

# **UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE E.V.A. PROVENIENTES DAS INDÚSTRIAS CALÇADISTAS NO ISOLAMENTO DE RUÍDOS DE IMPACTO NAS EDIFICAÇÕES**

**HAX, Stelamáris P. (1); PIZZUTTI, Jorge S. (2); MACHADO, Josiane L. (3)**

(1) Arquiteta, Mestranda em Engenharia Civil da UFSM, R. Appel 1452, Apto. 301, 97015-030, Santa Maria - RS. E-mail arqstela@infoway.com.br

(2) Eng. Civil, Dr. em Engenharia, professor titular da UFSM, R. Roraima s/n, LMCC, Laboratório de Termo-acústica, Campus Universitário, Camobi, 97105-900, Santa Maria - RS

(3) Aluna da Graduação em Engenharia Civil da UFSM, colaboradora

## **RESUMO**

Este trabalho visa o reaproveitamento, na construção civil, de resíduos sólidos provenientes das indústrias calçadistas, especificamente, o copolímero Etileno-Acetato de Vinila (EVA). O processo de fabricação dos calçados gera grande quantidade de resíduos, após o recorte dos solados, entre-solas e palmilhas.

O resíduo de EVA, granulado, apresenta ótimo potencial no isolamento acústico para ruído de impacto. Este tipo de ruído é transmitido pela laje entre pisos das edificações e propagado através da estrutura aos outros pavimentos. Para solucionar este problema utiliza-se o sistema de pisos flutuantes, que possui uma camada intermediária entre a estrutura e o acabamento do piso, composta por material elástico, que amortece este ruído.

Desta forma, um material alternativo foi desenvolvido, contribuindo para a preservação do meio ambiente, além de possibilitar a otimização de custos para o isolamento acústico das edificações, em ruído de impacto.

## **ABSTRACT**

This work intend to re-used, in the buiding construction, the solid residues proceeding from shoes industries, especifically, the copolymers Ethylene-Vinyl Acetate (EVA). From the shoes fabrication process result a lot of residues, after the clip of the soles, inter soles and inner soles.

The residue of EVA grounded, shows great potencial in the impact sound acoustic insulation. This type of noise is transmitted by the cover-slab between floors of the buildings and spread out through of the structure for the others floors. To solve this problem it's used the floating floors system, that has a intermediary covering between the structure and the final touch, composed by elastic material which does muffling effects to this noise.

Therefore, an alternative material was developed, in order to contribute for the environment preservation, besides to allow the cost otimization for the buildings acoustic insulation, in impact sound.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo MOLLISON, B.; SLAY, R (1998) "ética é um conjunto de crenças e atitudes morais em relação à sobrevivência em nosso planeta".

Hoje em dia é imprescindível que o homem aja de forma ética com a natureza planejando bem suas atitudes visando a sustentabilidade. Sendo assim, as indústrias devem, cada vez mais, dar importância à questão dos resíduos sólidos gerados durante os seus processos de fabricação, que comprometem a preservação do Meio Ambiente.

A geração de resíduos provoca aumento dos custos de produção, em função dos desperdícios de material e da necessidade de espaços destinados a seu armazenamento. O ideal é que haja uma postura de reavaliação destes processos de fabricação, através da minimização, gerenciamento e reciclagem de resíduos.

O Rio Grande do Sul, através de suas indústrias calçadistas, produz grande volume de resíduos de EVA (Etileno-Acetato de Vinila), oriundos da fabricação de solas, entre-solas e palmilhas de sapatos. O EVA é fabricado em placas que, após o recorte, gera retalhos que não podem ser derretidos e moldados novamente.

As indústrias do Vale do Sinos, vinham depositando estes resíduos, indiscriminadamente, no leito dos rios, causando sérios danos ao Meio Ambiente. Atualmente, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul (FEPAM), está impedindo que isto se agrave, estabelecendo um controle rígido dos resíduos gerados. As empresas responsáveis são obrigadas a dar um destino a seus resíduos, para que não respondam a processos administrativos. Sendo assim, compram ou alugam espaços para depósitos, pagando para livrarem-se do problema.

O presente trabalho propõe uma alternativa para reciclagem e utilização dos resíduos de EVA. Este foi moído em grãos e aglomerado em placas que serão empregadas, na Indústria da Construção Civil, no isolamento acústico para ruídos de impacto.

Segundo MÉNDEZ (1995), "os ruídos de impacto são gerados por uma excitação mecânica de curta duração, aplicados diretamente sobre a estrutura do edifício e se transmitem por via sólida." Esta excitação é gerada por queda de objetos no piso, passos, deslocamento de móveis, etc. Ao atuarem sobre o solo do recinto fonte, estes elementos provocam a vibração da estrutura que propaga o som, em forma de ondas ao recinto receptor.

Através de estudos anteriores, realizados por GARLET (1998), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e por BRONDANI (1999), no Laboratório de Termo-Acústica da Universidade Federal de Santa Maria, verificou-se o ótimo potencial do EVA moído em grãos no isolamento de ruído de impacto. O EVA é empregado como material resiliente em pisos flutuantes, que é o tratamento utilizado com mais eficiência para o isolamento aos ruídos de impacto nas edificações.

MÉNDEZ (1995) explica que "o sistema de piso flutuante consiste em um contrapiso, apoiado sobre um material elástico, sem contato direto com a estrutura, para isolar, do resto do edifício, as vibrações geradas pelo impacto".

## 2. METODOLOGIA

O Resíduo de EVA foi processado em moinho, peneirado e aglomerado com resina fenólica e com cimento. Foram confeccionadas formas em compensado de madeira, que geraram placas com dimensões de 500 mm x 500 mm e com espessuras de 15 mm, 20 mm e 25 mm.

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Termo-acústica da UFSM em suas câmaras de medição de ruído de impacto, que são sobrepostas. Os procedimentos de ensaio são determinados pela Norma ISO 140 VII. A câmara superior é a de emissão de ruído de impacto. A câmara inferior é a de recepção de nível de ruído de impacto.

Na câmara de emissão posiciona-se o material resiliente, centralizado, sobre a laje de concreto. Acima deste material coloca-se o contrapiso, que foi feito de soalho de madeira ipê, com barrotes, na espessura de 40 mm.

A amostra foi dimensionada com 1 m<sup>2</sup>, para permitir a fácil remoção de cada tipo de placa ensaiada. Posteriormente, posiciona-se a máquina geradora de ruído de impacto (*Tapping Machine Type 3204*, marca *Brüel & Kjaer*), sobre esta amostra de piso flutuante.

Na câmara de recepção coloca-se, centralizado, o microfone rotativo (*Rotating Microphone Boom Type 3923*, marca *Brüel & Kjaer*) conectado ao analisador acústico (*Building Acoustic Analyser Type 4418*, marca *Brüel & Kjaer*), que processará os resultados. O analisador é calibrado em 93,4 dB na frequência de 1 000 Hz (*Sound Level Calibrator Type 4230*, marca *Brüel & Kjaer*).

Para fins comparativos ensaiou-se, nas mesmas condições das placas alternativas de EVA moído, uma placa inteiriça de EVA, que é empregada na confecção dos solados de calçados e a lã de vidro, que é um material resiliente utilizado em pisos flutuantes.

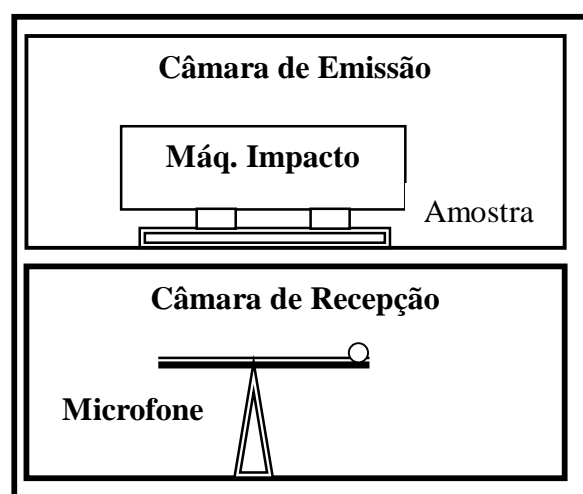


Fig. 2 - Esquema de ensaio

### 3. RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE DOS DADOS

O analisador acústico para edificações calcula os níveis de ruído de impacto estandardizado, em dB(A), para cada frequência, em Hz, através da fórmula:

$$L_n T = L_1 - 10 \log ( T / 0,5) \quad \text{ISO 140}$$

Onde:

- **L<sub>n</sub>T** é o nível de ruído de impacto estandardizado, em dB(A);
- **L<sub>1</sub>** é o nível de ruído de impacto medido na câmara de recepção, em dB(A);
- **T** é o tempo de reverberação medido na câmara de recepção, em segundos.

Os resultados em cada frequência são somados logaritmicamente e apresentados em **Ln T  $\Sigma$  dB(A)**. A comparação é feita considerando que o menor valor é o que apresenta melhor desempenho.

A tabela a seguir mostra os níveis de isolamento de ruído de impacto medidos, para cada amostra. Foram ensaiados os seguintes sistemas de piso flutuante:

- Amostra 1 - laje suporte + soalho de madeira
- Amostra 2 - laje suporte + lã de vidro + soalho de madeira
- Amostra 3 - laje suporte + placa de EVA inteiriça + soalho de madeira
- Amostra 4 - laje suporte + placa de EVA aglomerada com cimento com traço 1:3 + soalho de madeira
- Amostra 5 - laje suporte + placa de EVA aglomerada com cimento com traço 1:5 + soalho de madeira
- Amostra 6 - laje suporte + placa de EVA aglomerada com resina fenólica + soalho de madeira

Tabela 1 - Nível de ruído de impacto standardizado

FREQ. - Hz	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
100	49,4	48,3	47,3	43	46,6	45
125	53	52,3	54,9	50,5	51,3	53
160	59,1	54,5	59,5	57,8	57,4	59,6
200	58,9	47,2	60,7	58,2	58,8	57,8
250	59,7	45,6	62,8	56,4	60,6	55,2
315	65,2	44,5	65,3	61	59,1	55,6
400	67,6	42,1	64	61,9	60	52,3
500	68,5	43	61	62,4	60,1	54,1
630	68,7	40,1	57	57,1	57,8	49,1
800	66,6	40,8	53	56,8	56,1	45,8
1000	64,5	38,7	50,7	53,9	54,2	43,8
1250	61,8	34,5	51,3	48,1	48,8	39,7
1600	59,5	35,8	43,4	45,5	46	38
2000	59	32,9	39,9	41,9	40,7	34,2
2500	54,7	29,6	35,1	37,1	30,9	30,7
3150	52,9	26,3	30,7	31,4	31,4	27,8

<b>LnT dB(A)</b>	<b>75,7</b>	<b>58,5</b>	<b>71</b>	<b>68,9</b>	<b>68,4</b>	<b>64,8</b>
------------------	-------------	-------------	-----------	-------------	-------------	-------------

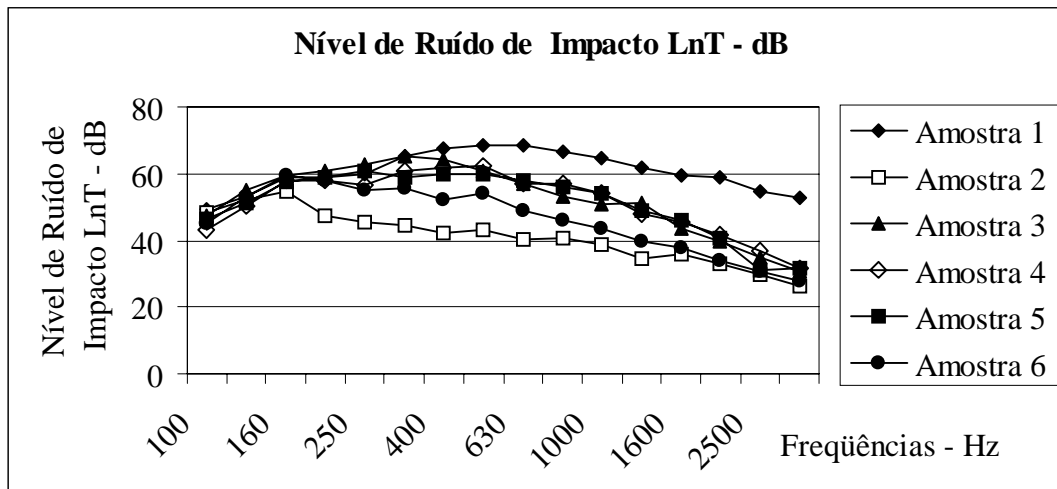


Gráfico 1 - Nível de ruído de impacto estandardizado

Analisando-se os resultados, verifica-se o melhor desempenho da Amostra 2, que apresenta a lã de vidro como material resiliente. Em comparação, percebe-se um desempenho muito satisfatório das amostras utilizando as placas de EVA granulado. Nos ensaios realizados, destacou-se a Amostra 6, com a camada resiliente composta de EVA granulado, com diâmetro dos grãos em torno de 7mm. Nesta amostra o EVA foi aglomerado com resina fenólica. Em relação as amostras 3, 4 e 5, verificou-se resultados muito aproximados com ganhos em isolamento pouco significativos.

Analisou-se também que até 200 Hz os desempenhos em isolamento de todas as amostras são semelhantes. Isto é explicado devido a baixa massa do assoalho de madeira que compõe o sistema de piso flutuante. Este fator traz como consequência a presença de ressonância  $f_0$  para as frequências nesta ordem. A partir de 250 Hz percebe-se a melhoria de desempenho de todas as amostras.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil é uma potencial consumidora de resíduos provenientes de outras indústrias, em função da busca por alternativas que diminuam os custos das habitações.

Sendo assim esta proposta sugere uma alternativa para a utilização dos resíduos de EVA moído, oriundos da indústria calçadista, apontando um caminho para a diminuição do impacto ambiental produzido pelos aterros e depósitos de resíduos, que além de poluírem, geram desperdício de um recurso precioso, que não é inesgotável, o solo. Além disto o processo de moagem do EVA é simples e de custo baixo, não havendo a necessidade de utilização de mão-de-obra especializada.

Embora o sistema de piso flutuante, empregando a lã de vidro como material resiliente apresente os melhores resultados de isolamento, salienta-se a performance das placas de EVA, moído em grãos, aglomeradas com resina fenólica.

A utilização deste material, no isolamento de ruído de impacto nas edificações, contribuirá com a preservação do Meio Ambiente, além de possibilitar uma melhora notável na qualidade de vida dos seus usuários.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRONDANI, S. **Pisos flutuantes: análise da performance acústica para ruídos de impacto**, Dissertação de mestrado em engenharia civil, UFSM, Santa Maria, 1999, 75 p.

GARLET, G. **Aproveitamento de resíduos de EVA (Ethylene-Vinyl Acetate) como agregado para concreto leve na construção civil**, Dissertação de mestrado em engenharia civil, UFRGS, Porto Alegre, 1998, 146 p.

ISO140/VII **Acoustics- measurement of sound insulation in buildings and building elements – Part VII: field measurements of impact sound insulation of floor**, International Standards Organization, Genève, 1978, 5 p.

MÉNDEZ, A. **Acustica arquitectonica**, UMSA, Buenos Aires, 1995, 238 p.

MOLLISON, B.; SLAY, R.; **Introdução à Permacultura**, MA/SDR/PNFC, Brasília, 1998, 204 p.