

DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE ABSORÇÃO SONORA DE AMOSTRAS CONSTITUÍDAS POR DIFERENTES TIPOS DE FIBRA DE COCO ATRAVÉS DE UM TUBO DE IMPEDÂNCIA

Izabella Valentim Albuquerque¹
Renata Carolina Fonseca Chaves¹
Warlen Librelon de Oliveira¹
Letícia Oliveira Silva²
Pollyanna Marques de Souza²
Alexandre Alex Barbosa Xavier³

Resumo: A fibra de coco é um resíduo muito comum no Brasil e já encontra utilizações em diferentes áreas. Este trabalho avaliou a eficiência dessa fibra na absorção sonora para posterior uso em painéis acústicos de baixo custo. Amostras com diferentes tipos de fibra de coco foram confeccionadas e através de um sistema de medição, utilizando um tubo de impedância, os seus coeficientes de absorção foram determinados. Os resultados obtidos mostraram o bom desempenho do material quando comparados aos dados de uma placa acústica tradicional vendida no mercado.

Palavras-chave: fibra de coco, tubo de impedância, painel acústico.

Abstract: The coconut fiber is a common residue in Brazil and it can be used in many ways. The present research describes a manufacturing process of acoustics samples based on coconut fiber and an experimental determination of their absorption coefficient using a Kundt tube. The research results showed samples behavior was as good as the behavior of a traditional acoustical panel available in the market.

Keywords: coconut fiber, Kundt tube, acoustic panel

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico traz consigo facilidades e consequentes prejuízos aos recursos naturais. Na busca de equilíbrio, novas tecnologias que empregam o reaproveitamento de materiais colaboram para minimizar tais impactos.

Neste trabalho propõem-se a utilização da fibra de coco na produção de painéis, uma forma de proporcionar conforto acústico em ambientes com alto índice de ruídos e reaproveitar um resíduo sólido.

O aumento do consumo de água de coco tem gerado aproximadamente 6,7 milhões de toneladas de casca por ano. Cerca de 15% do produto é utilizado para o consumo, ou seja, 85% do material é descartado no meio ambiente (MACHADO, 2009). O coco é um material de difícil degradação, levando oito anos para se decompor inteiramente quando lançado ao solo, além de ser um vetor de foco e proliferação de doenças. Outro fator agravante é a produção de metano no processo de decomposição da fibra de coco. Esse gás é lançado na atmosfera sendo um dos responsáveis pelo aquecimento global, através do efeito estufa.

É de suma importância encontrar uma forma de agregar valor aos resíduos do coco, com fim econômico e tecnológico, reduzindo os impactos negativos ao meio ambiente, além de proporcionar emprego e renda.

A fibra de coco pode ser utilizada para o controle acústico de ambientes, graças a sua estrutura porosa e fibrosa. Várias pesquisas mostram que a fibra de coco pode ser utilizada para o isolamento acústico devido a absorção de baixas frequências, apresentando bons resultados dificilmente alcançados por outros materiais (SALVADOR, 2001).

A qualidade acústica de ambientes fechados depende de vários aspectos para atingir níveis de excelência, dentre os quais a forma geométrica, reflexão, absorção e transmissão do som sobre as paredes. Assim, painéis acústicos confeccionados a partir da fibra de coco podem atender às exigências técnicas quanto ao controle da qualidade acústica em interiores, equiparando-se aos materiais disponíveis no mercado e com baixo custo para sua aquisição.

Este trabalho, atentando para o potencial dessa fibra, objetivou desenvolver um processo de confecção de um material acústico baseado na fibra de coco e posterior investigação de suas características quanto a sua absorção sonora.

CONFEÇÃO DAS AMOSTRAS DE MATERIAL ACÚSTICO

Foram produzidos dois tipos de amostras para realização dos testes acústicos neste trabalho. Essas amostras foram resultantes da mistura de uma resina natural a dois tipos de fibras diferentes: a fibra de coco triturada (AMOSTRA TIPO 1) e a fibra de coco em fios (AMOSTRA TIPO 2).

A fibra de coco triturada foi adquirida como resíduo da produção de coco da Fazenda Domus, situada no município de Curvelo-MG. O processo de obtenção dessa fibra se dá após a secagem completa do coco. O mesmo é inserido em um triturador, obtendo-se a fibra como produto final que é utilizada nesta pesquisa. A fibra de coco em fios foi adquirida em um supermercado para construção, situado no município de Belo Horizonte e foi incluída na investigação por possuir uma geometria diferente, apesar de seu custo maior.

A utilização de diferentes tipos de fibras foi importante para identificar qual tipo de se adequaria melhor à constituição de um painel acústico.

Fibra de Coco

A fibra de coco é uma fibra multicelular pertencente à família das fibras duras e é constituída principalmente por celulose e lenho, (BASTOS, 2007).

Tabela 1: Composição química da fibra do coco verde.

Componentes	Percentual
Celulose	43,44%
Lignina	45,84%
Solúveis em água	5,25%
Pectina	3%
Resíduo Mineral	2,22%
Hemicelulose	0,25%

Fonte: Revista Poematec, 2003.

Faça à sua constituição, a fibra de coco possui alta resistência mecânica, durabilidade e resiliência. É uma fibra versátil e se torna propícia para os mercados de isolamento térmico e acústico. (SALVADOR, 2001).

Sob forma de painéis, a fibra de coco apresenta como características técnicas, a resistência à umidade, não é atacada por roedores, não apodrece, não produz fungos, é inodora e possui comportamento ao fogo classe B2 (MAFRA, 2004).

Tabela 2: Valores médios das principais propriedades da fibra de coco verde

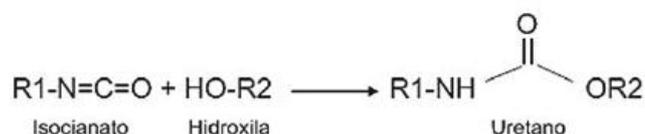
Propriedades	Valores
pH	5,4
Condutividade elétrica	1,8 dS/m
Relação C/N	132
Densidade	70g/L
Porosidade Total	95,60%
Retenção de água	538mL/L
Água facilmente assimilável	19,80%
Percentagem de lignina	35 a 45%
Percentagem de celulose	23 a 43%
Percentagem de hemicelulose	3 a 12%

Fonte: Aragão e outros, 2006.

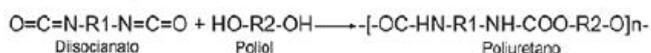
Resina

A resina que foi utilizada é uma poliuretana, polímero obtido a partir da reação entre duas substâncias químicas: um polioli e um isocianato.

O poliuretano (PU) é composto patenteado em 1937, pela atual companhia Bayer AG de Leverkusen (Alemanha). Em 1849, Wurtz divulgou a síntese em laboratório de uma substância que denominou uretano (ou uretana), sendo este o produto da reação química entre um grupo isocianato e outra substância com o grupo hidroxila. Um exemplo dessa síntese pode ser observado na Figura 1.

**Figura 1: - reação para obtenção de um uretano**

A polimerização dos uretanos ocorre quando se reage uma substância – com dois ou mais isocianatos – com um álcool polifuncional, ou seja, um polioli como pode ser observado na equação química constante na Figura 2 (CANGEMI, 2009).

**Figura 2: Reação de síntese de um poliuretano**

Foi utilizada uma resina que é de origem vegetal, possui menor nível de toxicidade e, portanto é ecologicamente correta, de acordo com o fabricante. Substância ligante para ambas as fibras, essa resina tem como base óleos vegetais naturais, quase nula em emissão de odores, sendo uma alternativa encontrada pelo grupo às resinas de poliéster.

Processo de Produção das amostras

Para obtenção das amostras, foram pesadas diferentes quantidades de fibra, triturada e em fios. Para cada quantidade de fibra, utilizou-se a menor quantidade de resina

possível, para que esta cumprisse a finalidade de substância ligante e não interferisse nas medições.

A resina, preparada na proporção de 3:2 de Componente A (Óleos naturais modificados); e Componente B (Reagente) foi misturada e aplicada sobre a massa de fibra confinada dentro de fôrmas.

Em seguida, cada amostra foi prensada sob força de 15 kN em uma prensa manual e colocada para secar por três horas, para então ser desmoldada.

Através desse procedimento, foram obtidas diferentes amostras para cada tipo de fibra, contendo diferente quantidade de massa, de resina, densidade e espessura.

Ao longo do trabalho, este processo de produção de amostras foi repetido exaustivamente. As primeiras amostras ao serem desmoldadas, apresentavam a maior parte da resina concentrada em sua base e, em várias delas, a fibra se desprendia do formato proposto, como pode ser observado nas figuras.

**Figura 3 Amostra confeccionada com fibra triturada (Tipo 1)****Figura 4- Amostras confeccionadas com fibra em fios (Tipo 2)**

Foram desenvolvidas várias amostras com o objetivo de aperfeiçoar o processo de produção, mantendo a homogeneidade da mistura. As amostras que foram selecionadas para os testes de absorção de ruídos atenderam os parâmetros de acordo com a tabela abaixo.

Tabela 3: Amostra Tipo 1

Amostra	Massa(g)	Espessura(mm)	Volume(m ³)	Densidade(kg/m ³)
H4	31	10	0,07	437
H5	53	19	0,13	393
H9	77	15	0,11	724

Tabela 4: Amostra Tipo 2

Amostra	Massa(g)	Espessura(mm)	Volume(m ³)	Densidade(kg/m ³)
G1	51	20	0,14	359
G2	86	32	0,23	379
G3	86	36	0,25	337

MEDIÇÃO DO COEFICIENTE DE ABSORÇÃO SONORA

Tubo de Impedância

O tubo de impedância ou tubo de onda estacionária é um equipamento que possibilita definir o coeficiente de absorção acústica dos materiais. Neste trabalho utilizou-se o tubo de impedância, padronizado pela Norma ISO 10534-1, como método para ensaios com amostras de fibra de coco, para a definição de suas propriedades fono-absorventes.

De maneira geral, o tubo de impedância consiste na montagem da amostra do material a ser avaliado em uma das extremidades do tubo, enquanto que na extremidade oposta é emitida uma onda sonora plana, através de um gerador de sinal ligado a um alto-falante, de modo a produzir dentro do tubo uma onda estacionária. Essa onda estacionária dentro do tubo tem formação a partir da sobreposição da onda sonora emitida pelo alto-falante, com a onda sonora refletida na amostra a ser estudada.

As vantagens do tubo de impedância consistem no baixo custo associado à necessidade de poucos equipamentos para montá-lo e seus resultados confiáveis. Portanto, há vários trabalhos de pesquisa que utilizam esse método para caracterização de materiais acústicos (MOREIRA, 2009; MARTINS, 2008; MARTINS, 2007; SALVO et al, 2005).

MÉTODOS MATEMÁTICOS APLICADOS AO TUBO DE IMPEDÂNCIA

Serão desenvolvidos neste item os fundamentos matemáticos, presentes na norma técnica ISO 10534-2, utilizados no cálculo do coeficiente de absorção acústica e frequências de trabalho para um tubo de ondas estacionárias.

CÁLCULO DO COEFICIENTE DE ABSORÇÃO

A pressão total no interior do tubo é

$$P = P_i + P_r = Ae^{i(\omega t + kx)} + Be^{i(\omega t - kx)}$$

Onde A é a amplitude da pressão da onda incidente (P_i); B é a amplitude da pressão da onda refletida (P_r); k é o número de onda; x é a posição no tubo em relação à

sua extremidade fechada.

Para as posições x₁ e x₂, tem-se:

$$P_1 = Ae^{i(\omega t + kx_1)} + Be^{i(\omega t - kx_1)}$$

$$P_2 = Ae^{i(\omega t + kx_2)} + Be^{i(\omega t - kx_2)}$$

A função de resposta em frequência ou função de transferência entre os sinais obtidos nas posições é dada por:

$$H_{12} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{Ae^{i(kx_2)} + Be^{-i(kx_2)}}{Ae^{i(kx_1)} + Be^{-i(kx_1)}}$$

Dividindo o numerador e o denominador pela amplitude A, pode-se obter a expressão do módulo da razão das amplitudes, conforme a seguinte Equação:

$$\left| \frac{B}{A} \right| = \left| \frac{H_{12} - e^{-iks}}{e^{-iks} - H_{12}} \right|$$

O coeficiente de reflexão acústica pode ser expresso como a relação entre a pressão sonora da onda refletida (P_r) e a pressão sonora da onda incidente (P_i). Assim, é possível demonstrar que o coeficiente de absorção acústica pode ser encontrado por:

$$\alpha_R = \left| \frac{P_r^2}{P_i^2} \right| = \left| \frac{B^2}{A^2} \right|$$

$$\alpha = 1 - \left| \frac{H_{12} - e^{-iks}}{e^{-iks} - H_{12}} \right|^2$$

Uma vez definida a distância entre as duas posições de medição, dada por s, é possível determinar a função de resposta em frequência, H₁₂. A função de transferência é, dada por:

$$H_{12} = H_{1Q}H_{Q2}$$

Onde Q é o sinal do gerador responsável pelo campo acústico no interior do tubo; H_{1Q} é a função de transferência entre o sinal do microfone na posição 1 e o sinal do gerador; H_{Q2} é a função de transferência entre o sinal do gerador e o sinal do microfone na posição 2.

O processo é considerado como estacionário, logo não é necessário calcular e simultaneamente as funções de transferência. Portanto, um único microfone poderá ser utilizado para medir, sequencialmente, a pressão nas posições 1 e 2.

CÁLCULO DA FREQUÊNCIA DE CORTE DO TUBO DE IMPEDÂNCIA

As medições serão válidas somente para a faixa de frequência na qual só existam ondas planas no interior do tubo. Acima desta frequência as ondas não podem ser consideradas, pois não são somente ondas planas se propagando. Em um tubo uniforme de seção transversal circular, a menor frequência de corte é dada por:

$$f_c = \frac{1,84c}{\pi d}$$

Onde f_c é a frequência de corte, c é a velocidade do som e d é o diâmetro interno do tubo.

CÁLCULO DA FREQUÊNCIA MÁXIMA E MÍNIMA

O espaçamento entre as posições de microfone define a faixa de frequência na qual as medições terão precisão aceitável. Pode-se determinar as frequências mínima e máxima da faixa recomendada para uso em função da distância entre as posições do microfone adotadas.

$$\frac{0,1}{2s} < \text{faixa aceitável} < \frac{0,8c}{2s}$$

CÁLCULO DA FREQUÊNCIA IDEAL

Pode-se determinar a frequência ideal de trabalho (f_i), em torno da qual espera-se que a curva apresente a menor variância. O valor é dado por:

$$f_i = \frac{0,5c}{2s} = \frac{c}{4s}$$

Construção do tubo de impedância

De acordo com a norma ISO 10534-2, a metodologia de ensaio para avaliação de absorção acústica se fez através do tubo de impedância construído com material rígido que tenha o mínimo de absorção e transmissão pelas paredes. O PVC (Policloreto de vinila) foi escolhido como material para confecção do tubo de impedância, com diversas espessuras e diâmetros para obter inúmeras combinações de análises e assim conseguir um melhor resultado comparativo.

Foi confeccionado um sistema para definição da absorção sonora das amostras de fibra de coco, de acordo com a figura 3 com base nos experimentos de Moreira (2009) e Martins (2007; 2008).

Foram adquiridos três tubos de PVC, sendo: 40, 50, 60 mm de diâmetro e 2 mm, 3 mm e 3 mm de espessura respectivamente. Foi construído uma caixa em madeira com revestimento em lã de vidro para adaptação do alto-falante, que foi instalado em uma das extremidades do tubo de impedância.

Foram feitos orifícios em diferentes posições que distam 10 cm, um do outro, ao longo do tubo, cobrindo diferentes faixas de frequência.

Utilizou-se um microfone para captação da pressão acústica da onda estacionária inserindo-o no tubo. Optou-se por apenas um microfone, para garantir que não houvesse defasagem na captação da onda, bem como minimizar os custos do projeto.

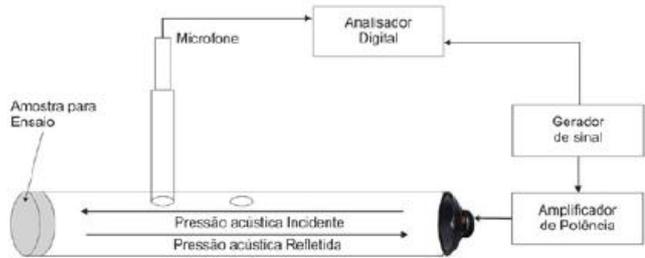


Figura 5 - Sistema para definição de absorção sonora

Tabela 5- Equipamentos do Sistema de Medição

Equipamento	Marca
Microfone de medição acústica	Bheringer ECM8000
Mixer/ Pré Amplificador	Bheringer Xenyx 302 USB
Software de Análise Sonora	Smaart 8.0
Computador	Acer Aspire One

Tabela 6- Tubos de Impedância Confeccionados

Tubo	Freq. Min. (Hz)	Freq. Max. (Hz)	Freq. Otim. (Hz)
40 mm	214	1629	1072
50 mm	114	1029	572
60 mm	50	454	252

Metodologia de Ensaio

Com o sistema construído, o procedimento de ensaio iniciou acoplando uma amostra à extremidade aberta do tubo através de um porta-amostra.

O microfone foi colocado em um dos orifícios, realizados na construção do tubo, para captar o ruído branco emitido pelo alto-falante.

O ruído branco é produzido ao combinar sons de todas as frequências sonoras, utilizando o próprio software de análise dos sinais. É importante ressaltar que o outro orifício permaneceu fechado.

O som emitido pelo alto-falante percorre a extensão do tubo e chega até a amostra, onde ocorre a absorção do ruído e retorna com outra pressão. O microfone localizado em uma posição no tubo capta a pressão resultante da combinação da onda incidente e refletida e envia ao software analisador. Com isso teremos um único registro de sinal que constitui a combinação das duas pressões num determinado ponto do tubo. De acordo com a norma, a obtenção dos dados para fins de utilização no cálculo do coeficiente de absorção deve ser realizada após 10 minutos que é o tempo necessário para a estabilização do sinal.

Esse procedimento foi repetido para a outra posição do microfone. Os dados obtidos para as duas posições através do software analisador, são exportados para uma planilha onde são determinados os coeficientes de absorção e gerados os gráficos para cada amostra em teste.

Os coeficientes de absorção " α ", que variam de 0 a 1, foram medidos nos intervalos de frequências de 50 a 1929 Hz conforme a limitação das dimensões dos tubos e suas seções transversais.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Amostras Analisadas

Analisaram-se três amostras de dois grupos distintos com densidades e espessuras diferentes. Um grupo de amostras Tipo 1 e outro denominado amostras Tipo 2.

Cada amostra foi registrada com uma identificação. Apesar de utilizado a mesma metodologia para confecção, foram obtidas amostras com diferentes características físicas.

Tabela 7 - Identificação das amostras



Figura 6 - Imagem da amostra H4.



Figura 7 - Imagem da amostra H5.



Figura 8 - Imagem da amostra H9.



Figura 9 - Imagem da amostra G1.



Figura 10 - Imagem da amostra G2.



Figura 11 - Imagem da amostra G3.

Descrição dos resultados

TUBO DE DIÂMETRO DE 40 MM COM FREQUÊNCIA ÓTIMA DE 1072 HZ - AMOSTRA TIPO 1.

De acordo com a figura 12, obtida com a utilização do tubo de 40 mm, as amostras H4 e H5 exibiram uma absorção mais acentuada que a amostra H9. O índice de absorção na frequência ótima para essas amostras chegou a 35% ($\alpha = 0,35$) para H4 e H5, enquanto que para H9 o índice de absorção ficou estável em 13% ($\alpha = 0,13$).

Esse comportamento se justifica em virtude da significativa diferença entre as densidades de H4 e H5 em relação à densidade de H9 (tabela 5). Essa diferença no coeficiente de absorção foi obtida também em outros estudos realizados e citados anteriormente.

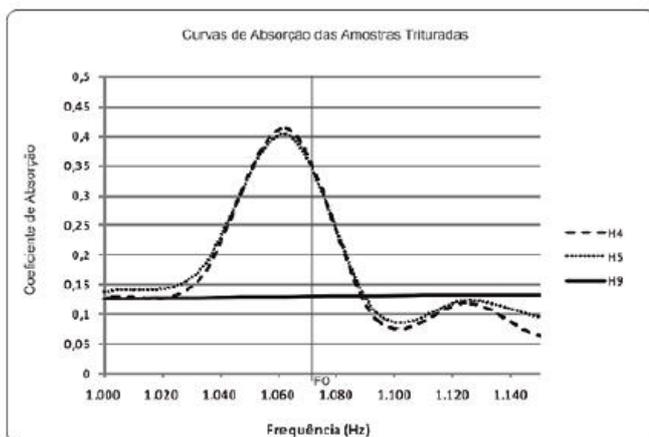


Figura 12- Coeficiente de absorção sonora da Amostra Tipo 1. Frequência Ótima (FO): 1072 Hz

TUBO DE DIÂMETRO DE 50 MM COM FREQUÊNCIA ÓTIMA DE 572 HZ - AMOSTRA TIPO 1.

O gráfico resultante dos dados obtidos utilizando o tubo 50 mm, figura 13 indica um comportamento muito semelhante entre as amostras. Os índices de absorção para as amostras chegaram a 12% ($\alpha = 0,12$) na frequência ótima. Neste sentido, a diferença entre as densidades e espessuras não foi relevante, indicando que para frequências mais baixas, a absorção sonora pelas fibras é muito reduzida. Resultado esse, obtido também em outras pesquisas já referenciadas.

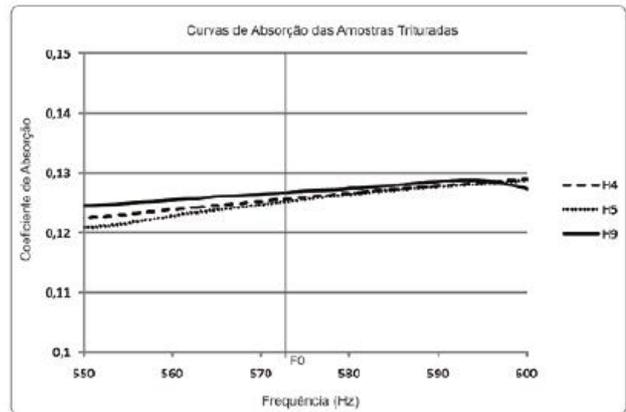


Figura 13- Coeficiente de absorção sonora da Amostra Tipo 1. Frequência Ótima (FO): 572 Hz

TUBO DE DIÂMETRO DE 60 MM COM FREQUÊNCIA ÓTIMA DE 252 HZ - AMOSTRA TIPO 1.

O gráfico representado pela figura 14, assim como o anterior, exibe um comportamento semelhante entre as amostras. Apesar das oscilações percebidas, o índice de absorção sonora é pouco alterado e atinge na frequência ótima 13,4% ($\alpha = 0,134$). Não há, assim como para o tubo de 50 mm, uma influência das densidades ou espessuras no valor calculado para o coeficiente de absorção.

Observou-se que as amostras de fibra em fios, tiveram eficiência abaixo de 20% de absorção sonora ($\alpha < 0,20$). Não foi identificada nenhuma relação entre as densidades e espessuras das amostras com os índices de absorção.

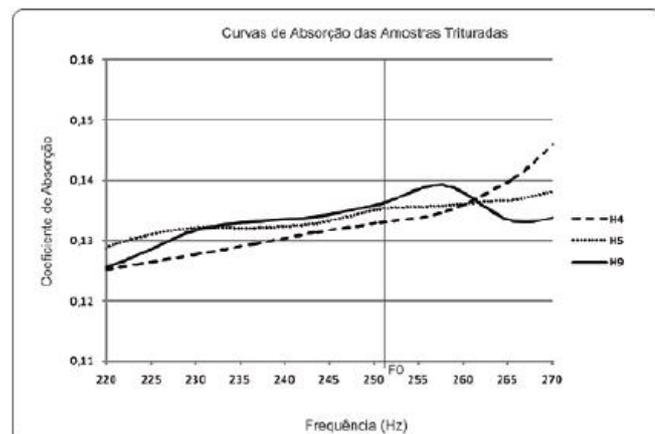


Figura 14- Coeficiente de absorção sonora da Amostra Tipo 1. Frequência Ótima (FO): 252 Hz

TUBO DE DIÂMETRO DE 40 MM COM FREQUÊNCIA ÓTIMA DE 1072 HZ - AMOSTRA TIPO 2.

De acordo com o gráfico, a amostra G2, apresentou maior irregularidade na absorção, porém, a média dos valores obtidos ficou próxima da média das demais amostras ($\alpha = 0,11$) que apresentaram um comportamento constan-

te ao longo de toda faixa de frequência investigada. A variação da espessura das amostras não interferiu no desempenho, sendo esperado que a densidade pouco interferisse visto serem valores muito próximos dentro desse grupo de amostras.

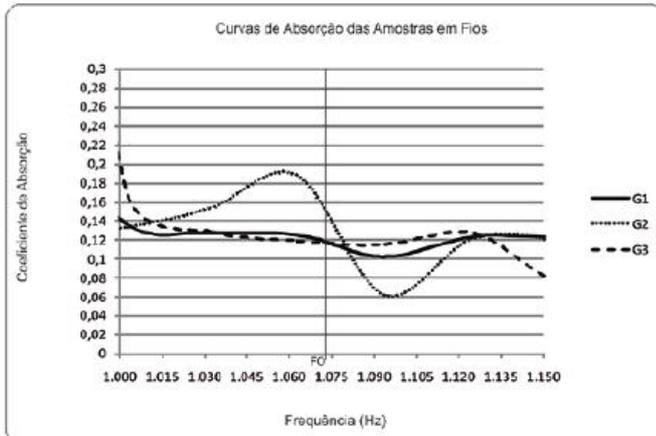


Figura 15- Coeficiente de absorção sonora da Amostra Tipo 2. Frequência Ótima (FO): 1072 Hz

TUBO DE DIÂMETRO DE 50 MM COM FREQUÊNCIA ÓTIMA DE 572 HZ - AMOSTRA TIPO 2.

Os dados exibidos no gráfico apontam que os valores do coeficiente de absorção das amostras atingem valores próximos ($\alpha = 0,11$), principalmente na frequência ótima de absorção, mesmo que o comportamento da amostra G3 tenha oscilado para essa faixa de frequência.

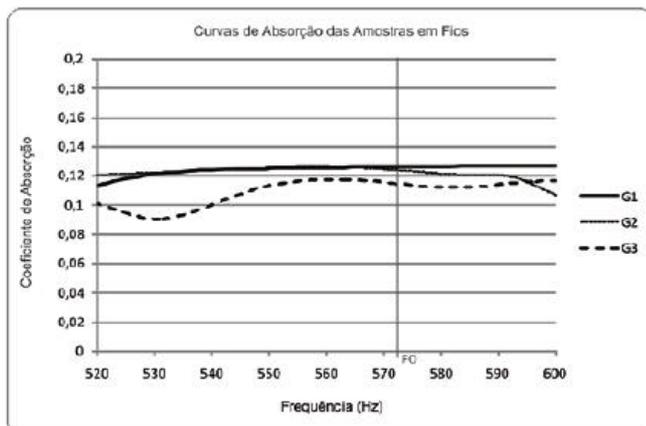


Figura 16- Coeficiente de absorção sonora da Amostra Tipo 2. Frequência Ótima (FO): 572 Hz

TUBO DE DIÂMETRO DE 60 MM COM FREQUÊNCIA ÓTIMA DE 252 HZ - AMOSTRA TIPO 2.

As amostras desse grupo tiveram comportamento semelhante, atingindo um índice baixo de absorção ($a = 0,11$) assim como para as faixas de frequência anteriores. As amostras apresentaram desempenho constante, apontando mais uma vez para irrelevância da espessura na dife-

renciação do índice de absorção.

Os dados obtidos mostram que as amostras Tipo I apresentaram um desempenho melhor que as amostras do Tipo II. As amostras dos dois tipos, para frequências mais baixas, exibiram uma absorção sonora semelhante. No entanto, para frequências mais altas dentro da faixa estudada, as amostras do Tipo I se destacaram positivamente, enquanto as amostras do Tipo II mantiveram seu comportamento de uma baixa absorção em todas as frequências investigadas.

Assim como em outras investigações (VIEIRA, 2008; MAFRA, 2005) realizadas, a comparação do grupo de amostras de melhor desempenho (TIPO I) em relação ao painel de absorção acústico comercial SONEX evidencia o potencial acústico desse grupo.

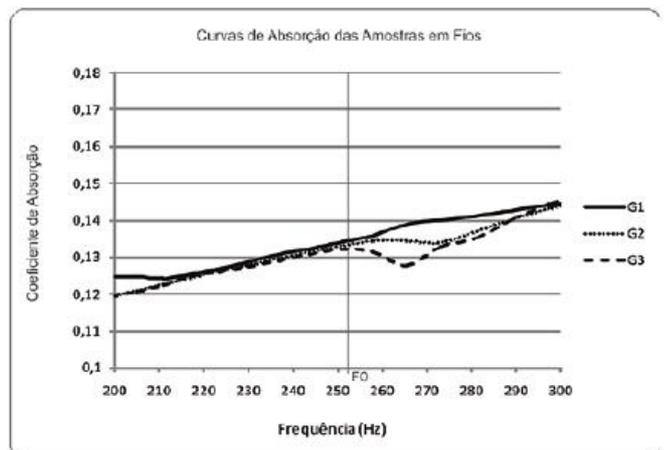


Figura 17- Coeficiente de absorção sonora da Amostra Tipo 2. Frequência Ótima (FO): 252 Hz

As amostras H4 e H5 atingiram um valor superior ao valor experimental para uma placa SONEX e um pouco menor que o valor informado pela empresa produtora da placa.

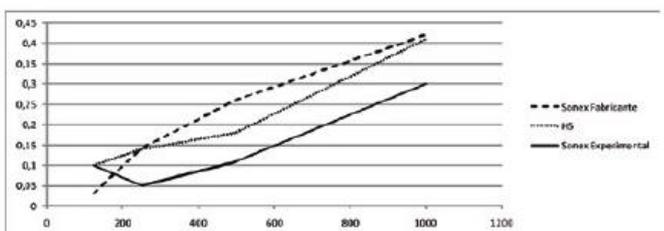


Figura 18- Comparação entre SONEX Experimental, SONEX Fabricante e Amostra H5

Os dados apresentados na figura 18, foram baseados no trabalho de Guedes (2007) e apontaram os valores de absorção obtidos experimentalmente para o painel SONEX. Comparando-se o desempenho acústico das amostras testadas, tanto obtiveram resultados a partir das curvas de absorção sonora nos gráficos, apontando que em relação ao painel SONEX, o produto desenvolvido de fibra de coco, apresenta característica de absorção sonora superior.

CONCLUSÃO

A fibra de coco é um material de alta absorção sonora, por isso a importância de aplicá-la para a confecção de painéis acústicos. Foram confeccionadas amostras por um processo que foi desenvolvido durante a pesquisa. Com o auxílio de um sistema de medição foi realizada a determinação dos coeficientes de absorção obtidos para cada amostra em três tubos diferentes.

Os resultados obtidos na pesquisa mostram claramente que o desempenho das amostras foi determinado pelo seu tipo de fibra e por sua densidade. Aquelas constituídas pela fibra Tipo 1 possuíram um desempenho superior ao desempenho das amostras constituídas pela fibra Tipo 2. As amostras com fibra Tipo 1 obtiveram um grau de absorção que atingiu cerca de 40% ($\alpha = 40$) para determinadas frequências em que as amostras de fibras Tipo 2 tiveram absorção em torno de 12% ($\alpha = 12$). A densidade semelhante entre as amostras, excetuando uma delas (H9), evidencia que essa característica não ocasionou diferenciação entre os grupos H e G, ressaltando assim a correlação entre o tipo de fibra de coco utilizada e o desempenho verificado. No entanto, no grupo H houve uma relevante diferenciação do coeficiente de absorção em virtude da densidade, mostrando que esse fator interferiu quando comparadas amostras de mesmo tipo de fibra.

A partir dos gráficos obtidos para as amostras H4 e H5, concluiu-se que, em determinada faixa de frequência, essas atingiram uma absorção superior aquela já estabelecida para o painel SONEX. Esse resultado reafirma a significativa capacidade de absorção da fibra de coco, corroborada também por outras pesquisas aqui já referenciadas.

Apesar de limitada a uma faixa de frequência que atingiu aproximadamente 1 kHz, os resultados obtidos evidenciaram o potencial da fibra de coco na construção de painéis acústicos, abrindo diversas perspectivas de pesquisa.

Para tanto, faz-se necessário a identificação de um ponto ótimo na relação entre espessura, massa de fibra e massa de resina para a melhoria do coeficiente de absorção sonora e a padronização no processo de produção.

Esses novos horizontes de investigação propiciarão melhor utilização de um recurso abundante como a fibra de coco na tentativa de redução, com baixo custo, de um problema significativo da sociedade contemporânea: o excesso de ruídos nos ambientes urbanos.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Universitário Newton Paiva, à Prof. Cinthia Mara Fonseca Pacheco, à FUNADESP, ao Sr. Zélio Soares Nonato (proprietário da Fazenda Domus), pela grande contribuição prestada para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2006: **Anuário da agricultura brasileira. Coco-da-baía**. São Paulo: FNP, Consultoria e Agroinformativos, 2006. p. 286-292.
- BASTOS, L.P. **Controle de Ruído em Instalações de Grupo Geradores: Um Estudo de Caso**. Universidade Federal do Pará. Belém, 2007.
- BRAUSS, Fredrich Emil. **The chemistry of lignin**. Academic Press INC. New York. 1952. cap 3, 14-23p.
- CANGEMI, J.M; et all. **Poliuretano: Detravesseiros a preservativos, um polímero versátil**. Revista Química Nova na Escola.
- CRISTENSEN, S.H. Pectins. In: GLICKSMAN, Martin (Ed.). **Food Hydrocolloids**. Boca Raton: CRC Press. v.3. p.205-230, 1986. Escola. Vol. 31, N° 3, AGOSTO 2009.
- MACHADO, Kaio Cruz; et Al. **Reaproveitamento tecnológico de residuo orgânico: casca de coco verde na produção de gabinetes ecológicos de computadores**. 2009.
- MAFRA, M. P. A., SOEIRO, N. S., ALVES, E. C., **Determinação e análise comparativa dos coeficientes de absorção de painéis confeccionados a partir da fibra de coco e um painel de uso comercial**. Congresso nacional de estudantes de engenharia mecânica, 7, 2005, Ilha Solteira, São Paulo.
- MARTINS, Gonçalo Veloso de Carvalho Poças. **Caracterização acústica de materiais fonoabsorventes à base de filmes de polímero monocomponentes sobre lâ mineral fibrada**. Porto, fascículo ou numero, p. 30 - 45, fev 2008.
- MOREIRA, Karina Morato Campos. **Avaliação de propriedades fonoabsorventes de materiais para painéis de revestimento**. Belo Horizonte, fascículo ou numero, p. 42, 2009.
- PASSOS, Paulo Roberto de Assis. **Destinação sustentável de cascas de coco verde: Obtenção de telhas e chapas de particuladas**. 2005. 186f. Tese. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- REVISTA ELETRONICA DE VETERINÁRIA - REDVET. **Importância das fibras na alimentação de bovinos**. Revista Veterinária. v08, n02. Fev 2007. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020207/0207.18.pdf>> acesso 20 Maio 2013.
- SALVADOR, SOFIA. **Inovação de produtos ecológicos em cortiça**. Projeto Apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica do instituto superior técnico. Lisboa, Portugal, 2001 Disponível em: 17° CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 15 a 19 de Novembro de 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. 4214<http://www.dem.ist.utl.pt/~m_pta/pdf/SofiaSalvadorProjecto.pdf>. Acesso em: 20/03/2013.
- SOUZA, Remo Magalhães de e DIAS, Carmem Gilda Barroso Tavares. **Desenvolvimento de Painéis Acústicos, confeccionados a partir de fibras de coco, para Controle Acústico de Recintos**. Universidade Federal do Pará – Janeiro de 2004.
- VIEIRA, R. J. A., et al. **Desenvolvimento de painéis confeccionados a partir de fibras de coco para controle acústico de recintos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2008.

NOTAS

- 1-Discentes do curso de Engenharia Ambiental, alunos de Iniciação Científica do Centro Universitário Newton Paiva.
- 2-Discentes do curso de Engenharia Química, alunas de Iniciação Científica do Centro Universitário Newton Paiva.
- 3-Coordenadora da pesquisa, Docente do Centro Universitário Newton Paiva.