamus asper* b) e *Bambusa tuldoidea* (fotos: Ivan lobo)



Figura 7: *Guadua angustifolia* (foto: Ivan lobo).

4.2 Corte e manejo

O corte foi realizado utilizando técnicas de manejo consideradas vitais para a saúde e vigor das touceiras e bosques, o que consistiu no corte seletivo de colmos, retirada de colmos tortos secos ou defeituosos e colheita de colmos considerados maduros (com idade superior a três anos). Os colmos jovens foram deixados nas touceiras para garantir seu amadurecimento e manter a vitalidade da touceira. Para evitar a quebra de colmos imaturos pela ação do vento e garantir a sua vitalidade não foram coletados todos os bambus maduros da touceira, deixando uma proporção de um bambu maduro para cada três verdes, servindo de tutor e escora para os demais. Vasconcellos (2004) salienta que não se deve extrair mais que 80% de bambus maduros de uma touceira, uma vez que são estes os responsáveis pelo fornecimento de nutrientes aos mais jovens.

Os cortes foram realizados com serras de poda com 14 polegadas e motosserra para espécies de maior diâmetro. Os colmos foram cortados acima do primeiro nó a fim de evitar acúmulo de água, o que resulta no apodrecimento dos tocos deixados, podendo causar danos ao rizoma. Além disso, se deixados muito grandes, os tocos se tornam inconvenientes em futuros manejos no bambuzal.

4.3 Cura e transporte

O transporte foi realizado somente quatro semanas após os cortes, a fim de esperar o período de cura. Logo após a extração dos bambus, foi realizada a cura do material para reduzir a porcentagem de seiva existente, minimizando assim o risco de organismos danosos à

planta. O processo consiste em deixar os colmos cortados apoiados na touceira, sem retirar galhos e folhas, isolando-os do solo, através de pedras ou suportes. Os colmos devem permanecer nesta posição por 4 a 8 semanas (GHAVAMI e MARINHO, 2002).

O transporte foi realizado com trator e carretinha, e os colmos foram acomodados e amarrados de forma a evitar choques e tensões, que podem favorecer o aparecimento de rachaduras durante todo o processo e principalmente na secagem. Diminuindo sítios de postura para os insetos.



Figura 8: a) Transporte de *Phyllostachys aurea* depois de deixados curar na mata. b) Transporte de colmos de *Bambusa vulgares* (fotos: Ivan lobo).

4.4 Secagem

Depois de concretizada a cura, as varas devem ser submetidas a um processo de secagem com o propósito de diminuir o teor de umidade, que deverá estar entre 10 a 15% (Pereira, 2001).

As varas foram preparadas para secagem primeiramente retirando, com serra de poda, a parte superior do colmo, evitando varas tortas e muito cônicas. Os ramos laterais quando de espécies *Guadua sp.* e *Dendrocalamus sp.* foram separados para propagação assexuada.

A abertura dos entrenós, além de auxiliar na secagem, é fundamental para facilitar a imersão dos colmos e para garantir a penetração da solução preservativa pela parte interna dos bambus. Nas espécies *Bambusa tuldoides* e *Phyllostachys aurea* (com menor diâmetro) os diafragmas dos entrenós foram rompidos com auxílio de um vergalhão com ponta achatada e em forma de seta, que preso a uma furadeira, funcionou como uma broca. Sua confecção foi simples, e utilizou-se apenas uma marreta e um esmeril. O vergalhão possuía oito metros,

sendo este comprimento igual ao do tanque de imersão. Os bambus de maior diâmetro tiveram seus diafragmas perfurados manualmente, com auxílio de uma vara de metal com uma peça de metal de diâmetro maior soldada em sua ponta, evitando que esta fique presa ao perfurar diversos entrenós como observado nas figuras 9 e 10 a seguir.



Figura 9: Protótipo da furadeira com vergalhão para perfurar os entrenós dos bambus de menor diâmetro. (fotos: Leonardo Monteiro)



Figura 10: barra de ferro para perfurar entrenós de bambus de maior diâmetro. (foto: Leonardo Monteiro)

As pilhas de secagem foram feitas em local coberto e ventilado, utilizando o próprio bambu como tabiques, o que favoreceu a circulação de ar. Cada pilha demorou em média de dois a quatro meses para secar (estabilizar o peso dos colmos). Foi acompanhado o peso de uma amostra de cada pilha de secagem, sendo a amostra formada por um bambu de cada andar da pilha, previamente marcado. O peso foi aferido com o auxílio de uma balança de gancho digital com precisão de 2g, até que atingisse um valor estável.



Figura 11: Galpão com pilha de secagem (foto: Ivan lobo).

4.5 Tratamento

Conforme a pesquisa realizada, sais de boro e cobre são utilizados em diferentes proporções. Segundo Pereira e Beraldo (2008) uma concentração de 1% já se mostra eficiente, mas os preparados comerciais para tratamento de madeira apresentam concentrações maiores. De acordo com Montoya (2002) a concentração de 3% com sais de boro foi recomendada pelo Centro Nacional para o Estudo de Bambu Guadua (Colômbia). Então, baseado na literatura e na experiência dos estagiários anteriores que por lá passaram, decidiu-se usar concentração de 2%. O tratamento preservativo adotado a foi o de inersão prolongada com sulfato de cobre e ácido bórico a 2%.

Estes sais foram escolhidos por serem eficazes em baixas concentrações e por apresentarem menores prejuízos ao meio ambiente e para quem os manipula, tendo maior coerência com a filosofia conservacionista da empresa e do uso do bambu como material ecologicamente correto.

O ácido bórico é inseticida, sendo relativamente atóxico para mamíferos, podendo ser encontrado na formulação de produtos de uso cotidiano humano como, talco e sabões

anticépticos em concentrações de 3%. O sulfato de cobre é fungicida usado na composição da calda bordalesa, insumo utilizado na agricultura orgânica para controle de fungos (na concentração entre 0,25% a 1%) em diversas culturas por ser de baixa toxicidade.

O cromo, usualmente utilizado em conjunto com estes sais, atua como fixador, evitando perdas dos mesmos por lixiviação. Seu emprego no presente trabalho foi rejeitado devido aos riscos com seu manuseio e pelas peças de bambu tratado não serem destinadas, em sua maioria, a ficarem expostas ao tempo, minimizando a perda dos sais por lixiviação.

Conforme Cardoso Junior (2000), o tratamento por imersão consiste em submergir as varas em um reservatório contendo o produto químico, por cerca de 5 semanas ou mais. Trata-se de um dos processos de menor custo para o construtor.

O tanque de imersão, depois de cheio com água, teve seu volume calculado, e a partir dele foram adicionados os sais de cobre e bórax em suas devidas proporções, sendo dois quilos de ácido bórico e dois quilos de sulfato de cobre para cada cem litros de água (2:2:100).



Figura 12: a) Colmos de *Bambusa tuldoides* antes de serem submersos na solução preservativa. (foto: Ivan lobo).

b): Colmos de *Bambusa tuldoides* submersos com ajuda de pallets e blocos (foto: Ivan lobo).

Os bambus de espécies com menor diâmetro (*Phyllostachys aurea* e *Bambusa tuldoides*) foram amarrados em feixes de cinco colmos para facilitar a imersão. Após serem colocados no tanque, se fez necessário a utilização de pallets plásticos e pesos para que o

material fosse totalmente submerso. O tanque foi coberto com lona plástica com o propósito de evitar perda por evaporação e entrada de insetos, sujeira e animais.

Para definir o tempo de imersão foi realizada análise colorimétrica de penetração e retenção para sulfato de cobre e ácido bórico, metodologia retirada do Boletim Técnico N.º1 Convenio IBDF-IPT-ABPM Preservação de Madeira (1979). O boro teve sua determinação feita com reação de álcool polivinílico e iodo: Onde existe boro a madeira fica azulada. O cobre foi determinado por solução de cromo-azurol que, pulverizada na superfície, a cor azul escura revelava a presença do sal.

A penetração da substância preservativa foi observada a partir de cortes transversais retirados do meio dos colmos submersos até ser notada uma penetração satisfatória dos sais. O padrão de penetração foi observado conforme Sales e Campos (2003). A partir destes resultados, foi determinada a permanência dos colmos no tanque durante um período de duas semanas para bambus de menor diâmetro e três semanas para bambus com maior diâmetro e espessura.



Figura 13: a) teste colorimétrico para avaliar a penetração e distribuição de sais de cobre e boro em *Bambusa vulgares*. (foto: Leonardo Monteiro) b) teste colorimétrico para avaliar a penetração e distribuição de sais de cobre e boro em *Phyllostachys aurea*. (foto: Leonardo Monteiro)

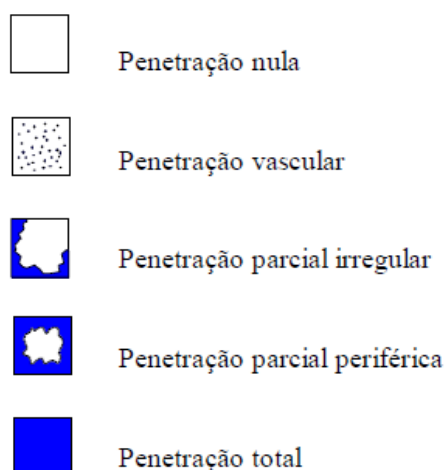


Figura 14: Padrões de penetração do teste de tratabilidade de madeira (SALES-CAMPOS et al., 2003).

Após o período de imersão, as varas de bambu foram inclinadas sobre o tanque de forma que o excesso da solução escorresse para dentro do tanque, evitando a perda de litros de material. Após isso, os bambus foram acomodados novamente em pilhas dentro de um galpão por vários dias, para que ocorresse secagem.

4.6 Beneficiamento. (apenas para *Phyllostachys sp*)

O colmo de *Phyllostachys sp.* possui uma cera natural presente nas camadas periféricas do mesmo, que quando aquecido e polido com um tecido, resulta em uma coloração parda brilhante, propriedade característica de bambus destinados à fabricação de móveis e forros (PEREIRA e BERALDO, 2008).

Deste modo, a fim de otimizar o processo de beneficiamento, foi construído um equipamento composto por uma caldeira e uma câmara para agrupamento dos bambus e contenção de vapor. A caldeira, preenchida com água, era aquecida e produzia vapor quente o qual, após ser canalizado para a câmara, aquecia os bambus, que liberavam a cera.

Esta estratégia foi adotada em razão da dificuldade em beneficiar as varas de *Phyllostachys aurea* de maneira tradicional por meio de maçaricos e fogueiras, métodos realizados previamente, e que se caracterizaram por ser um trabalho árduo e demorado.



Figura 15a: caldeira para aquecer *Phyllostachys sp.* Feitos a partir de materiais recicláveis, bambu e barro.**Figura 15b:** Câmara para conter o vapor e aquecer os bambus. (fotos: Ivan lobo)

Após este procedimento, aplicou-se óleo de linhaça com 20% de terebintina nas varas de bambu tratadas com a finalidade de protegê-las do branqueamento causado pela luz solar.



Figura 16: varas de *Phyllostachys aurea* após o fim do processo. (fotos: Ivan lobo)

5. RESULTADOS.

O tratamento preservativo foi considerado eficiente. Entretanto, alguns ataques foram observados em colmos tratados, sendo que, em sua maioria os insetos estavam mortos e desidratados dentro das galerias. Os bambus tratados foram usados em diversas atividades dentro da propriedade, como forro, revestimento, colunas e móveis.



Figura 17: a) Varas de bambu tratado usadas na construção de móveis. b) Coluna de *Dendrocalamus sp.*(fotos: Ivan Lobo)



Figura 18: a) Painel de *Phyllostachys aurea*. b) Forro de *Phyllostachys aurea*. (fotos: Ivan Lobo)

A cadeia produtiva desenvolvida foi eficiente, atendendo à demanda da propriedade, porém, um problema observado no processo foi a etapa de secagem, que demorou de dois a quatro meses. A secagem ao ar livre se mostrou demasiadamente longa provavelmente devido à localização do galpão não ser a mais adequada, bem como o tamanho e densidade das pilhas de secagem. Foi observado que os colmos de bambus localizados no centro da pilha continuavam verdes após os demais já estarem secos. Deste modo, o próximo passo para o aperfeiçoamento da técnica é a melhoria das condições de secagem e avaliação do uso de estufas de secagem feitas a partir de plástico preto com ventilação forçada para acelerar o processo.

Durante a secagem das varas de *Bambusa vulgares* foram observados ataques de *Dinoderus minutus* de forma a danificar gravemente as peças. Para minimizar esse problema, as varas, após terem seus septos rompidos, foram imersas no tanque por algumas horas e, posteriormente colocadas para secar, o que reduziu os danos causados pelos insetos que foram, em sua maioria, encontrados mortos após o ataque.

Foi observado também que após o tratamento de diversos lotes de bambu a solução começou gradualmente a precipitar, sendo necessária a acidificação da solução para o reuso com a adição de 200 ml de ácido acético glacial para cada 100L de solução (ou seja, 0,2%), recurso recomendado por Pereira e Beraldo (2008).

Em relação ao manejo, foi observado o aumento de vigor das touceiras, que apresentou maior quantidade de brotos e diâmetro superior a cada brotação.



Figura 19: a) Bambuzal manejado de *Guadua sp.* b) Bambuzal manejado de *Guadua sp.* após três anos. (fotos: Ivan lobo)

A produção de mudas a partir de ramos laterais se mostrou promissora. Observou-se eficiente propagação dos bambus a partir de ramos laterais que seriam descartados como resíduo da produção de colmos preservados, resultando no aproveitamento de material que seria jogado fora e na geração de recursos biológicos e econômicos como subprodutos do processo desenvolvido.



Figura 20: Muda de *Guadua sp.* produzida a partir de ramos laterais. (foto: Leonardo Monteiro)

Por fim, o uso do cobre pode ser reavaliado conforme a utilização final do bambu. Os bambus tratados e utilizados na propriedade não foram empregados em condições de umidade que possibilitasse a observação do ataque de fungos, podendo assim, utilizar apenas sais de boro (bórax + ácido bórico) no tanque de imersão, diminuindo o custo.

6. CONCLUSÃO.

O tratamento preservativo aplicado a base de sais de boro e cobre pelo método de imersão prolongada se mostrou eficiente na concentração utilizada, o que permitiu a ampliação do uso do bambu na propriedade com maior durabilidade e confiança.

A cadeia produtiva estabelecida na propriedade possibilitou o uso de diferentes espécies de bambu em grande quantidade em decorrência do correto manejo dos bambuzais, mantendo um ciclo de produção local. O bambu se tornou um material confiável e duradouro devido à minimização dos ataques de insetos com o emprego do tratamento químico com sais de baixa toxicidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ALBERTINI, J. L. A. Cultura do bambu. **Informe de Pesquisa**, v. 3, n. 22, setembro, 1979. P.1-7.
- AZZINI, A., SANTOS, R.L., PETTINELLI JÚNIOR, A., Bambu **material alternativo para construções rurais**. Campinas, SP, Instituto Agronômico de Campinas, Boletim Técnico, n. 171, p. 1-18, 1997.
- BERALDO, A. L.; FREIRE, W. J. **Tecnologia e materiais alternativos**. 2. Ed. Campinas, 2003. 257p.
- BERALDO, A.L.; AZZINI, A. **Bambu: características e aplicações**. Guaíba: Agropecuária, 2004. 128 p.
- BRASIL. Convenio IBDF – IPT – ABPM. Boletim técnico. V.1. N°1 – mai. 1973 S. Paulo
- CARDOSO JUNIOR, R. **Arquitetura com Bambu**. Porto Alegre, 2000. 109p Dissertação de Mestrado – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- FILGUEIRAS, T. S.; GONÇALVES, A. P. S.; **A check list of the basal grasses and bamboos in Brazil**. Bamboo Science and Culture; TheJournal of the American Bamboo Society. v. 18, n. 01, p 8-10, 2004
- GALVAO, A.P.M.; MAGALHÃES, W.L.E.; MATTOS, P.P. **Processos práticos para preservar a madeira**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2004. 49p. (EMBRAPA, Documento 96).
- GHAVAMI, K.; MARINHO, A.B. **Propriedades Mecânicas dos Colmos dos Bambus das Espécies: Mosó e Guadua Angustifolia para Utilização na Engenharia**. Publicação – RMNC-2 Bambu 02/2002 do Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio, 45 páginas.
- GROSSER, D., LIESE, W. On the anatomy of asian bamboos with special reference to their vascular bundles. **Wood Science and Tecnology**
- HIDALGO LOPEZ, O. **Bamboo, The gift of the gods**. Oscar Hidalgo Lopez editor, 2003, 553 p.
- LIESE, W. **The anatomy of bamboo culms**. Beijing, Technical Report, International Network for Bamboo and Rattan, 1998. 203 p.
- LIESE, Walter. **A preservação do colmo de bambu com relação à sua estrutura**. Disponível em: <<http://docs12.minhateca.com.br/168449452,BR,0,0,LIESE-Preserva%C3%A7%C3%A3o-do-colmo-do-bambu.pdf> >. Acesso em: 06 jun. 2017.
- MONTOYA, Jorge Augusto. **Investigación tecnológica en métodos para la preservación de la guadua**. Seminario - Taller Avances en la investigación sobre Guadua Pereira, mayo 16-17 y 18 de 2002

MYERS, P.; ESPINOSA, R.; PARR, C. S.; JONES, T.; HAMMOND, G. S. and DEWEY, T. A. 2005. **Species Dinoderus minutus**. In: The Animal Diversity Web (online). Interagency Education Research Initiative, the Homeland Foundation and the University of Michigan Museum of Zoology. Disponível em: <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/classification/path/Dinoderus_minutus.html#Dinoderus%20minutus> Acesso em: 20 mar. 2005.

National mission on bamboo applications (nmba), Technology, information, Forecasting and Assesment Coucil (TIFAC) Government of India, 2004. 56 p.

OLIVEIRA, C. R. F. de, FARONI, L. R. D'A., GUEDES, R. N. C., PALLINI, A. e GONÇALVES, J. R. – “**Parasitismo de Acarophenax lacunatus (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) sobre Dinoderus minutus (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae)**.” Neotropical Entomology vol. 31, n. 2, Londrina, Apr./June 2002

PADOVAN, Roberval Bráz. **O bambu na arquitetura: design de conexões estruturais**. 2010. 183 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.

PEREIRA, M. A. dos R; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. 1. Ed. Bauru: Canal6, 2008. 38p.

SALES-CAMPOS, C.; VIANEZ, B.F.; MENDONÇA, M.S. **Estudo da variabilidade da retenção do preservante CCA tipo A na madeira de *Brosimum rubescens* Taub. Moraceae – (pau-rainha) uma espécie madeireira da região Amazônica**. Revista Árvore, Viçosa, v.27, n.6, p.845-853, 2003.

SANTOS, R.L.; LOPES, J.D.S. **Construções com bambu: opção de baixo custo**. Viçosa: Centro de Produções Técnica, 1998. 40p. (Série Construções Rurais, 160).

SARLO, H. B. - “**Influência das fases da lua, da época de corte e das espécies de bambus sobre o ataque de *Dinoderus minutus* (Fabr.) (Coleóptera: Bostrichidae)**” Viçosa, MG: UFV, 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)- Universidade Federal de Viçosa, 2000.

SOUZA, Adriene Pereira Cobra Costa. **bambu na habitação de interesse social no brasil**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, Belo Horizonte, v. 11, n. 12, p.217-245, dez. 2004.

TEIXEIRA JUNIOR, Alfredo Baganha; KENUPP, Leonardo Kozlowiski; CAMPOS, Rodrigo De Queiroz. **utilização de bambu na construção civil – uma alternativa ao uso de madeira**. Revista Ciências do Ambiente, Campinas-sp, v. 5, n. 1, p.1-7, jul. 2009.

VASCONCELLOS, R.M. **Bambu - Espécies e Taxonomia**. 2004. Disponível em: <www.bambubrasileiro.com>. Acessado em: 7 jun. 2017.