

## BARREIRA ACÚSTICA DE BAMBU: UMA AVALIAÇÃO PRELIMINAR

**Antonio Ludovico Beraldo** (beraldo@agr.unicamp.br) Professor Associado da Faculdade de Engenharia Agrícola/ Departamento de Construções Rurais/Universidade Estadual de Campinas.

**Anísio Azzini** (azzini.a@uol.com.br) Mestre em Fitotecnia/ Instituto Agronômico de Campinas/ Seção de Algodão e Fibras Diversas/ Bolsista do CNPq.

**Jurandi Fagundes de Carvalho** (jurandi@agr.unicamp.br) Técnico Agrícola da Faculdade de Engenharia Agrícola/Campo Experimental/Universidade Estadual de Campinas.

### RESUMO

Neste trabalho avaliou-se preliminarmente o comportamento de uma barreira acústica feita com duas espécies de bambu, no intuito de reduzir a propagação de ruído originado por um forno eletrolítico de uma empresa siderúrgica. Para o *Bambusa vulgaris* var. *vittata* procedeu-se o plantio de pedaços de colmos; para o *Bambusa tuldoides* procedeu-se ao transplante parcial. O local escolhido para o plantio encontrava-se muito compactado e desse modo foram feitas seis trincheiras de 180 m x 1 m x 0,5 m. Decorrido um ano do plantio verificou-se que a quantidade de brotos para o *B. vulgaris* var. *vittata* e para o *B. tuldoides* foram de 3 e 6, respectivamente; as falhas foram de 5% e 10%, respectivamente; os diâmetros foram de 13 e 9 mm, respectivamente; as alturas foram de 2,7 e 2,5 m, respectivamente. A biomassa produzida nos colmos foi avaliada em torno de 6 t/ha, valor considerável para uma planta de apenas 1 ano. Por outro lado, o desenvolvimento vegetativo dos colmos ainda não foi suficiente para reduzir a propagação do ruído.

**Palavras-chave:** bambu, plantio, barreira acústica

## ACOUSTIC BARRIER FROM BAMBOO STEMS: A PRELIMINARY EVALUATION

### ABSTRACT

To reduce noise in steel fabrication it was evaluated the behavior of an acoustic barrier made from two bamboo species. For *Bambusa vulgaris* var. *vittata* planting it was employed stem portion method; for *Bambusa tuldoides* it was utilized partial transplantation method. Original local plantation was completely compacted then it was necessary to prepare six trench (180 m x 1 m x 0.5 m). After one year it was compared *B. vulgaris* var. *vittata* and *B. tuldoides* average developments: number of sprouts (3 and 6), fault (5% and 10%), diameter size (13 mm and 9 mm) and height (2.7 and 2.5 m). Biomass from these young plantation (one year old) of bamboo species was very high (6 t/ha). By the other side stems vegetable development was not yet capable of reduce noise propagation

**Keywords:** bamboo, plantation, acoustic barrier

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie vegetal não arbórea conhecida como bambu pertence à família *Graminaea*, a mesma à qual pertencem a cana-de-açúcar e o arroz, dentre outras. De acordo com dados da literatura, existem mais de mil espécies de bambu espalhadas pelo mundo, vegetando nas mais variadas condições edafoclimáticas. Os bambus são encontrados em todos os continentes, com exceção da Europa e regiões polares (LANGHI e RODRIGUEZ, 1998). O maior centro de biodiversidade de espécies de bambu é o Continente Asiático. A China, com mais de 500 espécies e 500 milhões de hectares com bambu é considerada a sua “pátria”. Segundo dados do CRRC (China National Bamboo Research, 2002), o valor da produção total de bambu em 2000 foi superior a US\$ 2,5 bilhões, o que evidencia a importância do bambu na economia chinesa.

No Brasil, o bambu ainda é relativamente pouco utilizado, apesar de suas amplas e variadas opções produtivas. Esse baixo nível de utilização está associado basicamente à falta de conhecimento agrônomicos e tecnológicos específicos. A situação atual do bambu é semelhante àquela ocorrida no passado com o eucalipto, o qual, também por falta de conhecimentos específicos, era pouco utilizado no Brasil. Atualmente, o eucalipto- um gênero exótico, é a principal fonte de matéria-prima fibrosa para a produção de celulose e papel, graças aos avanços agrônomicos (melhoramento de sementes geneticamente modificadas e investimento em equipamentos) e industriais que foram desenvolvidos.

Infelizmente, não se pode transferir para o bambu os conhecimentos obtidos para o eucalipto, pois são vegetais com características biológicas e tecnológicas completamente diferenciadas.

Quanto às utilizações, várias são as opções produtivas que se pode obter com o bambu, tais como:

- Fibras longas para a fabricação de papel;
- Fibras celulósicas e energia, esta na forma de amido ou etanol;
- Broto comestível;
- Carvão especial;
- Móveis;
- Material para construções rurais (ranchos, galpões, etc.);
- Laminados colados para confecção de pisos e móveis;
- Inúmeros produtos artesanais
- Utensílios domésticos;
- Instrumentos musicais;
- Decoração e paisagismo.

As características biológicas das espécies de bambu, tais como dimensões e quantidade de colmos por touceira, quantidade de nós, internós e vazios existentes nos colmos, devem influir na eficiência do conjunto quando utilizado na forma de barreira acústica. Os colmos de bambu são estruturas segmentadas constituídas alternadamente por nós (parte sólida do colmo) e internós, a parte oca que contém ar. A quantidade de nós e de internós varia em função da espécie considerada. Segundo AZZINI et al. (1990), a espécie *Bambusa tuldoidea* apresentou maior quantidade de internós (55,28%) do que as espécies *B. vulgaris* (41,31%) e *Dendrocalamus giganteus* (35,59%). Para os nós, as quantidades observadas foram de 5,91%, 12,01% e 10,70%, respectivamente para *B. tuldoidea*, *B. vulgaris* e *D. giganteus*.

O vigor vegetativo das touceiras que resulta no rápido desenvolvimento dos colmos é outra característica marcante do bambu. Os colmos de bambu só crescem em altura, com velocidades que podem atingir até 120 cm por dia, conforme observou UEDA (1968) para a espécie *Phyllostachys edulis*. Para espécies entouceirantes (bambus de clima tropical ou de crescimento simpodial), a velocidade de crescimento dos colmos pode atingir 40 cm por dia. AZZINI et al. (1989) observaram a velocidade de crescimento de 22 cm por dia para a espécie *Dendrocalamus giganteus*.

As dimensões dos colmos também apresentam variações acentuadas, abrangendo desde o *D. giganteus*, com colmos de 30 m de altura e 20 cm de diâmetro até a espécie *Arundinaria densifolia*, com colmos de 1 m de altura e 0,5 cm de diâmetro.

### **Propagação do bambu**

Quanto à forma de desenvolvimento os bambus podem ser divididos em duas categorias:

- Entouceirantes (paquimorfos, bambus de clima tropical);
- Alastrantes (leptomorfos, bambus de clima temperado).

Os bambus podem ser propagados por sementes ou por métodos vegetativos; neste último caso, são produzidas plantas clonais com uniformidade genética e fenotípica. A propagação por sementes é pouco utilizada em virtude da dificuldade de se obter sementes em épocas regulares, pois a maioria das espécies de bambu floresce após intervalos de tempo muito longos, variando de 30 a mais de 100 anos (BERALDO e AZZINI, 2003). A propagação assexuada ou por via vegetativa, apesar de certas limitações, é o procedimento mais utilizado para a propagação do bambu. As mudas de bambu, obtidas por via vegetativa, devem apresentar três estruturas básicas: parte aérea (colmos), raízes e rizomas. A propagação vegetativa do bambu pode ser obtida por:

#### Transplante total

Neste caso, promove-se o desmembramento das touceiras, retirando-se mudas completas constituídas por colmos, rizomas e raízes. É um método indicado para espécies de baixo porte ou quando as touceiras estão em desenvolvimento, ocasião em que os colmos apresentam pequenas dimensões. Trata-se de um método bastante eficiente e indicado para o plantio de pequenas áreas (figura 1).

#### Transplante parcial

O procedimento é semelhante ao caso anterior, porém, retirando-se mudas constituídas por partes de colmos, raízes e rizomas. No caso de espécies alastrantes, normalmente os colmos são submetidos a uma poda alta, permanecendo com um ou dois ramos com folhas. No caso de espécies entouceirantes, faz-se uma poda baixa, permanecendo a parte basal dos colmos com duas a três gemas (figura 2).



## Figura 1- Transplante total

### Pedaços de rizoma

Os materiais propagativos são constituídos por pedaços de rizomas com raízes. É um método mais indicado para as espécies alastrantes, em decorrência das características mais favoráveis das mesmas, que apresentam rizomas longos e em maior quantidade.

### Pedaços de colmos

Os materiais propagativos são constituídos por segmentos de colmos, contendo uma ou mais gemas primárias brotadas (presença de ramos) ou não brotadas (gemas solitárias). Este procedimento é específico para espécies entouceirantes e sua eficiência depende da espécie e de condições de enraizamento. Para espécies que apresentam colmos de paredes espessas (*B. vulgaris*, *B. vulgaris* var. *vittata*, *D. giganteus*, etc.), o nível de enraizamento das mudas varia de 20% a quase 100%. Por outro lado, espécies com colmos de paredes finas, especificamente o *B. tuldoides*, o nível de enraizamento reduz-se para menos de 5%.

## Figura 2- Transplante parcial

### **Isolamento e absorção acústica**

Por isolamento acústico deve-se entender a capacidade que apresentam certos materiais de constituir uma barreira, impedindo que a onda sonora se propague através de um determinado meio. Normalmente quanto mais denso for o material melhor será seu desempenho como um isolante acústico.

A absorção acústica, por sua vez, relaciona-se à diminuição da intensidade da onda sonora causada pela ação da estrutura particular de um dado material. Geralmente os materiais de menor densidade, ou que apresentem estruturas descontínuas ou porosas são mais eficientes.

### **Barreiras vegetais**

A utilização do cultivo de espécies de bambu como barreiras acústicas para a redução de ruídos é mais uma opção ecológica para esse nobre vegetal. Em testes preliminares realizados no IAC – Campinas, barreiras constituídas por fileiras de touceiras de *Bambusa tuldoides* foram capazes de reduzir o ruído proveniente de um caminhão (de 110 dB para 50 dB), redução esta verificada por um decibímetro colocado a 40 m do local de geração do ruído.

De acordo com (MIRANDA e MIRANDA, 2002), barreiras vegetais podem ser usadas na atenuação do ruído causado pelo tráfego de veículos, do funcionamento de equipamentos, geradores ou transformadores.

Dados sobre a utilização de espécies vegetais e, em especial, da utilização do bambu como barreira acústica não se encontram disponíveis na literatura, sendo objeto do presente estudo. Espera-se que, aos 5 anos, o desenvolvimento das touceiras de bambu seja capaz de produzir o efeito desejado.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Espécies escolhidas**

Foram escolhidas as espécies *Bambusa tuldoides* e *Bambusa vulgaris* var. *vittata*, classificadas na prática como sendo, respectivamente, de porte baixo e médio, com alturas médias em torno de 10 m e 15 m. São espécies com rápido desenvolvimento vegetativo em relação a outras espécies de bambu, além de apresentarem coloração diferenciada entre seus colmos. A espécie *B. vulgaris* var. *vittata*, conhecida como bambu brasil ou imperial, apresentam colmos

amarelos listrados de verde, contrastando com os colmos verdes da espécie *B. tuldooides*. Os diâmetros correspondentes às respectivas espécies, após as touceiras estabilizarem seu desenvolvimento são da ordem de 9 cm e 6 cm.

### Obtenção de Mudanças

Como ocorre com a maioria das espécies de bambu a propagação dessas espécies é feita por via vegetativa. Para a espécie *B. vulgaris* var. *vittata*, os materiais propagativos foram obtidos a partir das gemas primárias localizadas ao longo dos colmos. Os materiais propagativos da espécie *B. tuldooides* foram obtidos a partir das estruturas rizomatosas das touceiras, empregando-se o método conhecido como transplante parcial. Todos esses materiais propagativos foram obtidos a partir de touceiras existentes nas coleções de espécie do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

O enraizamento desses materiais propagativos foi obtido a partir de estacas individualizadas e colocadas em sacos plásticos, sendo produzidas 360 mudas de *B. tuldooides* (figura 3) e 180 mudas de *B. vulgaris* var. *vittata* (figura 4).



Figura 3- Mudanças de *B. tuldooides*



Figura 4- Mudanças de *B. vulgaris* var. *vittata*

### Plantio

O plantio das mudas foi realizado de maneira a constituir barreiras acústicas em uma área de aproximadamente 1800 m<sup>2</sup> localizada na Indústria Villares Metals de Sumaré - SP. O espaçamento de plantio adotado foi de 2 x 2 m, sendo os colmos plantados em seis linhas, sendo quatro linhas para a espécie *B. tuldooides* e duas linhas da lateral ocupadas pelo *B. vulgaris* var. *vittata* (Anexo).

### Etapas de Execução

#### Preparo do Solo

Em decorrência das condições de plantio, a primeira etapa no preparo do solo foi a descompactação do mesmo, seguida de aração e gradagem. Após melhorar as condições físicas do terreno avaliou-se seu nível de fertilidade mediante a análise química. O teor de matéria orgânica obtido foi da ordem de 1,5%.

#### Plantio das Mudanças

O plantio foi realizado em setembro de 2000, adotando-se espaçamento de 2 m x 2 m, em covas com aproximadamente 30 cm de diâmetro e 30 cm de profundidade. A adubação inicial, em N, P e K (10/10/10), bem como a adubação orgânica foi feita diretamente nas covas.

Nas figuras 5 e 6 pode-se observar o aspecto da área após o plantio, com o surgimento dos primeiros brotos de *B. vulgaris* var. *vittata* e *B. tuldooides*, respectivamente.



Figura 5- Brotação do *B. vulgaris* var. *vittata*



Figura 6- Brotação do *B. tuldooides*

### Medição do ruído

Após 14 meses do plantio dos bambus realizou-se uma avaliação preliminar do provável efeito da barreira formada pelas touceiras de bambu na absorção acústica de baixa frequência (250 Hz), emitida pelo forno elétrico a arco voltaico. Utilizou-se de um equipamento Brüel & Kjaer (Type 2226), operando na faixa A.

Da fonte de ruído até um portão a distancia é de 40 m; desse portão até a primeira fileira de bambus a distancia é de 25 m; entre as sucessivas fileiras a distancia é de 2 m.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após decorrido um ano do plantio foram efetuadas medições para avaliar o desenvolvimento das touceiras das duas espécies de bambu. A quantidade média de brotos de *B. vulgaris* var. *vittata* foi de 3; para o *B. tuldooides* esse valor médio foi 6. Para essa última espécie de bambu observou-se cerca de 10% de falhas no plantio enquanto que para a primeira esse valor reduziu-se para 5%.

### Primeira brotação

Quanto ao desenvolvimento dos colmos se observou pequena diferença entre as alturas médias, estimadas em 2,7 m e 2,5 m para as duas espécies, respectivamente. Quanto aos diâmetros para o *B. vulgaris* var. *vittata* obteve-se 13 mm enquanto que para o *B. tuldooides* esse valor foi de 9 mm. Dados apresentados por MCCLURE (1938) para essa última espécie, cultivada em Cantão – China, indicaram altura de 3 m e diâmetro de 20 mm. Cabe ressaltar que as condições do solo utilizado no plantio, eram totalmente desfavoráveis ao pleno desenvolvimento do bambu (principalmente a compactação excessiva e a carência de nutrientes). Como efeito comparativo, confirmando o estado de degradação do solo, observou-se que colmos de bambu da primeira brotação apresentaram altura superior a exemplares de *Pinus*, plantados no local há mais de 10 anos.

### Segunda brotação

Na segunda avaliação observou-se que as moitas de bambu começaram a se desenvolver de forma mais uniforme; os brotos recém nascidos apresentaram maiores dimensões do que aqueles correspondentes ao período anterior (fato este esperado para touceiras em formação).

No entanto, ainda não se pôde efetuar a avaliação do diâmetro e da altura dos colmos, prevista apenas para setembro/2003, período este estipulado no projeto de acompanhamento do plantio durante 5 anos. Na figura 7 a observa-se a altura de um broto de *B. vulgaris* var. *vittata*, da ordem de 5 m. Embora tal fato seja promissor, em termos do potencial de desenvolvimento da espécie, por outro lado a estrutura do conjunto colmo-ramos-folhas ainda se mostra muito aberta para que possa funcionar adequadamente como um barreira acústica. Na figura 7 b tem-se uma noção do grau de desenvolvimento atual das touceiras.

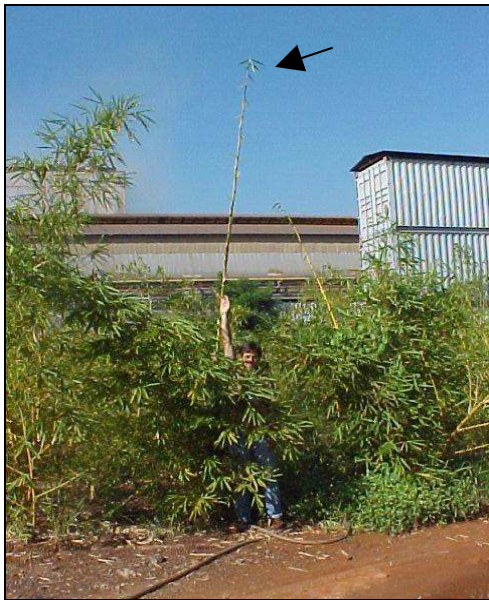


Figura 7 a) Broto de 5 m



7 b) Detalhe da touceira

Para o *B. tuldooides* observou-se um comportamento similar àquele relatado para a espécie precedente. Aparentemente essa espécie de bambu apresenta tendência, nas circunstâncias descritas no experimento, de apresentar um maior vigor vegetativo, ao computar-se a quantidade significativamente maior de brotações (figuras 8 a e 8 b).

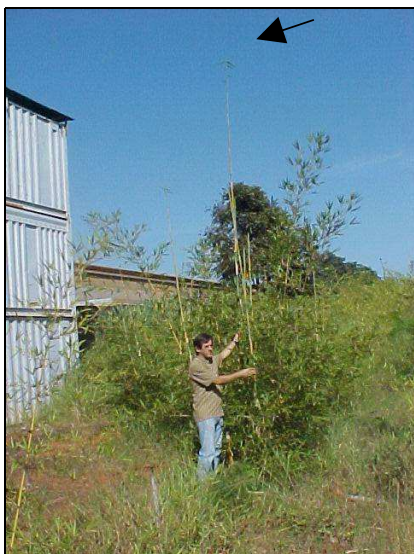


Figura 8 a) Broto de *B. tuldooides*



8 b) Detalhe da brotação

## Medição do ruído

Devido à urgência em resolver problemas ambientais detectados por organismos de fiscalização, a empresa optou, como medida emergencial, instalar containers para desempenhar a função de barreira acústica, conforme pôde ser observado nas figuras anteriores. Evidentemente tal procedimento inviabilizou totalmente a avaliação do possível efeito benéfico causado pela barreira de bambus, no tocante à absorção acústica.

A barreira de bambus, no entanto, tem funcionado como uma espécie de filtro biológico, pois obstrui, ainda que parcialmente, o movimento de material particulado emitido durante o processo produtivo da indústria. A estrutura da touceira de bambu, formada por colmos, ramos e folhas, deve tornar-se cada vez mais eficiente nessa função, durante o seu desenvolvimento, devido ao espaçamento adotado no plantio (2 m x 2 m).

## 4. CONCLUSÃO

Colmos de bambu das espécies *B. vulgaris* var. *vittata* e *B. tuldoides* apresentaram um grande desenvolvimento vegetativo, após 2 anos do plantio, mostrando sua eficiência na formação de barreiras. No entanto, a eficiência das touceiras como barreira acústica não pôde ser comprovada devido ao seu estágio atual de desenvolvimento.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZZINI A.; CIARAMELO D.; SALGADO A. L. B. (1989) Velocidade de crescimento dos colmos de algumas espécies de bambu. **O Agrônomo**, Campinas, 41(3), p. 17-23.

AZZINI A.; BORGES J. M. M. G.; CIARAMELO D.; SALGADO A. L. B. (1990) Avaliação quantitativa da massa fibrosa e vazios em colmos de bambu. *Braganti*, Campinas, 49(1), p. 141-146.

BERALDO A. L.; AZZINI A. (2003) *Bambu: características e utilizações*. Livraria Editora Agropecuária, Guaíba – RS, 120pp.

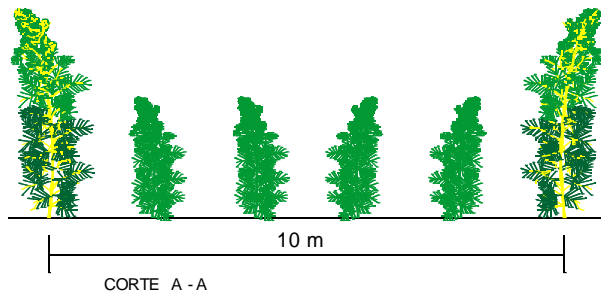
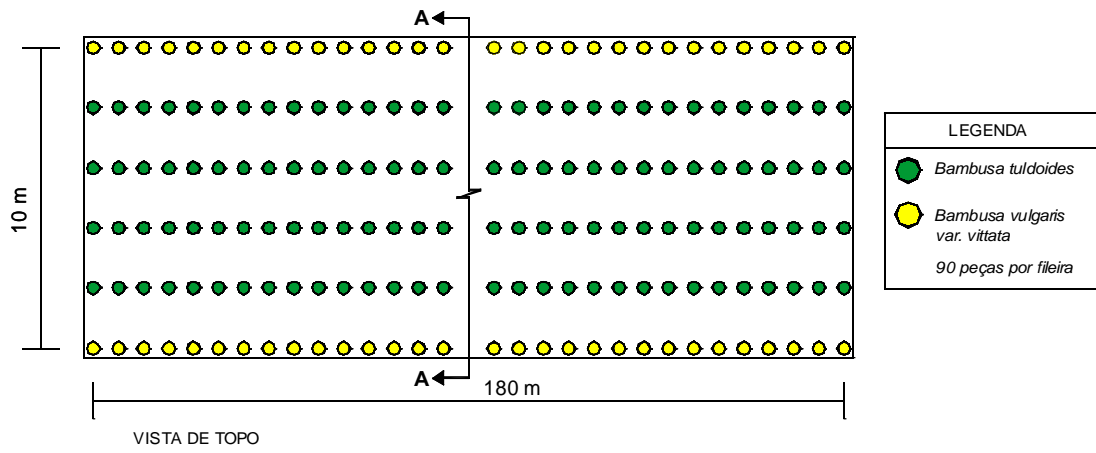
CBRC – China National Bamboo Research Center (2002). *International Training Course on Bamboo Technology*, Hangzhou, China, 4pp.

LONGHI M. M.; RODRIGUEZ L. M. (1998) História Ecológica y Aprovechamiento del bambú. *Revista Biología Tropical*, Costa Rica, v. 46, supl. 3, p. 11-18.

MIRANDA L. P. C.; MIRANDA G. N. C. Barreira acústica em rodovias. V Encontro de Iniciação Científica. Caderno de Resumos. Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Universidade de Taubaté, 2002, 1pp.

UEDA K. (1968) *Culture of bamboo as industrial raw-material*, Kyoto University, Japan, n. 2-A, 47pp.

# ANEXO



Esquema do plantio da barreira de bambus