



## Placas com propriedades de isolamento térmico e acústico, obtidas a partir de resíduos de couro oriundos da indústria calçadista

**Patrícia Cofferri<sup>1</sup>, Cristiano Jean Jamur de Oliveira<sup>2</sup>, Ruth Marlene Campomanes Santana<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>DEMAT, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (pcofferri@hotmail.com,  
ruth.santana@ufrgs.br)

<sup>2</sup> Universidade Luterana do Brasil (cristianoeco@gmail.com)

### Resumo

A indústria calçadista é uma das que mais movimenta a economia brasileira, e também uma das indústrias que produz maior quantidade de resíduos. Dentre estes resíduos o couro natural é o material mais encontrado e que traz maiores problemas ambientais devido à necessidade de utilização de diversos produtos químicos para o seu processamento. Desta forma, estudar as possibilidades e condições de processamento para a reciclagem deste material é essencial. Neste sentido o objetivo deste trabalho, realizado em conjunto com uma empresa da indústria de calçado do Rio Grande do Sul foi avaliar as propriedades de isolamento térmico e acústico, de placas de resíduos de couro oriundo desta indústria para verificar a possibilidade de reutilização destes como produtos para a construção civil. Foram avaliadas também a utilização de dois agentes aglomerantes o pré-polímero, PMDI e o poliacetato de vinila, PVA. Os resultados preliminares demonstram que as placas apresentaram boas características de isolamento tanto térmico quanto acústico, e que a escolha do agente aglomerante deve levar em conta a relação de custo benefício, já que ambos apresentaram resultados semelhantes, porém o PVA que é um produto mais barato apresentou resultados inferiores para absorção de umidade.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, Indústria calçadista, isolamento

Área Temática: 1- Resíduos Sólidos

### Abstract

*The footwear industry is one of the fastest moving the Brazilian economy, and also one of the industries that produce more waste. Among these residues the natural leather is the material most frequently found and that brings the biggest environmental problems due to the need to use several chemical products for their processing. Therefore, studying the possibilities and conditions for this process to recycling material is essential. In this sense the objective of this work, which was held in conjunction with a company of the shoe industry of Rio Grande do Sul, was to evaluate the properties of thermal and acoustic insulation, plate waste, leather coming from the industry to verify the possibility of reuse of these products as for the building industry. Were also evaluated the use of two binding agents PMDI and the PVA. Preliminary results demonstrate that the plates presented good insulation characteristics both thermal and acoustic, and that the choice of agglomerating agent must take into account the relationship of cost benefit, since both presented similar results, but the PVA which is a product and cheaply was inferior to moisture absorption.*

Key words: Solid Waste, Industrial footwear, insulation

Theme Area: Solid waste



## 1 Introdução

O setor coureiro calçadista brasileiro é formado por 7,5 mil indústrias produzindo em 2008 cerca de 800 milhões de pares de calçados, no qual aproximadamente 21% para exportação, sendo a região do Vale dos Sinos no Rio Grande do Sul o maior pólo produtor de calçados. (Relatório LAFIS, 2009) Conforme os resultados obtidos no Relatório sobre a Geração de Resíduos Sólidos Industriais, executado por Silva, Sangui e Espinoza (2003), o setor coureiro-calçadista é o maior gerador de resíduos sólidos industriais perigosos no estado do Rio Grande do Sul, o que demonstra que a indústria calçadista representa um grande impacto ambiental.

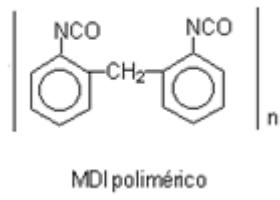
Segundo Cultri (2006) dentre os resíduos sólidos oriundos da fabricação de calçados encontram-se entre os resíduos perigosos que compreendem materiais como couro atanado, couro, cromo, sapatos com defeitos, pó de couro, varrição de fábrica, rachado, miolo/vira/atanado, resto de fachete, resto de atanado e resto de recouro. Dariva *et al* (1999) afirma que estes resíduos são cerca 52% dos resíduos provenientes desta indústria.

O couro contém cerca de 17 tipos de diferentes de produtos químicos usados para possibilitar seu processamento e que são destinados a aterros. A maioria destes aditivos é nociva ao meio ambiente e à saúde. O chorume dos aterros que recebem os resíduos da indústria calçadista e dos curtumes, portanto, carregam estes produtos químicos. (ROQUE, 2011)

Desta forma, os resíduos de couro oriundo da indústria calçadista quando dispostos em aterros são causadores de grandes problemas ambientais e o estudo de formas de reaproveitamento destes é de suma importância. Assim, com esta pesquisa objetivou-se avaliar as propriedades, principalmente quanto a isolamento sonoro e térmico, de placas de resíduos de couro oriundos de calçados para aplicação no setor da construção civil. Além de avaliar a influência da utilização dos agentes aglomerantes PMDI e PVA nestas propriedades e verificar as vantagens de custo e benefícios da utilização destes um contra o outro.

Conforme Vilar (2008) o Difenilmetano diisocianato (MDI) é um dos isocianatos mais consumidos pelo mercado de PU, e em sua forma polimérica (PMDI) (apresentada na Figura 1) costumam serem utilizadas em espumas rígidas, espumas para isolamento térmico, aglomerante de raspas de madeira e em fundição, adesivos rígidos, pisos, na fabricação de pré-polímeros para solados, revestimento de couro, poliuretanos termoplásticos, adesivos termo fundíveis e etc.

Figura 1 – Estrutura do PMDI



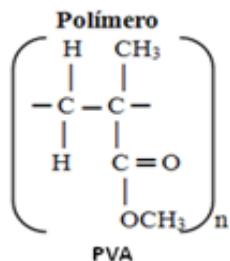
O poli(acetato de vinila) (PVA) (estrutura demonstrada na figura 2), é atualmente uma das resinas mais utilizadas como adesivo, pois possui boa resistência a solventes, óleos e graxas e sua resistência a passagem de oxigênio é superior a de qualquer polímero conhecido.(ARANHA e LUCAS, 2001) Além disto, este material possibilita a produção de placas em temperaturas mais baixas e apresenta um valor de custo mais competitivo que o PMDI.



### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

Figura 2- Estrutura do PVA



## 2 Metodologia

### *Materiais*

Foram utilizados resíduos de couro moído, oriundos de uma empresa calçadista, com granulometria maior que 1 cm.

Figura 3- Resíduos de couro oriundo da indústria de calçados



### *Obtenção das placas*

As placas de dimensões de 145x115 mm e 4 mm de espessura e com massa média de 100 g, foram produzidas em uma prensa hidráulica Solab SL11 com as condições de processamento demonstradas na tabela 1.

Tabela 1: Condições de processamento das placas moldadas por compressão térmica.

Agente Aglomerante Utilizado	Material	T (°C)	Pressão (Ton.)	Aglomerante (%m/m)	Tempo de pré-aquecimento (min.)	Tempo de aquecimento (min.)
PMDI	Couro	240	12	10	5	2
PVA	Couro	240	12	10	5	2

### *Caracterização*

Foram avaliadas o acabamento físico das placas, a umidade relativa destas, a porcentagem de absorção de água e o isolamento sonoro e térmico proporcionado por estas. A porcentagem de umidade relativa foi obtida através da variação da massa das amostras após ficarem durante



### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

3h em uma estufa a 70°C. Para a obtenção da porcentagem de absorção de água foi avaliada a variação de massa das amostras após estas ficarem durante 24h submersas em água. O ensaio de isolamento sonoro foi realizado com a utilização do sistema esquematizado na Figura 2 utilizou-se como fonte sonora uma onda quadrada variando a freqüência em 100, 1000 e 10000 Hz conforme a Figura 3. O ensaio de isolamento térmico foi realizado conforme o esquema da Figura 4, onde a temperatura de dois compartimentos, um com gelo e outro sem, foram verificadas e comparadas por um período de tempo de 80 min.

Figura 4- Esquema do ensaio de isolamento sonoro.

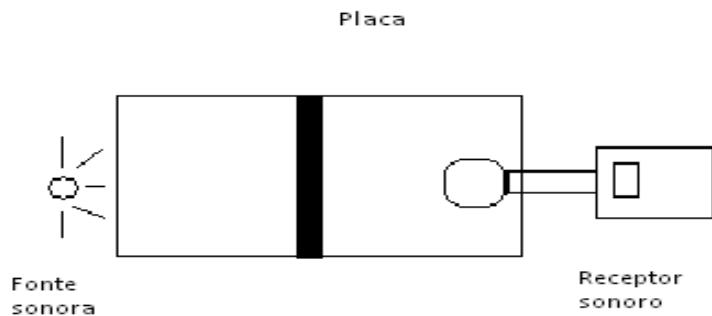
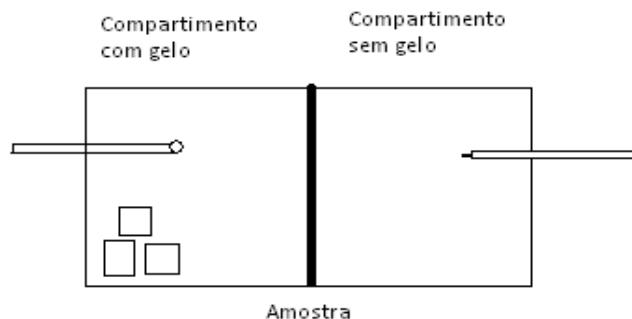


Figura 5 - Esquema do ensaio de Isolamento térmico.



## 3 Resultados

### *Propriedades físicas*

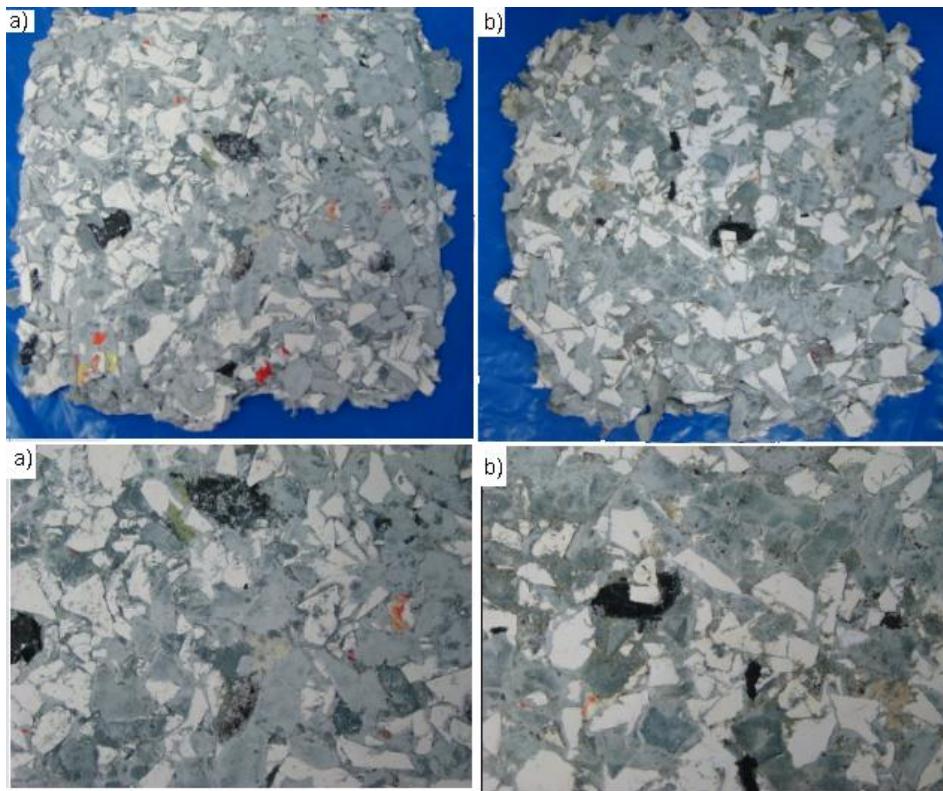
Na Figura 6 vemos as placas produzidas com o resíduo de couro com cada um dos agentes utilizados. Podemos verificar que visualmente ambas as placas tiveram boa compactação e aderência das partículas. A placa com o PMDI apresentou maior brilho e uma coloração levemente mais escura que a com o PVA. Avaliando estas amostras qualitativamente concluímos que a placa com o PVA apresenta menor dureza, e uma resiliência ligeiramente maior que a placa com o PMDI, quando estas foram flexionadas manualmente.



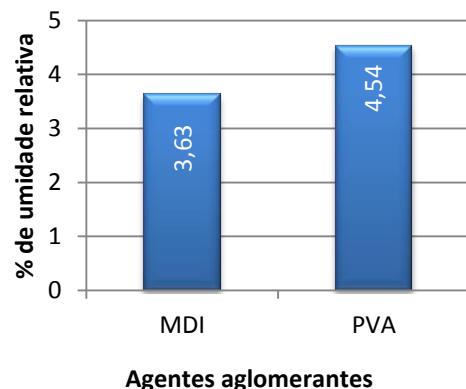
### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

Figura 6- Peças moldadas por compressão térmica: a) Placa com PVA e b) Placa com PMDI.



Na Figura 7 encontram-se os resultados para o ensaio de umidade, verificamos que a placa com o agente aglomerante PVA apresentou maiores valores de umidade que a placa com o PMDI. Isto provavelmente se dá pelo agente PMDI criar uma camada envolta das partículas, o que não acontece com o PVA. Além disso, como afirma Aranha (2001) o PVA interage com as moléculas de OH da água tendo maior afinidade com esta, já que o PVA possui na sua estrutura química grupos polares da carbonila C=O e ésteres -COO-, como mostrado na Figura 2.

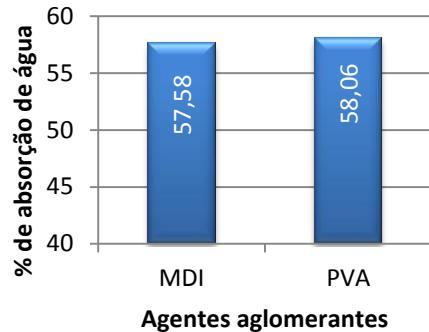


Na Figura 8, onde se encontra o resultado para o ensaio de absorção de água, podemos verificar que as placas apresentam elevada absorção de água e que com o agente aglomerante PVA apresentou maiores valores de umidade que a placa com o PMDI. O que provavelmente ocorre pela afinidade do PVA com a água (formando pontes de hidrogênio), comentada anteriormente.



### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

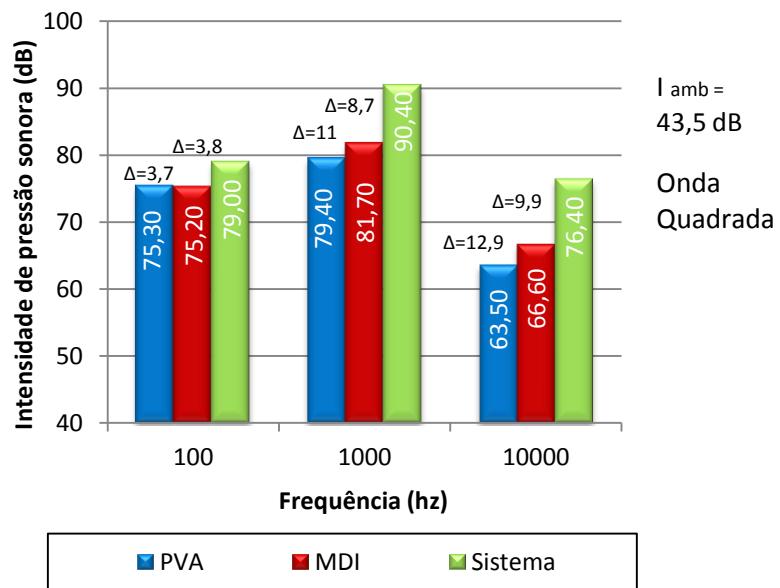
Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012



#### *Isolamento sonoro*

Os resultados para o ensaio de isolamento sonoro são apresentados na Figura 9, com estes verificou-se que ambas as placas apresentaram um bom sistema de isolamento acústico, pois houve uma diminuição da intensidade de pressão sonora. Observamos, que para a freqüência de 100 Hz não houve diferença significativa na redução, mas que para as freqüências de 1000 e 10000 Hz a placa com o agente PVA resultados superiores de isolamento. Isto ocorreu provavelmente pelo PVA não criar uma camada externa de barreira sobre a placa como ocorre com o PMDI, desta forma é facilitada a penetração e dissipação das ondas sonoras na placa.

Figura 9- Resultados do ensaio de isolamento sonoro



#### *Isolamento térmico*

Na Figura 10 vemos a porcentagem de perda de massa do gelo, observamos que a redução da perda de massa foi significativa para a placa com o agente PMDI. Já, com os resultados apresentados na Figura 11, onde vemos, para ambas as placas a variação da temperatura nos compartimentos com gelo e sem gelo, observa-se que ambas as placas mantiveram a temperatura do compartimento sem gelo praticamente constante, mesmo com a variação de temperatura verificada no outro compartimento, sendo que esta função foi melhor estabelecida pela com o agente PVA.



### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

Figura 3- Perda de massa do gelo em cada sistema analisado.

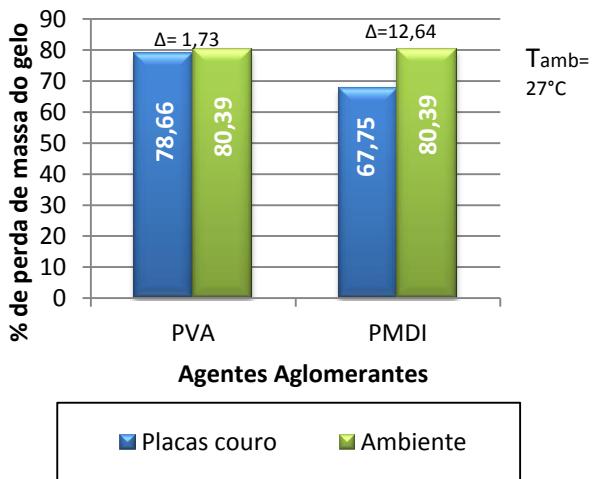


Figura 11- Seguimento da variação da temperatura dos compartimentos com e sem gelo em função do tempo de ensaio a) placa com PVA b) placa com PMDI

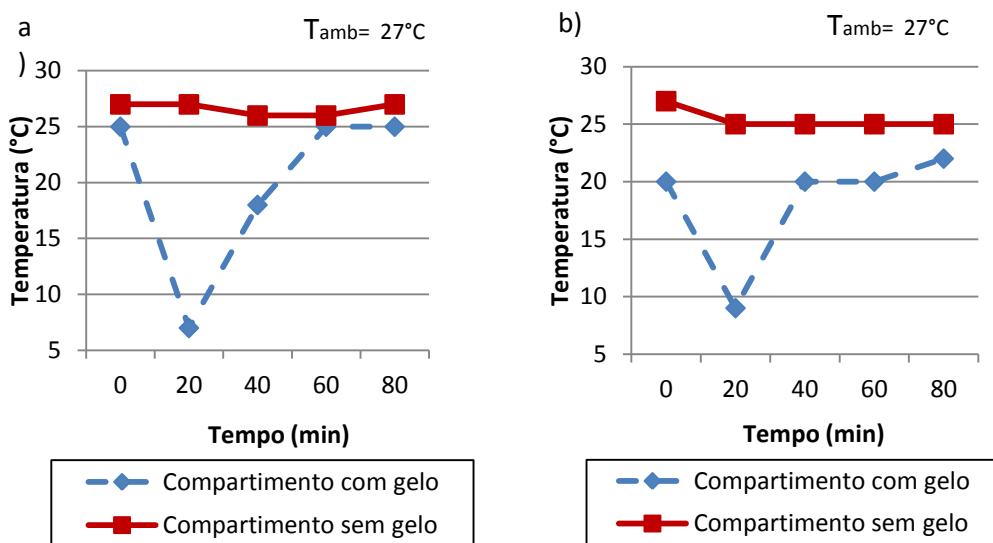
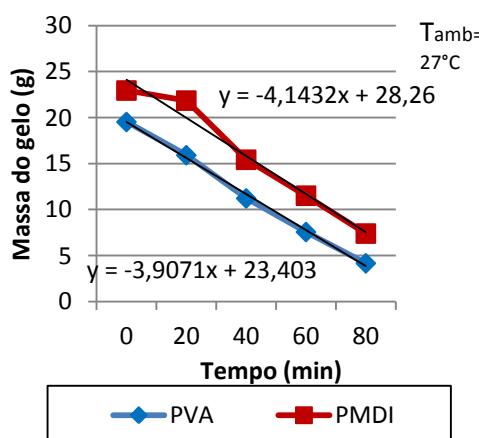


Figura 12- Seguimento da variação da massa do gelo em função do tempo de ensaio





### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

## 4 Conclusões

Com os dados obtidos até o presente momento podemos verificar que as placas de resíduos de couro apresentam potencial para isolamento tanto sonoro quanto térmico, sendo que os resultados são superiores para o isolamento sonoro.

Quanto à utilização dos agentes aglomerantes, as placas com a utilização do agente aglomerante PMDI apresentaram menor porcentagem de umidade e absorção de água e resultados ligeiramente superiores para isolamento térmico. No entanto, as placas com o agente aglomerante PVA apresentaram resultados superiores quanto ao isolamento sonoro e muito próximos aos apresentados pelas placas com PMDI, quanto a isolamento térmico.

Desta forma, verificamos que a utilização de resíduos de couro em aplicações para construção civil pode ter resultados promissores; e que para a escolha do agente aglomerante utilizado deve-se levar em conta, a relação de custo benefício, pois placas com PVA apresentam resultados um pouco inferiores aos apresentados para placas com PMDI pela maior absorção de umidade, porém apresentam custo mais barato, visto que o PVA apresenta menor custo que o PMDI.

## 5 Agradecimentos

Os autores agradecem a FAURGS e a Empresa Paquetá por fornecer apoio financeiro a pesquisa. Os autores também agradecem ao prof. Carlos Arthur Ferreira pelo fornecimento do PVA e ao Prof. Krenzinger pelo uso do decibelímetro.

## Referências

ARANHA, I. B.; LUCAS, E. F. **Poli(Álcool Vinílico) Modificado com Cadeias Hidrocarbonadas: Avaliação do Balanço Hidrófilo/Lipófilo.** Rio de Janeiro, 2001.

CULTRI, C. N.: MANFRINATO, J. W. S.; RENÓFIO, A. **Resíduos sólidos do setor coureiro-calçadista e os fundamentos para a Produção mais Limpa.** In: **Riparian ecosystems and their management.** São Paulo: XIII SIMPEP, 2006.

DARIVA, J. J.; LUCA, S. J. de; RUPENTAL, J. **Gerenciamento de resíduos sólidos das industrias calçadista do município de três coroas – RS.** XXVII Congresso Internacional de engenharia sanitária e ambiental, 2000.

LAFIS CONSULTORIA, ANÁLISES SETORIAIS E DE EMPRESAS. **Relatório LAFIS: setor têxtil e de vestuário - calçados** de 28 de agosto de 2009. São Paulo: Lafis, 2009.

ROQUE, L. P. **Empresa usa resíduos de couro para fabricar blocos para a construção civil.** Revista Sustentabilidade, 2011

SILVA,R.C.; SANGOI,R.F.; ESPINOZA, M.W. **Relatório sobre a Geração de Resíduos Sólidos Industriais no Estado do Rio Grande do Sul,** FEPAM e FNMA, 2003, 27 pág.

VILAR, W. **Química e Tecnologia dos Poliuretanos.** Disponível em <http://www.poliuretanos.com.br/> Acesso em 10 de janeiro de 2012.