

# USO DE TECNOLOGIA LIMPA NA INDÚSTRIA DE CALÇADOS

**Carmen Luisa Reis Serrano<sup>1,2</sup>, Iara K.Reichert<sup>2</sup> Mauri Schmidt<sup>2</sup>**

*Professores da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS<sup>1</sup>*

*Av. Unisinos, 900 – São Leopoldo/RS – Brasil- Telefone: (51) 35911122 Ramal 1603 -CEP 93000-000  
Centro Tecnológico do Calçado - SENAI<sup>2</sup>*

*Av. Pedro Adams Filho, 6338 – Novo Hamburgo/RS –Telefone: (051) 3594-3355 -CEP 93 310-003 I  
e-mail:carmenserrano@rs.senai.br*

## RESUMO

O presente trabalho buscou desenvolver tecnologia limpa para produção de calçados. Para tanto foi utilizado, para cabedal, couro curtido com combinações de aldeído glutárico e tanantes vegetais e acabamento com substâncias classificadas como não-perigosas pelas legislações nacionais e internacionais. O solado, em borracha natural, matéria-prima de fonte renovável, foi formulado livre de nitrosaminas, de substâncias carcinogênicas e metais pesados. Os diferentes adesivos empregados não utilizaram solventes orgânicos. O contraforte, em material biodegradável, foi produzido sem a geração de aparas e com entretela com baixo ponto de fusão, diminuindo, assim, o consumo de energia para sua conformação. As espumas utilizadas são de biolátex, oriundo de borracha natural, formulado sem a adição de substâncias tóxicas, inflamáveis ou corrosivas. A embalagem para invólucro e transporte é de papel reciclado e biodegradável. O processo de fabricação, otimizado para os novos materiais, provocou uma diminuição no consumo de água, energia e redução de resíduos sólidos.

## ABSTRACT

The present survey searched to develop a clean technology for the footwear production. For that was used in the upper tanning leather with a combination of glutamate aldehyde and vegetable tannage and finishing with substances classified as non-dangerous by the national and international legislation. Natural rubber sole formulated free of nitrosamides, carcinogenic substances and heavy metals, the raw material are from a replaceable source. The different adhesives used didn't utilize organic solvent. Counter of biodegradable material, was produced without the generation of cuttings and interlining with low melting point, this way decreasing energy consumption to its structure. The foams used are from biolatex, arising from natural rubber, formulated without the addition of toxic substances, flammable or corrosives. The package for wrapping and transportation is biodegradable recycled paper. The manufacture process enhance to the new materials, induced a decreasing of water waste, energy and reduction of solid waste.

## 1. Introdução

O elevado volume de resíduos sólidos, urbanos e industriais é a grande polêmica e preocupação deste início de século. Com o crescimento acelerado das metrópoles, o consumo de produtos industrializados e, mais com o surgimento de produtos sintéticos de origem petroquímica, o aumento excessivo de resíduos tornou-se um dos maiores problemas da sociedade moderna. Isso é agravado pela escassez de áreas para seu destino final. A industrialização elevou as quantidades de resíduos consideravelmente. Atualmente, os métodos tradicionais de destinação final dos resíduos são, muitas vezes, inadequados ou não aceitáveis do ponto de vista econômico e ambiental. A opção por Produção Mais Limpa, já difundida no Brasil e no mundo, tem como objetivo a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em processo produtivo. Esta intervenção ocorre, primeiramente, no processo fazendo com que os recursos utilizados sejam alocados de forma coerente possibilitando a redução de insumos, geração e toxicidade de resíduos e emissões. Também, atua no reaproveitamento ou reciclagem dos resíduos e emissões gerados, otimizando os processos existentes. Já, a intervenção no produto se dá em um processo que antecede a fabricação, que é o processo de projeto do produto chamado de Ecodesign, modificando quando necessário: matéria prima, forma de montagem, estilo entre outros aspectos. Seu objetivo é prevenir a geração dos resíduos e emissões. Mas, se essa geração não puder ser evitada, prevê maneiras adequadas de tratar as emissões, contribuindo para evitar crescimento desenfreado dos aterros sanitários ou a contaminação de resíduos. Um projeto de Ecodesign avalia o produto durante todo o seu ciclo de vida. Sendo assim é impossível tentar isolar a indústria e pontuá-la, pois há uma ligação cíclica com o meio e com outras indústrias presentes em seu meio. Portanto, pode-se dizer que a produção de um sapato, a partir do Ecodesign, não tem início na fábrica de calçados. Mas sim, nos processos de produção de cada um dos materiais utilizados para sua construção. No Brasil, o setor calçadista é composto por cerca de 7900 indústrias. Somente o Estado do Rio Grande

do Sul, tem cerca de 560 indústrias produtoras de calçado e 225 estabelecimentos de curtimento, atuando preponderantemente no segmento de calçados de couro, é responsável por cerca de 30% da produção nacional e 80% do volume de calçados exportados no país, sendo 90% composto por calçados de couro. Alguns dos aspectos mais relevantes para a exportação de calçados tem sido a qualidade do produto associado a uma crescente preocupação mundial com a questão da preservação do meio ambiente. Sabe-se que internacionalmente não há, até o momento, uma diretiva específica ou norma para certificação ambiental propriamente dita de calçados ou artigos de couro. A atual legislação é composta de diretivas europeias e leis de alguns países, principalmente Alemanha, que proíbem genericamente a presença de algumas substâncias químicas em produtos comercializados na Europa. No entanto, o não atendimento destas leis leva as penalidades segundo a legislação de cada país, que podem variar desde a exclusão do fabricante de futuros fornecimentos à Europa, até à penalização do importador e do distribuidor na Europa. Portanto, para tornar a indústria calçadista mais competitiva urge que se aprimorem os sistemas de produção de calçados com tecnologia limpa, visando, não somente sua expansão no mercado mundial, mas também, sua diferenciação frente à crescente concorrência. Assim, os fabricantes de calçados, ao projetarem modelos que utilizem materiais ambientalmente corretos, além de vital economicamente, contribuem com o desenvolvimento sustentável.

Este trabalho de pesquisa foi originado a partir do levantamento realizado por Serrano et al., 2001, que identificou e quantificou os principais resíduos sólidos produzidos pela indústria calçadista na região do vale do Rio dos Sinos, conforme mostra Tabela 1.

Tabela 1: Concentração de componentes presentes nos resíduos da indústria calçadista

Componente	Percentual (%)			
	Empresas			
	Grandes	Médias	Pequenas	Total
TECIDO	5.13	0.56	8.21	3.93
LAMINADOS	1.53	9.71	12.24	5.86
ESPUMAS	15.47	2.61	2.51	<b>9.19</b>
CONTRA-FORTE	7.25	0.57	1.96	4.18
PALMILHA	8.77	3.28	2.03	5.92
SOLA	11.03	3.82	3.53	<b>7.48</b>
COURO	24.64	25.59	50.61	<b>28.47</b>
CHAPAS DE ELASTÔMEROS	16.32	43.66	9.49	<b>25.06</b>
OUTROS	2.34	4.40	3.83	3.27
<b>Total de Resíduos (kg/dia)</b>	<b>4.402,11</b>	<b>3.032.41</b>	<b>1.154,38</b>	<b>8.588,90</b>

Com base nos dados obtidos e considerando 22 dias de produção, foi constatada a geração de aproximadamente 189 toneladas/mês de resíduos poliméricos, apenas nas vinte e uma empresas analisadas. A sistematização destas informações tornou possível o estudo da viabilidade de reaproveitamento de determinados resíduos, bem como a decisão dos autores em utilizar tecnologias limpa na produção de calçados, diminuindo ou eliminando assim o desperdício de materiais através do emprego de Ecodesign. Neste intuito, foi desenvolvido o calçado ecológico.

## 2. EXPERIMENTO

Para obtenção do calçado ecológico de couro utilizando tecnologia limpa de produção foi desenvolvida uma modelagem que emprega materiais não agressivos ao meio ambiente, o que exigiu modificações no desenvolvimento de componentes e insumos, bem como no processo de construção. As etapas experimentais mais importantes foram:

**2.1. Desenvolvimento do modelo:** Foram produzidos oito protótipos até a escolha do modelo final. As modificações visavam alterar não apenas estilo, mas principalmente, adaptar o modelo às novas matérias primas. A escolha dos componentes foi realizada de forma racional, considerando os fatores conforto e bem estar do usuário e sem perder as características e funções para as quais foram projetadas.

**2.2. Produção do Couro:** Optou-se pela utilização do glutaraldeído no pré-curtimento, o que se fez em duas etapas antes e depois do rebaixamento. Pois, as peles rebaixadas fixam em quantidades superiores o glutaraldeído, obtendo-se desta forma o aumento da maciez nos couros e uma penetração mais rápida e homogênea, evitando-se concentrações elevadas, e, conseqüentemente, a

sobrecarga da flor. A ligação do glutaraldeído com as fibras da pele, bem como a dos tanantes vegetais, se efetua nos grupos ácidos da proteína colagênica da pele, determinando propriedades como a distribuição de produtos recorrentes. A produção manteve, também, outros requisitos ambientais como: não emprego de produtos tóxicos como o formol e fenol. Foram analisadas as características físicas dos couros utilizados para forro e cabedal.

**2.3. Produção do Solado:** O solado foi desenvolvido, em laboratório, com uma formulação a base de Borracha Natural. Após foram determinadas as propriedades físicas da composição.

No calçado pronto foi realizado o ensaio de Resistência à Descolagem do Solado, conforme DIN 4843:1988 – item 6.23., que determina a força de arrancamento da sola, propriedade fundamental durante o uso do produto.

**2.4. Demais componentes:** Foram escolhidos em função dos critérios: fonte renovável; reciclagem; menor impacto ambiental e exclusão do uso de componentes cuja formulação contém substâncias proibidas ou restritivas, sendo utilizados:

- Palmilha Interna: em espuma em látex de borracha natural matrizada, coberta com couro vacuum vegetal com adesivo termofilme a base de poliolefinas\*;
- Reforço vista de ilhós, lateral e traseiro em tecido de algodão, com adesivo termofusível em filme a base de poliolefinas\*;
- Contraforte em polímero termoplástico com carga em farinha de madeira\*;
- Espuma colarinho: látex de borracha natural matrizada;
- Linhas para costura externa e interna, em poliamida, Nm 30/3 e 60/3, respectivamente, torção Z.
- Adesivos para preparação e para forro: foi utilizada uma dispersão aquosa à base de Borracha Natural e aditivos especiais;
- Adesivo para sola\*: foi empregada uma dispersão aquosa à base de Poliuretano;
- Palmilha de Montagem<sup>1</sup>: em celulose, produzida a partir da polpa de fibra longa de madeira impregnada com mistura de látices de borracha natural e sintética.

O processo de construção do calçado foi executado por alunos do Curso Técnico em Calçados do Centro Tecnológico do Calçado SENAI, em laboratório industrial e realizado conforme procedimentos operacionais padronizados.

### 3. RESULTADO E DISCUSSÃO

**3.1 Matéria Prima Couro:** O processo desenvolvido em laboratório industrial minimizou a geração de resíduo classe I (perigosos), provenientes do rebaixe e recortes. Os procedimentos de fabricação foram otimizados, provocando uma diminuição no consumo energia, na geração de efluentes e eliminação da necessidade de disposição de resíduos sólidos coureiro/calçadista em ARIPs - Aterros de Resíduos Perigosos. As características físicas da matéria prima couro são apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Caracterização da Matéria prima Couro

Ensaio	Couro para:	Resultado		Especificações PFI* e DIN**:	
Resistência da Cor e do Acabamento a Fricção-escala 1a 5 NBR 12846:1999	Forro	4		≥ 3 (5 = Ausência de manchamento)*	
Retração (%) DIN 50014:1985- Classe 2, Resistência à Umidade	Cabedal	Direção A	Direção B		
		24	19	-	
Resistência à Umidade ISO 3377-2:2002	Forro	88		35 (mínimo)*	
	Cabedal	32		-	
DIN EN ISO 20344:2004 – item 6.6,	Forro (flor para carnal)	16,1		> 2,0**	
	Forro (carnal para flor)	7,5		> 2,0**	
Força de Ruptura e Alongamento ISO 3376:2002	Cabedal	Tração (N)	Alongamento (%)	Tração (mínimo)*	Alongamento (mínimo)*
		188	65	150	40
Resistência à Flexão Contínua - a seco	Cabedal	Direção A	Direção B	1 (sem alterações após 50. 000 flexões)*	

<sup>1</sup> Materiais fornecidos pela Artecologia Indústrias Químicas Ltda, parceira desta pesquisa.

		1	1	
--	--	---	---	--

\* PFI - Recomendações fornecidas pelo Instituto de Ensaios e Pesquisas para a Fabricação de Calçados, Pirmasens, Alemanha, segundo Fischer W. et Nickolaus, 1987

\*\* DIN Recomendação fornecida pela norma DIN-EN ISO 20346, 2004

**3.2 Solado:** O estudo de caracterização da composição elastomérica para produção do solado obteve os resultados descritos na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Ensaios Físicos no Solado

Ensaio	Resultado	Especificação: PFI*
Determinação da resistência final à descolagem (peeling) (N/mm)	5,1	Para calçados de média solitação, tipo calçado de uso diário: 4,5 N/mm (mín)
DIN EM 1392:1998 – ITEM 6.1.1		
Resistência à continuação do rasgo (N/mm)	20,4	Mínimo, 7 N/mm
DIN 53 507:1983: 1987		
Resistência ao desgaste por abrasão (mm <sup>3</sup> )	282	Para placas de SBR maciço: 400mm <sup>3</sup> (máximo) Para calçados de alta solitação: 300 mm <sup>3</sup> (máximo)
DIN 53 516		
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	1,082	
Resistência à tração (N/mm <sup>2</sup> )	13,6	Para Placas de SBR maciça (d=1,0-1,3 g/cm <sup>3</sup> ): 5 N/mm <sup>2</sup> (mínimo)
DIN 53504: 1994		
Alongamento à Ruptura (%)	620	200% (mínimo)
DIN 53504: 1994		
Resistência ao Flexionamento Contínuo	Sem progressão	Progressão dos perfuros: 4,0 mm (máximo)

\* PFI - Recomendações fornecidas pelo Instituto de Ensaios e Pesquisas para a Fabricação de Calçados, Pirmasens, Alemanha, segundo Fischer W. et Nickolaus, 1987.

No calçado pronto, o resultado obtido para a determinação da Resistência à Descolagem do Solado está apresentado na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Resistência à Descolagem do Solado, no Calçado Pronto

Ensaio	Resultado			Especificação: PFI*	
	Pé	Direito	Esquerdo	Calçado	
				Moda	Uso Diário
Resistência à Descolagem do Solado (N)	Bico	245	206	200	250
	Planta	471	412	100	200

\* PFI - Recomendação fornecida pelo Instituto de Ensaios e Pesquisas para a Fabricação de Calçados, Pirmasens, Alemanha, segundo Fischer W. et Nickolaus, 1987.

O calçado resultante respeita os critérios estabelecidos pela Comunidade Comum Européia, para concessão da Etiqueta Ecológica.

#### 4. CONCLUSÕES:

A análise dos resultados obtidos no desenvolvimento de um calçado de couro com o emprego de tecnologia limpa mostra que:

- é garantida a manutenção da qualidade do produto final, pelo emprego dos novos materiais proposto para a construção;
- é possível a utilização de novos materiais que levem em conta o grau de toxicidade, re-uso e reciclagem, com menor desperdício de matérias primas e consumo de energia e
- o processo é viável em termos de escala industrial.

#### Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004 Resíduos sólidos:** classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **Permeabilidade ao Vapor D'água:** DIN-EN ISO 20346:2004. Novo Hamburgo: Versão traduzida pelo Centro Tecnológico de Calçados do SENAI, 2004.

CRITÉRIOS ecológicos revisados para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria al calzado y se modifica la Decisión 1999/179/CE: decisión de la comisión de 18 de marzo de 2002 (DO 20.03.2002). **Diario Oficial de las Comunidades Europeas.** Disponível em: <[http://europa.eu.int/eur-ex/es/archive/2002/l\\_07720020320es.html](http://europa.eu.int/eur-ex/es/archive/2002/l_07720020320es.html)>. Acesso em: 10 jan. 2007.

FISCHER W. ET NICKOLAUS. **Manual do PFI - Instituto de Ensaios e Pesquisas para a Fabricação de Calçados.** Pirmasens: PFI, 1987, 190p.

SERRANO, C., et al. **Mapeamento dos resíduos poliméricos produzidos pela Indústria Calçadista na Região do Vale do Rio dos Sinos.** Anais do 6º Congresso Abpol. Gramado, 2001.