



AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ACÚSTICO DA LUFFA CYLINDRICA (BUCHA VEGETAL), POR MEIO DE ANÁLISES EXPERIMENTAIS EM TUBO DE IMPEDÂNCIA

Ethel Caires de Oliveira

UFU - Universidade Federal de Uberlândia, FEMEC - Faculdade de Engenharia Mecânica, Av. João Naves de Ávila 2121 – Campus Santa Mônica – Bloco 1M // 38400-902 - Uberlândia - MG.
ethelcaires2003@yahoo.com.br

Elias Bitencourt Teodoro, PhD

teodoro@mecanica.ufu.br

Resumo: *A busca por novos materiais naturais com qualidades acústicas testadas em laboratório, e posteriormente colocadas em prática com sucesso, é necessária para o desenvolvimento de novos produtos mais acessíveis e com menos impacto ao meio ambiente. Este trabalho tem como objetivo medir o coeficiente de absorção sonora da Luffa cylindrica, em laboratório, por meio do tubo de impedância e verificar sua potencialidade como material absorvente acústico.*

Palavras-chaves: *luffa cylindrica, coeficiente de absorção acústica, tubo de impedância.*

1. INTRODUÇÃO

A maior parte dos produtos de tratamento acústico possui como matéria-prima, materiais de difícil aquisição, não-renováveis, muitas vezes sintéticos, de custo elevado tanto para a produção quanto para a venda, o que restringe, consideravelmente, o seu mercado consumidor. Além disso, quando sintéticos, sua produção causa diversos impactos ambientais. Nesse sentido, materiais orgânicos, que dispensam processos industriais, apresentam inúmeras vantagens, sendo que o incentivo aos produtos menos poluentes é cada vez mais significativo em todo o mundo.

Um exemplo desse incentivo é o Selo Verde, uma organização sem fins lucrativos que concede um “selo verde de aprovação” aos produtos que causam menos danos ao ambiente do que outros produtos similares. O primeiro programa de rotulagem ambiental foi criado pelo governo alemão, em 1977. Atualmente, existem 25 programas em todo o mundo, em países como os Estados Unidos, Itália, Espanha e Canadá, INFORMMA (2000).

Em 2004, o então ministro do Meio Ambiente, José Sarney Filho, assinou com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), um convênio para a implantação do Selo Verde no Brasil sob a forma de um programa de rotulagem ambiental para produtos. O objetivo é incentivar mudanças nos padrões de consumo e produção, fazendo com que as empresas melhorem seu desempenho ambiental e tenham lucro com isso.

A certificação é dada aos produtos elaborados de forma ambientalmente correta. Para isso, são realizados estudos de impacto ambiental que analisam a produção, desde a origem, levando em conta também o tempo de reabsorção pela natureza quando o produto for jogado no lixo.

Diversas empresas utilizam o Selo Verde como elemento de competitividade, declarando a superioridade de um produto em relação ao concorrente. Já os consumidores, utilizam-no como um instrumento para escolher os produtos ecologicamente corretos. No território brasileiro, o Selo também é uma forma de favorecer a exportação de produtos nacionais, que podem ter certificação ambiental sem a necessidade de contratar consultorias estrangeiras.

Sendo assim, é fundamental que no Brasil, um país com condições climáticas extremamente favoráveis à agricultura, solos férteis e abundantes, deva-se aproveitar a oportunidade de promover o desenvolvimento econômico e social auto-sustentado, por meio de incentivo a projetos cuja matéria-prima utilize produtos de origem vegetal, agregando valor a esses produtos. Pequenas e médias propriedades rurais podem participar de atividades cooperativas, fornecendo insumos vegetais para matérias-primas industriais nas entressafras de produtos alimentícios.

É preciso considerar também o custo ambiental da disposição final de produtos convencionais quando comparados a materiais que utilizam fibras vegetais como um de seus componentes e pesar os benefícios sociais que o uso desses materiais acarreta. O desenvolvimento auto-sustentado, relacionado ao equilíbrio de ciclos biológicos, tem como principal preocupação, não retirar da natureza mais do que ela seja capaz de produzir, o que aponta à produção agrícola e ao extrativismo não-predatório.

Juta, sisal, fibras de coco, abacaxi, rami, cânhamo, fibra de madeira, bagaço de cana e várias outras fibras celulósicas são exemplos de produtos naturais que têm sido utilizados como matérias-primas para compor materiais novos. Além de estarem enquadradas nos ciclos ecológicos, apresentam um grande potencial comercial (BLEDZKI, 1999).

Por isso, o interesse desta pesquisa no estudo pioneiro sobre a potencialidade da *Luffa cylindrica* para fins acústicos, uma vez tratar-se de uma planta nativa de clima tropical, abundante no território brasileiro, caracterizada como um material natural, orgânico, renovável, não poluente, de fácil produção e baixo custo.

1.1 *Luffa cylindrica*

A *Luffa cylindrica* é uma planta herbácea, pertencente à ordem das *Curbubitales* e à família das Cucurbitáceas. É uma trepadeira de regime anual e perene, rastejantes ou escandentes que pode chegar até 5 metros, de folhas grandes, ásperas e verde-escuras, que lembram a forma de uma mão aberta.

Produz flores grandes e amareladas. Seu fruto, de até 50 cm de comprimento, é cilíndrico, amarelo quando maduro, veja Figura 1, e castanho escuro quando seco. É típica de clima tropical, mas em regiões com 900 a 1.200 metros de altitude, verões suaves (22 a 25°C) e boa ventilação, tem mostrado boa produção. Prefere solo argilo-arenoso, fértil, bem drenado e com acidez fraca. Deve ser plantada na primavera.



Figura 1: Cultura de *Luffa cylindrica*. Fonte://personales.ciudad.com.ar/ecoespon (maio/2005).

Exige fertilidade e se dá bem com adubação orgânica (CORRÊA, 1978). Também conhecida como bucha dos pescadores, bucha dos paulistas, fruta dos paulistas, quingombô grande, esponja vegetal, esfregão e pepino bravo, a *Luffa* apresenta alta produção no Brasil e o seu fruto é utilizado em larga escala como buchas para banho, palmilhas para sapatos e outros objetos (MEDINA, 1959).

A Figura 2 apresenta algumas aplicações da bucha.



Figura 2: Produtos que utilizam a *Luffa* como matéria-prima (esponja para banho, palmilha de sapato e luminária). Fonte: www.urueco.org.uy (setembro/2005).

2. JUSTIFICATIVA

Os materiais de alta absorção acústica são normalmente porosos e/ou fibrosos. Nos materiais porosos, a energia acústica incidente entra pelos poros e dissipa-se por reflexões múltiplas e atrito viscoso, transformando-se em energia térmica. Nos materiais fibrosos, a energia acústica incidente entra pelos interstícios das fibras, fazendo-as vibrar junto com o ar, dissipando-se assim, por transformação em energia térmica (GERGES,2000).

O fruto da *Luffa cylindrica* é ao mesmo tempo poroso e fibroso, com fibras finas, resistentes e elásticas. Apresenta um núcleo com estrutura semelhante a um material do tipo colméia, circundado por um emaranhado de fibras dispostas em um arranjo multidirecional. Além da manta externa, o núcleo e as fibras soltas podem compor materiais com propriedades peculiares (BOYNARD, 1998).



Figura 3: *Luffa cylindrica*/poros e fibras. Fonte: www.memo.de (setembro/2005)

Todas as características citadas tornam a *Luffa cylindrica* um material com alto potencial a ser utilizado com fins acústicos e amplamente aceito no mercado consumidor mundial. Para isso, torna-se necessário analisar suas características físicas como porosidade, resistividade ao fluxo de ar e fator estrutural; determinar seu coeficiente de absorção sonora; avaliar suas possíveis formas de aplicação e comparar sua viabilidade com materiais já consolidados no mercado.

A certificação é dada aos produtos elaborados de forma ambientalmente correta. Para isso, são realizados estudos de impacto ambiental que analisam a produção, desde a origem, levando em conta também o tempo de reabsorção pela natureza quando o produto for jogado no lixo.

Diversas empresas utilizam o Selo Verde como elemento de competitividade, declarando a superioridade de um produto em relação ao concorrente. Já os consumidores, utilizam-no como um instrumento para escolher os produtos ecologicamente corretos. No território brasileiro, o Selo Verde também é uma forma de favorecer a exportação de produtos nacionais, que podem ter certificação ambiental sem a necessidade de contratar consultorias estrangeiras.

Sendo assim, é fundamental que no Brasil, um país com condições climáticas extremamente favoráveis à agricultura, solos férteis e abundantes, deva-se aproveitar a oportunidade de promover o desenvolvimento econômico e social auto-sustentado, por meio de incentivo a projetos cuja matéria-prima utilize produtos de origem vegetal, agregando valor a esses produtos. Pequenas e médias propriedades rurais podem participar de atividades cooperativas, fornecendo insumos vegetais para matérias-primas industriais nas entressafras de produtos alimentícios.

É preciso considerar também o custo ambiental da disposição final de produtos convencionais quando comparados a materiais que utilizam fibras vegetais como um de seus componentes e pesar os benefícios sociais que o uso desses materiais acarreta. O desenvolvimento auto-sustentado, relacionado ao equilíbrio dos ciclos biológicos, tem como principal preocupação, não retirar da natureza mais do que ela seja capaz de produzir, o que aponta à produção agrícola e ao extrativismo não-predatório.

Juta, sisal, fibras de coco, abacaxi, *rami*, cânhamo, fibra de madeira, bagaço de cana e várias outras fibras celulósicas são exemplos de produtos naturais que têm sido utilizados como matérias-primas para compor materiais novos. Além de estarem enquadradas nos ciclos ecológicos, apresentam um grande potencial comercial (BLEDZKI, 1999).

Por isso o interesse desta pesquisa no estudo pioneiro sobre a potencialidade da *luffa cylindrica* para fins acústicos, uma vez que se trata de uma planta nativa de clima tropical, abundante no território brasileiro, caracterizada como um material natural, orgânico, renovável, não poluente, de fácil produção e baixo custo.

O fruto da *Luffa cylindrica* é ao mesmo tempo poroso e fibroso, com fibras finas, resistentes e elásticas. Apresenta um núcleo com estrutura semelhante a um material do tipo colméia, circundado por um emaranhado de fibras dispostas em um arranjo multidirecional. Além da manta externa, o núcleo e as fibras soltas podem compor materiais com propriedades peculiares (BOYNARD, 1998).

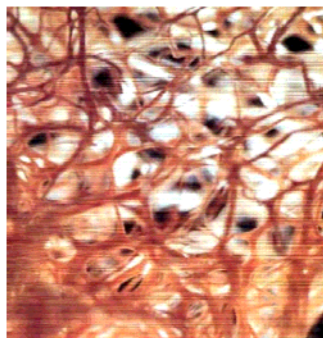


Figura 4: *Luffa cylindrica* / lente de aumento. Fonte: www.preisglocke.de (setembro/2005).

3. METODOLOGIA E MATERIAL

3.1 Amostras

As amostras testadas são compostas por esponjas naturais, sem casca e sem sementes; recortadas em seção transversal, em forma cilíndrica, com um diâmetro médio de 3,5 cm e espessura média de 1,7 cm. Na Figura 5 são apresentadas fotos do material para testes e também de amostras já recortadas para inserção no tubo de impedância.

3.2. Equipamentos

O sistema de medição foi projetado visando a determinação do coeficiente de absorção de materiais acústicos através da técnica de um microfone. A bancada de ensaio montada para executar as medições é composta por um gerador de sinais, um amplificador de sinais, um amplificador de microfone, um analisador de espectro, uma caixa acústica com o falante, um tubo de ondas estacionárias, com os pontos de acesso para o microfone, um microfone e a terminação, na qual é colocada a amostra a ser avaliada.



A) – Material para testes



B) - Amostras recortadas para medições no tubo de impedância

Figura 5: *Luffa cylindrica* / Material para testes e amostras recortadas. Fotos: Ethel Caires (julho/2005)

Foram utilizados os seguintes equipamentos para geração e medição dos sinais:

- a) - Gerador de sinais: *Sine/Noise Generator Type 1049; Brüel&Kjaer*
Ajustes: 2 Hz – 20.000 Hz / 250 mV / sinal contínuo / ruído branco
- b) - Amplificador de Sinais: *Power Amplifier Type 2712; Brüel&Kjaer*
Ajustes: Corrente 2 A – 3 A / impedância: 10 W / ganho: 3
- c) - Amplificador de Microfone: *Conditioning Amplifier NEXUS ; Brüel&Kjaer*
Ajustes: 20 Hz – 10.000 Hz (100 mV/Pa – 1V/Pa)
- d) - Analisador de Sinais: *Spectral Dynamics SD 380 Signal Analyser; Scientific-Atlanta*,
Ajustes: AVG 100 / frequência 10.000 Hz / 800 linhas
Canal AB / GRP TF / TF & COH / overlap 25%
Canal A 0.5V / Canal B 1V / int. rep. trig

A Figura 6 apresenta fotos dos equipamentos utilizados.



A) - Gerador de sinais: *Sine/Noise Generator Type 1049; Brüel&Kjaer*



B) - Amplificador de Sinais: *Power Amplifier Type 2712; Brüel&Kjaer*



C) - Amplificador de Microfone: *Conditioning Amplifier NEXUS; Brüel&Kjaer*



D) - Analisador de Sinais: *Spectral Dynamics SD 380 Signal Analyser; Scientific-Atlanta*,

Figura 6: Fotos dos equipamentos utilizados. Foto: Ethel Caires. (julho/2005)

3.2.1. Tubo de Impedância

A Figura 7 apresenta uma foto do tubo de impedância construído pelo LVA – Laboratório de Vibrações e Acústica da UFU/FEMEC.

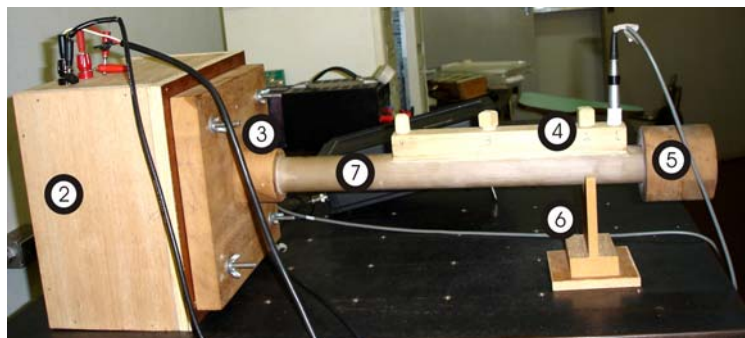


Figura 7: Tubo de impedância. Foto: Ethel Caires. (julho/2005).

Onde os números na foto são:

- 1) Alto-falante (dentro da caixa acústica); 2) Caixa acústica;
- 3) Conexão entre o tubo e a caixa acústica; 4) Fixação do microfone;
- 5) Porta amostra; 6) Apoio; 7) Tubo. (comprimento = 25 cm / diâmetro = 4 cm)

3.2.3. Metodologia dos Ensaios:

Para determinar o coeficiente de absorção da amostra, mede-se a razão entre a pressão sonora máxima e mínima (BERANEK, 1988). Porém, neste trabalho foi utilizada a técnica da função de transferência para um simples microfone, veja SALVO (2005).

Foram testadas ao todo, nove amostras distintas, divididas em três grupos, sendo que cada conjunto de três amostras pertencia a uma mesma bucha que posteriormente foi recortada. Cada amostra foi medida quatro vezes, uma medida para cada posicionamento diferente do microfone.

4- RESULTADOS

A possibilidade de se substituir um material sintético por um material natural, já é incentivo suficiente para continuar desenvolvendo pesquisas que visem produtos menos poluentes e direcionando a preservação do meio ambiente.

Até a presente data ainda não possuímos resultados medidos com a esponja *in natura* da *Luffa cylindrica*, porém até a época da apresentação do trabalho os autores já deverão ter realizado experimentos das medições do coeficiente de absorção acústica em função da frequência.

Ale do coeficiente de absorção os autores esperam conseguir medir outras características físicas da *Luffa cylindrica*, tais como: resistência ao fluxo de ar, porosidade e fator estrutural, além de verificar diferentes montagens de absorvedores constituído com a *Luffa* em camadas com colchão de ar.

5- BIBLIOGRAFIA

- BERANEK, L. L. Acoustic Measurements, American Institute of Physics. Cambridge, 1988.
- BLEDZKI, A. K. Composites Reinforced with Cellulose based Fibers. Progress Polymers. Science. Elsevier Sci., v.24, p.221-272, 1999.
- BOYNARD, C. A and D'Almeida, J. R. M., Evaluation of Towel Gourd as reinforcement in composite materials, in: II International Symposium of Natural Polymers and Composites, p. 99-101, Águas de São Pedro, SP. Brasil 1998.
- COORÊA, M. P., Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Vol 1. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional. 1978.

- GERGES, Samir N. Y., Ruído Fundamentos e Controle, Editora NR, 2ª Edição. Florianópolis, SC, Brasil, p. 313-315, 2000.
- INFORMMA Ano II, Nº 19, 06/04/2000 - Página na internet:
<http://www.mma.gov.br/ascom/imprensa/abril2000/informma19.html#1>
- MEDINA, J. C. Plantas Fibrosas da Flora Mundial, Instituto Agronômico de Campinas, SP, Brasil, p. 787-792. 1959.
- SALVO, R. V., MAIRINK, M. T. F., OLIVEIRA, E. C, e TEODORO, E. B., Construção de um tubo de impedância. 15º POSMEC – Simpósio do programa de pós-graduação em engenharia mecânica da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia. 07 a 09 de dezembro, Uberlândia – MG. 2005.

EVALUATION OF LUFFA CYLINDRICA'S ACOUSTIC PERFORMANCE USING THE IMPEDANCE TUBE

Ethel Caires de Oliveira

UFU - Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica, Av. João Naves de Ávila, 2160, CEP: 38400-902, Bloco 1M, Campus Santa Mônica, Uberlândia - MG
ethelcaires2003@yahoo.com.br

Elias Bitencourt Teodoro, PhD

teodoro@mecanica.ufu.br

Abstract: *The search for new natural materials with acoustic qualities, first tested in laboratory and then put into practice, is necessary to the development of new products, more accessible and with less environmental impact. The objective of the present work is to measure the acoustic absorption coefficient of the Luffa cylindrica in laboratory, using an impedance tube and to verify its potential as an acoustic absorbent.*

Keywords: *Luffa cylindrica, acoustic absorption coefficient, impedance tube.*