



## DESENVOLVIMENTO DE UM ISOLANTE ACÚSTICO A PARTIR DO RESÍDUO DA MADEIRA (SERRAGEM)

### Diego Ataíde Couto de Paula

UFSJ - Universidade Federal de São João del-Rei. Praça Frei Orlando, 170 – Centro. São João del-Rei –  
MG - CEP: 36307-360  
di-depaula@yahoo.com.br

### Rafael Cerqueira lima

rafaelcl\_ufsj@hotmail.com

### Evaldo Khater

khater@ufsj.edu.br.

### Marco Antônio Schiavon

schiavon@ufsj.edu.br

**RESUMO:** *Desenvolvimento de um isolante acústico de custo inferior e de boa qualidade, em relação aos existentes no mercado e alertar sobre os efeitos prejudiciais do ruído em ambientes de trabalho à saúde dos envolvidos nesses. Este estudo é continuação de um anterior que objetivou testar a serragem como isolante acústico, comparando essa a um material disponível no mercado. A serragem obteve excelentes resultados quanto a isolação, porém por se tratar de um material orgânico está sujeita a proliferação de fungos e bactérias e propagação de chama. Tentando solucionar esses problemas, esta pesquisa utiliza compostos químicos (resinas) ou outros materiais misturados a serragem, a fim de moldá-la e conservá-la do ambiente. Todos os testes foram realizados utilizando protótipos de clausura com camadas isolante preenchidas com serragem, onde com um decibelímetro, realizou-se medidas em intervalos de 0,5 metros (m) tendo início em 0,5 m a 4,0 m da fonte emissora de ruído. Até o momento, comprovou-se que utilizando resinas, o resultado quanto a isolação acústica foi satisfatório, porém o custo continua elevado. Na outra composição utilizando cimento o custo é baixo e obteve-se boa isolação, mas não se pode afirmar que a serragem está protegida do ambiente.*

**Palavras-chave:** *ruído, serragem, compostos químicos, isolamento acústico, clausura.*

## 1. INTRODUÇÃO

A exposição contínua ao ruído pode acarretar efeitos adversos ao organismo humano<sup>[1]</sup>, eles podem ser: perda da capacidade auditiva, estresse, falta de concentração, distúrbios no sono, dores de cabeça. Para evitar esses problemas a indústria tem desenvolvido diversos materiais com o coeficiente de isolamento acústico mais eficientes<sup>[2]</sup>.

Na busca de ambientes de trabalho confortáveis acusticamente, em locais onde são executadas atividades que exigem solicitação intelectual e atenção constante, deve-

se respeitar os critérios definidos de níveis de pressão sonora e de reverberação para eliminar as condições adversas à saúde.

Com o desenvolvimento da indústria a partir da Revolução Industrial<sup>[3]</sup> houve a mecanização da produção de bens já existentes, em consequência, aumentando significativamente a produção. Através da implantação de grandes centros de produção com componentes e máquinas industriais muitas vezes com altos níveis de ruído, fez com que os trabalhadores ficassem expostos a esses.

Em vista de melhorar a relação trabalho saúde, os trabalhadores devem ser alertados e protegidos dos efeitos que a exposição contínua ao ruído acarreta. Isso pode vir a ser um fator de risco relevante para acidentes de trabalho. Esses são o maior agravo à saúde dos trabalhadores onde constituem importante problema de saúde pública não apenas em países em desenvolvimento, como também em países desenvolvidos. Diferentemente do que o nome sugere, eles não são eventos acidentais, mas sim fenômenos socialmente determinados e preveníveis<sup>[4]</sup>.

A literatura especializada internacional na década de 70 apontou que trabalhadores expostos ao ruído intenso apresentavam risco três a quatro vezes maiores risco de se acidentarem quando comparados a trabalhadores não expostos. Refere-se também a implantação de Programas de Conservação Auditiva (PCA) abrangendo trabalhadores expostos ao ruído, com o objetivo de prevenção da exposição e do dano auditivo. Além desse propósito, esses programas também diminuem consideravelmente o risco de acidentes<sup>[5]</sup>.

Se perguntar a um indivíduo o que é o som, ele responderá: “Som é tudo aquilo que nós ouvimos”, conforme pesquisa de Davis (1970 apud Russo, 1997)<sup>[6]</sup>. O termo “som” é utilizado para as sensações prazerosas, como música ou fala; mas, para ser percebido, é necessário que esteja dentro de uma faixa de frequência captável pela orelha humana. Esta faixa de audição compreende a área de frequências de 20 a 20.000 Hz. Ele é definido como variação de pressão atmosférica dentro dos limites de amplitude e banda de frequências ao qual a orelha humana responde. É uma modificação de pressão que ocorre em meios elásticos, propagando-se em forma de ondas ou oscilações mecânicas longitudinais e tridimensionais, que produz uma sensação auditiva. Um ruído é apenas um tipo de som, mas um som não é necessariamente um ruído.

Segundo Almeida et al. (1995)<sup>[7]</sup>, em 1978, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)<sup>[8]</sup> definiu ruído como sendo um fenômeno acústico dissonante ou anárquico, aperiódico e indesejável; mistura de sons cujas frequências diferem entre si por valor inferior à discriminação em frequências da orelha. O ruído é uma onda sonora aperiódica e, sendo assim, é muito difícil ou quase impossível prever a forma da onda em um intervalo de tempo, a partir do conhecimento de suas características, durante outro intervalo de tempo de igual duração.

O movimento vibratório de uma onda aperiódica como o ruído ocorre ao acaso, é aleatório e, por esta razão, imprevisível. Pode-se encontrar na História Antiga citações que remetem a receios da humanidade relacionados aos efeitos nocivos da exposição ao ruído. Caius Plinius Secundus, conhecido como Plínio, o Velho, que nasceu em Como em 23 d.C., faz menção, em sua escrita *Naturalis Historia*, ao ensurdecimento das pessoas que viviam próximas às cataratas do Nilo, correlacionando surdez e exposição ao ruído.

O isolamento acústico é um método para reduzir a saída de som de uma determinada fonte, que consiste na instalação de uma estrutura de intervenção. Para proporcionar um bom ambiente de trabalho onde há uma fonte emissora de ruído, pode-se optar pela utilização de uma clausura<sup>[7]</sup> (estrutura formada internamente com material

isolante), assim, impedindo que a onda sonora (ou ruído) passe de um recinto a outro. É o caso em que se deseja impedir que o ruído alcance o homem.

O projeto de pesquisa intitulado: “Desenvolvimento de um Isolante Acústico para Clausura de um Motor Elétrico a partir da Serragem”, que foi desenvolvido no programa do PIIC/UFSJ, iniciado em novembro de 2005 e encerrado em setembro de 2006, foi de grande motivação para este estudo, como pesquisa sequencial, pois, constatou-se a aplicabilidade da serragem como isolante acústico, uma vez que essa foi comparada a um produto disponível no mercado (fibra cerâmica) e apresentou nas medições uma diferença imperceptível para o ouvido humano (sendo 0,3 dBA a maior diferença em um ponto de medição).

Há estudos sobre o fato de a serragem ser empregada em algumas aplicações práticas, podendo até diminuir custos nessas aplicações. Exemplos disso são: este projeto que visou a substituição de um produto convencional pela serragem e um estudo na área de construção civil, que segundo matéria do Jornal da UNICAMP<sup>[9]</sup> mostra que o pesquisador Flávio Pedrosa Dantas Filho ao iniciar sua pesquisa de mestrado na Faculdade de Engenharia Civil transformando resíduos de madeira (pó de serra) em blocos de concreto.

O pó de serra foi utilizado como agregado miúdo em substituição parcial ou total ao agregado miúdo mineral (areia) possibilitando a redução significativa da areia na produção de blocos de concreto para vedação e/ou elementos de enchimento de pré-lajes, comportando-se como um material mais leve e termo isolante, em função da baixa condutividade térmica. Outro benefício da substituição da areia pelo resíduo (pó de serra) foi à acústica dos ambientes. Pesquisadores do Departamento de Arquitetura e Construção mostram que a adição do pó de serra na composição do traço de materiais de acabamento melhora a absorção sonora desses materiais. Os ensaios mostraram que a absorção acústica proporcionada por este material foi muito superior aos dos revestimentos convencionais (alvenaria lisa e cortiça, entre outros).

Buscou-se desenvolver um absorvedor de ruído como produto, utilizando-se a serragem misturada a um tipo de resina ou outros materiais para dar consistência e conservação à mesma, uma vez que, o resíduo da madeira (serragem) é altamente degradável em contato com o ar e umidade. A proposta desse projeto foi desenvolver um produto em forma de painéis absorvedores acústicos e, ao mesmo tempo, com visual decorativo, visando principalmente à redução de gastos e de boa qualidade, em relação aos existentes no mercado, alertar sobre os efeitos prejudiciais do ruído em ambientes de trabalho à saúde das pessoas envolvidas nesses e a construção de uma clausura a princípio para uma caixa de som.

O isolante utilizado foi à serragem, pois segundo pesquisa bibliográfica, essa não era utilizada especificamente como isolante acústico, sendo, portanto uma pesquisa inédita com o propósito de isolamento acústico e é um material de fácil aquisição. Foram desenvolvidos dois protótipos de clausura, sendo em um adicionado a serragem uma resina e no outro cimento.

## **2 – MATERIAIS E MÉTODOS**

O isolamento acústico foi feito em uma caixa de som com a seguinte dimensão (18x10x8) cm sendo respectivamente comprimento, altura e largura, para o isolamento acústico foram construídos dois protótipos de clausura, figura 1 sendo utilizado como material isolante a serragem sendo em um adicionado a serragem uma resina e no outro cimento. Todas as paredes da clausura de ambos os lados ficaram a uma distância de 2 cm da caixa de som. A clausura foi montada no centro geométrico do Laboratório de

Sistemas Dinâmicos (LASID) do DEMEC/UFU que possui uma área de (10x7) m. No primeiro protótipo a resina RemLam M junto ao seu agente de cura Aradur 951 BR foram misturados a serragem (em flocos) na proporção de 10:1 (180 g de RemLam M e 18 g de Aradur 951 BR) afim de se obter 5 placas de espessura de 2 cm totalizando uma área de 0,1m<sup>2</sup>. No segundo protótipo, utilizou-se cimento (1,5 kg) na proporção de 1:3 (em volume) para a serragem (em pó), sendo as placas moldadas nas mesmas especificações das anteriores. Essa estrutura envolve toda caixa de som, através de materiais que fornecem isolamento, a absorção e amortecimento.

Para efeito de comparação dos resultados, as medições foram feitas às distâncias de 0,50 m a 4,0 m (em intervalos de 0,5 m) da fonte emissora de ruído utilizando o decibelímetro modelo DEC-5000 da marca Instrutherm.



Figura 1: (a) Clausura composta de serragem (em pó) e cimento; (b) Clausura composta de serragem (em flocos) e resina.

Seguindo a Norma Brasileira específica para a medição de ruído NBR 7731<sup>[8]</sup> – “Guia para execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação de seus efeitos sobre o homem”. Ela cita que a medição do ruído depende fundamentalmente de 4 aspectos:

- O tipo do problema do ruído – qual a razão do ruído ser um problema;
- A categoria do ruído – em se tratar de ruído contínuo, flutuante ou de impacto;
- A categoria do campo acústico – a existência de superfícies refletoras de som;
- Grau de precisão – a sofisticação das medidas.

Quanto aos métodos de medição propriamente ditos, a Norma cita três:

- Método de Levantamento Acústico – é um simples levantamento do campo acústico usando o medidor com a curva de ponderação em “A” ou “C”;
- Método de Engenharia Acústica – a medição é feita por faixas de frequências. Devem-se usar equipamentos de grande precisão de acordo com as normas internacionais;
- Método Acústico de Precisão – é um método de medida “tão preciso quanto possível”. Deve ser feita análise do ruído por faixas de frequência.

Na presente pesquisa foi empregado o método de levantamento acústico, devido ao instrumento (decibelímetro) disponível no LASID/DEMEC/UFU.

Também há outras normas sobre medições de ruído como a NBR nº 10.151<sup>[8]</sup>, que fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades. Especifica um método para a medição de ruído, a aplicação de correções nos níveis medidos (de acordo com a duração, característica espectral e fator de pico) e uma comparação dos níveis corrigidos, com um critério que leva em conta os vários fatores ambientais. A Norma também estabelece critérios básicos para uso residencial conforme o tipo de zona: zona de hospitais, residencial urbana, centro da cidade e área predominantemente industrial, em ordem decrescente de rigorismo. A norma NBR nº 10.152<sup>[8]</sup> dispõe sobre níveis de ruído para conforto acústico, complementando a NBR nº 10.151.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES:

As placas foram montadas de forma a envolver toda a fonte emissora de ruído formando-se uma clausura e as medições realizadas em intervalos de 0,5 m a partir de 0,5 m até 4,0 m da fonte. Abaixo seguem os valores das medições dos níveis de ruído sem clausura e com os painéis acústicos (com resina e cimento) e em seguida graficamente (sendo os pontos ligados por retas) para melhor facilitar a comparação dos resultados.

Tabela 1: Valores medidos do nível de ruídos versus distância da fonte emissora

Distâncias da fonte emissora de ruído (m)	Níveis de ruído (dBA)				
	Sem clausura	Painel Acústico (resina)	Painel Acústico (cimento)	Diferença entre sem clausura e Painel Acústico (resina)	Diferença entre sem clausura e Painel Acústico (resina)
0,50	96,5	83,0	86,6	13,5	9,9
1,00	91,7	81,7	85,7	10,0	6,0
1,50	90,8	80,2	83,6	10,6	7,2
2,00	90,8	79,0	82,3	11,8	8,5
2,50	88,8	78,8	82,2	10,0	6,6
3,00	86,5	77,6	81,9	8,9	4,6
3,50	86,4	76,6	79,7	9,8	6,7
4,00	86,1	76,5	79,7	9,6	6,4

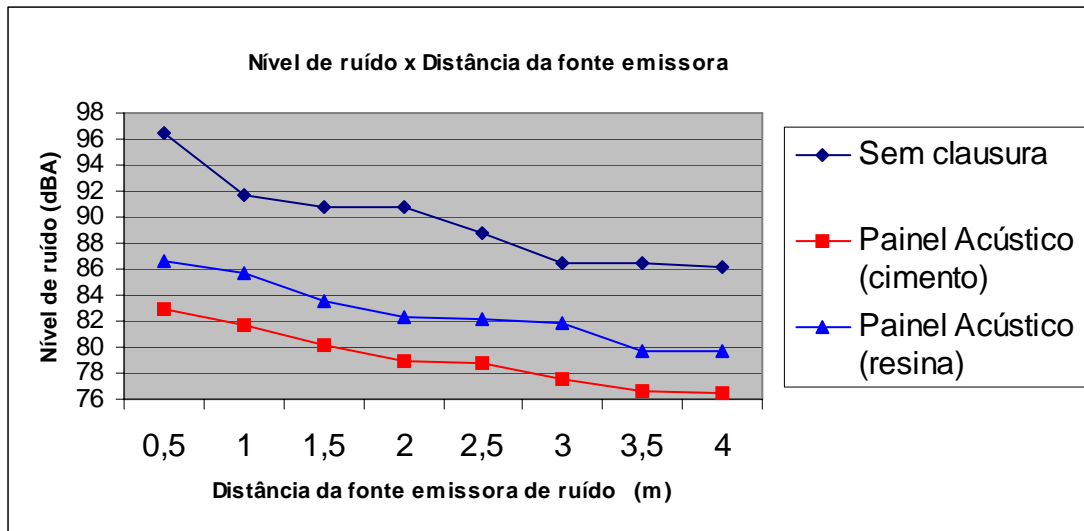


Figura 2: Nível de ruído x Distância da fonte emissora

Quanto aos valores mensurados no primeiro teste (painel acústico que utilizou serragem em flocos e resina), percebe-se que há uma redução expressiva no nível de ruído emitido pela fonte emissora, chegando ao máximo valor de 13,5dB para o ponto de 0,5m da fonte com o custo de R\$ 40,86 (para 1m<sup>2</sup>). Para o segundo teste (painel acústico utilizando pó de serra e cimento) houve uma redução de 9,9dB (máximo valor comparado nas medições) para o ponto de 0,5m da fonte com o custo de R\$ 5,20 (para 1m<sup>2</sup>). Pôde-se verificar que a partir de 3,5m a distância não influencia na medição, isso pode ser visto como uma tendência nas curvas do gráfico. As reduções nos dois testes foram muito significativas, pois, o som tem uma escala logarítmica que é utilizada para grandes variações numéricas. A resina teve melhor desempenho no isolamento acústico e um custo superior quando comparada a mistura de pó de serra e cimento.

#### 4 – CONCLUSÕES

A redução de ruído em ambos os casos foi excelente. No primeiro teste obteve-se o melhor resultado no isolamento acústico, os painéis ficaram consistentes, isolaram a serragem do meio, uma vez que a serragem é um material orgânico sujeito à proliferação de fungos e bactérias. Porém, o custo ainda é alto (mas em comparação ao custo da fibra cerâmica, pode-se dizer que houve uma redução de aproximadamente 1/3 do custo da fibra cerâmica), mas ainda é vantajosa sua aplicação, até pelo fato de já ser um produto que não precisará de tratamento para o visual decorativo. A mistura entre pó de serra e cimento, também apresentou bons resultados no isolamento acústico e o custo extremamente baixo, além de ter um visual decorativo. O problema dessa última aplicação é que ela não isola a serragem do meio. Até o momento os resultados são satisfatórios, mas ainda serão testadas outras composições, buscando-se alcançar resultados melhores.

#### 5 – AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à UFSJ (Universidade Federal de São João del-Rei) pelo apoio financeiro e técnico.

## 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] RESOLUÇÃO CONAMA n° 001 (90-03-08).
- [2] ISAR – Isolamentos Térmicos. Disponível na Internet via WWW. URL:<http://www.isar.com.br>. Arquivo visualizado em 16/11/2005;
- [3] MELLO, Ângela. Alerta ao Ruído Ocupacional. Porto Alegre: CEFAC - Centro De Especialização Em Fonoaudiologia Clínica, 1999;
- [4] COHEN A. **Industrial noise and medical absence and accident record data on exposed workers.**In: Proceedings of The International Congress on Noise as a Public Health Problem; 1976; Washington (DC). 1976. p. 441-53.
- [5] TSAI S.P., BERNACKI EJ, DOWD CM. **The relationship between work-related and non-work-related injuries.** *J Community Health* 1991;16:205-12.
- [6] RUSSO, I. C. P. – O mundo sonoro e audição. In: LICHTIG, I. org. – *Audição: Abordagens atuais*. São Paulo: Pró-Fono, 1997. p. 25-42.
- [7] ALMEIDA, M.T.; SALES GÓZ, R.D. **Curso de Análise e Controle de Ruídos Industriais**, Itajubá, 1984.
- [8] ABNT – Associação Brasileira de Técnicas: Normas Brasileiras específicas para a medição de ruído NBR 7731, NBR n° 10.151 e NBR n° 10.152.
- [9] JORNAL DA UNICAMP: Serragem substitui materiais da construção civil. Edição 275, 6 a 12 de dezembro de 2004;

### DEVELOPMENT OF A ACOUSTIC ISOLATOR BY WOOD RESIDUE (SAWDUIST)

#### **Diego Ataíde Couto de Paula**

UFSJ - Universidade Federal de São João del-Rei. Praça Frei Orlando, 170 – Centro. São João del-Rei – MG - CEP: 36307-360  
di-depaula@yahoo.com.br

#### **Rafael Cerqueira lima**

rafaelcl\_ufsj@hotmail.com

#### **Evaldo Khater**

khater@ufsj.edu.br.

#### **Marco Antônio Schiavon**

schiavon@ufsj.edu.br

**Abstract:** *Developing an acoustic isolation of less cost than the materials in trade an with good quality, beyond alerting about the prejudicial effects of noise in work's environment to health of people who are involved there. This study continues a previous one that it objectfied to test the sawdust as an acoustic isolator and comparing it to the conventional materials used in acoustic isolation. About the isolation properties the sawdust got excellent results, however it is a organic material subject to proliferation of fungos and bactérias and propagation of flame. Aiming to solve these problems this research uses chemical composites (resins) or others materials mixed to sawdust for to mold and coserve it of the environment. All tests were realized using prototypes of clousure were built for testing the isolator by sawdust through of measurements with a decibel meter realized in intervals of 0,5m beginning in 0,5m to 4,0m of sender noise font. Until the moment the results aren't satisfactories because the cost is high yet, but in relation about the isolation are very good. On other composition using cement the*

*cost is low and we got a good isolation, but we can't affirm that sawdust has been protected from environment.*

**Key-Words:** *noise, sawdust, chemical composites, acoustic isolation, closure.*