



Encontro Internacional sobre Gestão  
Empresarial e Meio Ambiente

## **GERAÇÃO DE RESÍDUOS AO LONGO DA CADEIA CALÇADISTA: UMA DISCUSSÃO A PARTIR DO MAPEAMENTO DA LITERATURA**

**GABRIELA AMOROZO FRANCISCO**

Universidade de São Paulo  
gabrielaamorozofrancisco@usp.br

**SYLMARA LOPES FRANCELINO GONÇALVES DIAS**

Universidade de São Paulo  
sgdias@usp.br

**PAULO TROMBONI DE SOUZA NASCIMENTO**

Universidade de São Paulo  
tromboni@usp.br

**ADRIANA MAROTTI DE MELLO**

Universidade de São Paulo  
adriana.marotti@usp.br

## GERAÇÃO DE RESÍDUOS AO LONGO DA CADEIA CALÇADISTA: UMA DISCUSSÃO A PARTIR DO MAPEAMENTO DA LITERATURA

### Resumo

A produção calçadista segue o funcionamento de *fast-fashion* da indústria da moda, baseada nos princípios *just-in-time*, redução de custos e flexibilidade, com uso intenso de recursos naturais e grande geração de resíduos, efluentes e emissões. Este estudo teve como objetivo elaborar um mapeamento da geração de resíduos oriundos do processo produtivo segundo cada elo da cadeia calçadista. O método utilizado foi revisão de literatura, com utilização de textos científicos e não-científicos para corroborar a análise e discussão dos dados. A elaboração do mapeamento foi orientada por cinco aspectos principais dos resíduos: tipo, importância relativa (aspectos relacionados a impactos ambientais, custos e riscos), periculosidade, possibilidades de tratamento ou prevenção, e iniciativas empregando-as no mercado. Os elos do couro, têxtil e componentes apresentaram maior quantidade de referências localizadas, sendo os dois primeiros os maiores geradores de resíduos perigosos. As principais possibilidades encontradas foram recuperação de energia e reuso. Entretanto ainda se encontram, de maneira geral, em estágio experimental. Registros de iniciativas foram escassos. Pode-se concluir que a indústria calçadista ainda tem um caminho a trilhar no sentido de otimizar fluxos e reduzir emissões desnecessárias. Assim, este estudo revelou que os esforços da cadeia calçadista para redução de impactos oriundos dos resíduos gerados ao longo do seu processo produtivo têm sido feitos de maneira incremental e segmentada, e o conhecimento acumulado sobre o tema até o presente é esparso. Essa desarticulação evidencia a necessidade de estudos exploratórios compreensivos para sistematização desse conhecimento, de modo a auxiliar pesquisas futuras.

Palavras-chave: calçado; gestão de resíduos; cadeia produtiva; sustentabilidade; revisão de literatura.

## MAPPING OF THE WASTE GENERATION ALONG THE FOOTWEAR PRODUCTION CHAIN: A DISCUSSION BASED ON THE LITERATURE

### Abstract

The footwear production follows the *fast-fashion* operation logic of the fashion industry, based on *just-in-time* principles, cost reduction and flexibility, with intense natural resources input and large generation of waste, effluents and emissions. This paper aimed at mapping these waste streams according to the link in the production chain in which they are originated. Literature review was the method of choice, using both scientific and non-scientific documents for more comprehensive analysis and discussion. Five main aspects related to the waste oriented the mapping process: type, relative importance (aspects connected to environmental impacts, costs and risks), hazard, prevention or treatment possibilities and initiatives employing them in the market. The leather, textile and components links presented the highest numbers of located references, being the first two the largest generators of hazardous waste. The main possibilities found were energy recovery and reuse – both found to be still in experimental level. Records of initiatives were very scarce. It can be concluded that the footwear industry still has ground to cover in the direction of optimizing fluxes and reducing unnecessary emissions. Thus, this study reveals how segmented and incremental the efforts for reducing impacts associated to the waste generated along the footwear production process have been, and the knowledge so far accumulated is sparse. This lack of articulation shows the need for comprehensive exploratory studies for organising this knowledge in order to support future research.

Keywords: footwear; waste management; production chain; sustainability; literature review.

## 1. Introdução

A cadeia calçadista segue os moldes da indústria da moda em termos de dinâmica de produção: prazos de produção (*lead-times*) cada vez mais curtos, simultaneidade de coleções e lotes pequenos, e alta frequência de reposição, propulsão pela alta competitividade. Esse funcionamento – conhecido como *fast-fashion* – segue à risca os princípios *just-in-time* (JIT) de operações, o que exige grande consumo de recursos e rapidez dos processos produtivos e de distribuição. Como características, a produção calçadista apresenta o uso intenso de recursos (matéria-prima, água, energia) e de mão-de-obra. Ressalta-se ainda que o processo produtivo apresenta uso intensivo de materiais perigosos variados, enorme geração de resíduos, efluentes e emissões, que são em sua maioria considerados como externalidades. De fato, a tendência e o incremento das externalidades da cadeia de produção calçadista ganhou força a partir da década de 1970 com a globalização da produção e comercialização em massa (JACQUES *et al.*, 2010; STAIKOS; RAHIMIFARD, 2007; DE BRITO *et. al.*, 2008; TOKATLI; KIZILGÜN, 2009).

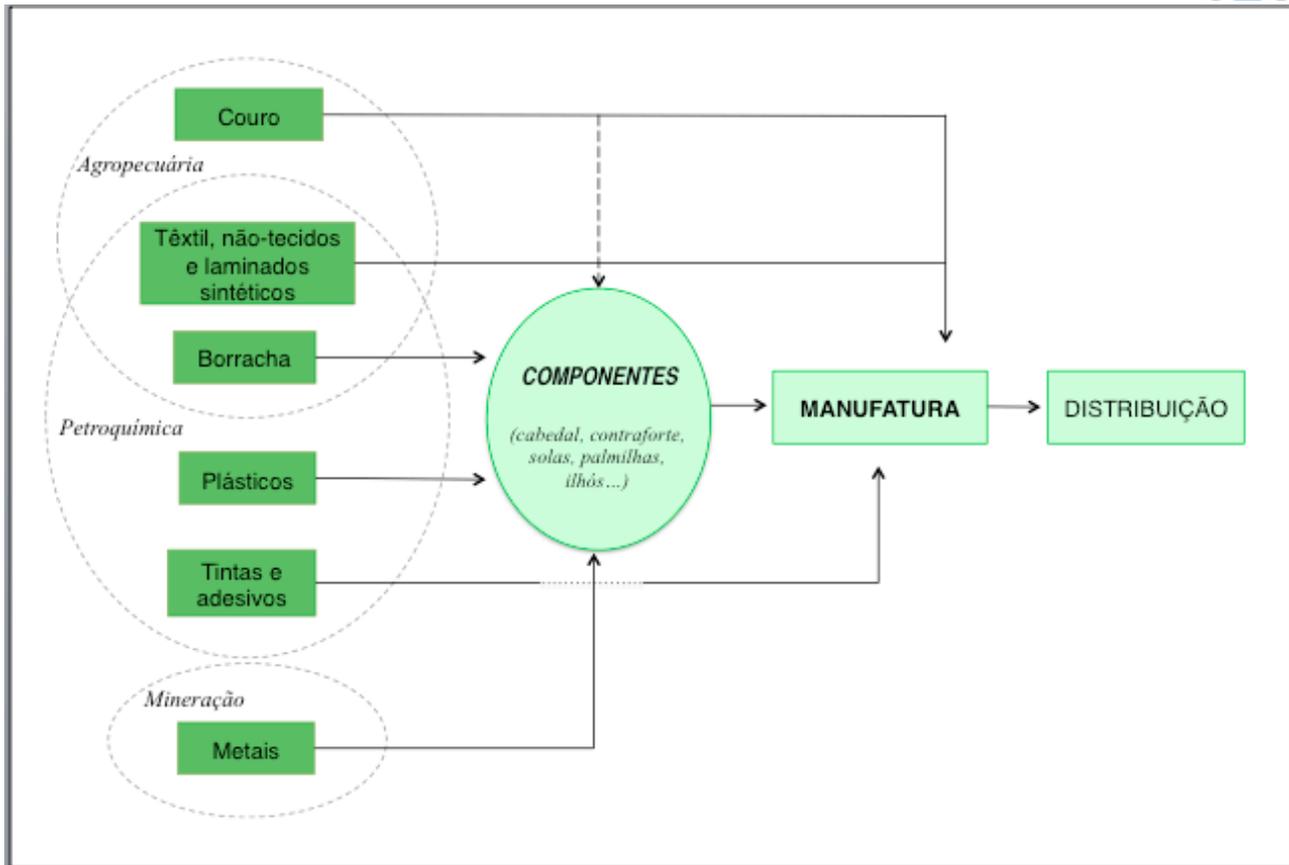
Do ponto de vista de uma reorientação da gestão dessa cadeia de suprimentos à sustentabilidade, trata-se de um desafio, especialmente por causa do grande número e diversidade entre os participantes do processo de produção-comercialização-consumo-descarte, da quantidade de empresas focais e da distância entre os elos. Deve-se ainda levar em conta o envolvimento dos fornecedores em outras cadeias produtivas, como a automobilística e a moveleira. No tocante à gestão de resíduos (aspectos relacionados a impactos ambientais, custos e riscos), abordagens preventivas e mais abrangentes apresentam dificuldades de implementação, tornando evidente a necessidade de maior articulação entre os elos.

Esforços para redução de impactos oriundos dos resíduos gerados ao longo da cadeia produtiva de calçados têm sido feitos de maneira incremental e segmentada (JACQUES *et al.*, 2010), e o conhecimento acumulado sobre o tema até o presente é esparso. Essa desarticulação evidencia a necessidade de estudos exploratórios compreensivos para sistematização desse conhecimento, de modo a auxiliar pesquisas futuras. Por isso, o presente trabalho teve como objetivo mapear os resíduos gerados nos principais elos identificados da cadeia produtiva calçadista em termos de tipo, importância relativa (aspectos como volume gerado, grau de impactos e riscos ambientais), periculosidade, possibilidades de prevenção ou tratamento, e iniciativas colocando-as em prática no mercado. De maneira geral, buscou-se identificar lacunas e fornecer insumos para o aprofundamento da discussão acerca dos resíduos associados à cadeia calçadista sob a ótica da gestão de operações para a sustentabilidade.

Este artigo está organizado em quatro seções incluindo esta introdução; na seção seguinte são descritos os procedimentos metodológicos e na terceira, são apresentados os resultados encontrados na forma de mapeamento e discussão. Na última seção são feitas as considerações finais, críticas e proposições para estudos futuros.

## 2. Procedimentos metodológicos

Trata-se de um trabalho teórico, no qual *desk research* foi adotado como procedimento metodológico. Para iniciar o estudo foi necessário elaborar primeiramente um desenho esquemático da cadeia produtiva calçadista (figura 1), de modo a compor o cenário sobre o qual se pretendeu mapear a geração dos resíduos.



**Figura 1:** A cadeia produtiva calçadista com seus principais elos  
Fonte: elaboração própria

O recorte escolhido para esta sistematização envolveu apenas a cadeia produtiva direta, sendo desconsiderados, portanto, fluxos paralelos – como embalagens e máquinas – e reversos (pós-consumo).

Para orientar a busca, foram propostas cinco questões relacionadas à geração dos resíduos provenientes da cadeia produtiva calçadista, e que funcionaram como questões direcionadoras da análise e discussão dos dados. Foram elas:

- i. Quais são os resíduos gerados em cada elo da cadeia calçadista?
- ii. Qual é a importância relativa de aspectos como volume gerado, grau de impacto e riscos ambientais desses resíduos?
- iii. Eles são perigosos? Se sim, quais são os perigos que representam?
- iv. Há possibilidades de tratamento, descarte apropriado ou reinserção no ciclo produtivo (calçadista ou outro)?
- v. Há iniciativas para tratamento ou prevenção de resíduos já postas em prática no mercado?

O trabalho foi realizado em duas etapas lógicas utilizando diferentes fontes de informação, consistindo de uma busca em textos científicos (etapa *a*) e outra, em bases não-científicas (etapa *b*).

Posteriormente foi realizada triangulação das informações obtidas nas duas etapas para responder às questões direcionadoras visando produzir um mapeamento da geração de resíduos na cadeia estudada.

### 2.1. Etapa a: textos científicos

Nesta etapa foi realizada busca sistemática nas bases de periódicos internacionais *EBSCO*, *Web of Science*, *JStor* e *Scopus* (para artigos em inglês) e nas bases *SciELO* e *Redalyc* (para artigos em português) utilizando-se as combinações de palavras-chave apresentadas no quadro abaixo:

Palavras-chave utilizadas	
footwear + (calçado)	<i>waste</i> (resíduo)
	<i>reuse</i> (reuso)
	<i>recycling</i> (reciclagem)
	<i>waste management</i> (gestão de resíduos)
	<i>waste minimization</i> (minimização do resíduo)
	<i>waste prevention</i> (prevenção do resíduo)
	<i>ecodesign</i>
	<i>DfX</i>
	<i>supply-chain management</i> (gestão da cadeia de suprimentos)
	<i>LCA</i> (ACV)

**Quadro 1:** combinações de palavras-chave utilizadas para busca de textos nas bases científicas  
Fonte: elaboração própria baseada em Francisco *et al.*, 2013

Os termos escolhidos são comumente encontrados na literatura relativa à gestão de resíduos e muitos deles já foram utilizados em busca similar com foco nos resíduos pós-consumo do calçado (FRANCISCO *et al.*, 2013). A busca dos termos foi restrita aos títulos e resumos dos trabalhos. O intervalo temporal definido para busca foi a partir de 1992 até o presente, considerando-se como marco histórico a publicação da Agenda 21, pois se trata do primeiro grande esforço internacional para, entre outros propósitos, trazer a temática da sustentabilidade para as estratégias e práticas empresariais. Para esta etapa foram adotados os seguintes critérios de exclusão:

- i. estudos publicados em formato que não o de artigo científico;
- ii. textos incompletos;
- iii. estudos cuja temática principal não tivesse relação com a cadeia produtiva do calçado;
- iv. estudos publicados antes de 1992.

Por fim, foi feita a leitura dos trabalhos e sistematização das informações presentes visando responder às questões propostas.

### 2.2. Etapa b: busca em bases não-científicas

Segundo Jacques *et al.* (2010), o Brasil pertence ao grupo dos países “desenvolvedores e produtores” de calçados de acordo com sua inserção na indústria global (juntamente com Índia e Rússia), o que significa que toda a cadeia produtiva está contida no mesmo país, com quase nenhuma ou nenhuma externalização. Por este motivo, nesta etapa optou-se por um recorte para as bases não acadêmicas de textos de origem predominantemente nacional. Assim, dentro do tema e escopo definidos, buscou-se por documentos nas seguintes fontes:

- ▶ Agências ambientais: sites das agências dos estados brasileiros onde a produção calçadista é mais expressiva – Rio Grande do Sul, São Paulo e Ceará. Escolheu-se as agências por se tratarem de órgãos executivos ligados às práticas de fiscalização, regulação e licenciamento;
- ▶ Órgão normativo: site da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT);
- ▶ Associações de classe do setor: sites da Associação Brasileira das Indústrias de Calçado (Abicalçados) e da Associação Brasileira de Empresas de Componentes para Couro, Calçados e Artefatos (Assintecal).

Considerando que as ferramentas de busca presentes em websites oferecem menos recursos quando comparadas às ferramentas acadêmicas de busca avançada, decidiu-se realizar também “varredura” nos mesmos sites, de modo a validar os resultados. Buscou-se também por notícias relacionadas nos sites previamente citados, bem como no portal de busca Google, utilizando as combinações de termos presentes no Quadro 2.

Termos para busca não-científica	
calçado / sapato	lixo
	resíduo
	reuso
	reciclagem
	minimização do resíduo
	prevenção do resíduo
	<i>ecodesign</i>
	descarte

**Quadro 2:** combinações de termos utilizados para busca em bases não-científicas

Fonte: elaboração própria baseado em Francisco, 2013

Por fim, abrindo uma exceção ao recorte selecionado, foi realizada busca por documentos no site do Greenpeace, organização não-governamental internacional com histórico envolvimento com a temática de impactos ambientais provenientes de indústrias. Tal exceção foi motivada pelo conhecimento prévio dos autores sobre relatórios dessa organização tratando dos impactos ambientais causados pela indústria têxtil, bem como pela publicação de relatórios de livre acesso.

Foi feita leitura e categorização do material encontrado seguindo as questões que nortearam este estudo. As informações geradas foram sistematizadas juntamente com as encontradas na etapa *a*.

### 3. Apresentação e discussão dos resultados

Aos resultados foi dado primeiramente um tratamento qualitativo, no qual os trabalhos encontrados foram organizados de acordo com a data de publicação, periódico e elo da cadeia a que se referem. Depois foi feito o cruzamento das informações encontradas para elaboração do mapeamento.

### 3.1. Etapa a

A busca nas bases científicas após a aplicação dos filtros definidos resultou em 12 artigos. A leitura destes mostrou que, no geral, a sua maioria se relacionava a um elo específico da cadeia. Foram localizadas poucas exceções onde abordagens mais abrangentes, relacionadas à metodologia, foram realizadas. Os elos/segmentos industriais com maior frequência de estudos encontrados foram do couro e dos componentes.

Os trabalhos podem ser classificados basicamente em duas categorias: artigos técnicos – publicados em periódicos ligados à engenharia, especializados em materiais, técnicas e tecnologia – e artigos de gestão, de áreas mais amplas como administração, gestão de resíduos e de organização do trabalho. O Quadro 3 apresenta os artigos divididos segundo essa categorização.

Categoria	Autores	Título	Periódico	Ano
Técnico	Araújo <i>et al.</i>	Propriedades mecânicas de blendas de PS/resíduo de borracha – influência da concentração, granulometria e método de moldagem	<i>Polímeros: Ciência e Tecnologia</i>	1997
	Bahillo <i>et al.</i>	Thermal valorization of footwear leather wastes in bubbling fluidized bed combustion	<i>Waste Management</i>	2004
	Godinho <i>et al.</i>	Formation of PCDD and PCDF in the thermal treatment of footwear leather wastes	<i>Journal of Hazardous Materials</i>	2009
	Lima; Leite; Santiago	Recycled lightweight concrete made from footwear industry waste and CDW	<i>Waste Management</i>	2010
	Borchardt <i>et al.</i>	Reprojeto do contraforte: um caso de aplicação do ecodesign em manufatura calçadista	<i>Produção</i>	2010
	Rodrigues <i>et al.</i>	Co-gasification of footwear leather waste and high ash coal: a thermodynamic analysis	<i>The 27th Annual International Pittsburgh Coal Conference</i>	2010
	Godinho <i>et al.</i>	High-temperature corrosion during the thermal treatment of footwear leather wastes	<i>Fuel Processing Technology</i>	2011
	Wenzel <i>et al.</i>	Production of high carbon ferrochromium alloy from footwear leather waste ash through a carbothermic reduction	<i>Journal of the American Leather Chemists Association</i>	2012
	Oliveira <i>et al.</i>	Compósitos à base de gesso com resíduos de EVA e vermiculita	<i>Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental</i>	2012
Gestão	Viegas; Fracasso	Capacidade tecnológica e gestão de resíduos em empresas de calçados do Vale do Sinos: estudo de dois casos	<i>Revista de Administração Contemporânea</i>	1998
	Milà <i>et al.</i>	Application of Life Cycle Assessment to footwear	<i>International Journal of Life Cycle Assessment</i>	1998
	Cornelli; Guimarães	Macroergonomic intervention for work design improvement and raw materials waste reduction in a small footwear components company in Rio Grande do Sul - Brazil	<i>Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation</i>	2012

**Quadro 3:** categorização dos artigos encontrados segundo escopo

Fonte: elaboração própria

Nota-se predominância de artigos de cunho técnico (práticos), que propõem e testam soluções. A forte especialização tecnológica demonstra como a temática vem sendo tratada de maneira segmentada conforme alertaram Jacques *et al.* (2010), e também constataram Francisco *et al.* (2013) com relação aos resíduos pós-consumo do calçado.

Com relação à data das publicações, observa-se maior quantidade de artigos a partir da década de 2000, evidenciando a atualidade dos esforços na pesquisa acerca da geração dos resíduos ao longo da cadeia calçadista. Pode-se dizer que se trata de uma temática ainda pouco explorada, com baixa adesão das instituições e redes de pesquisadores tanto no Brasil como no exterior.

Por fim, é importante apontar a predominância de abordagens corretivas (*end-of-pipe*) apresentadas nos artigos – ao invés de preventivas. Esta evidência parece indicar uma postura reativa por parte dos estudos em torno desta temática. Isso pode ser reflexo da abordagem das empresas envolvidas nesta cadeia produtiva, mas principalmente das lacunas da literatura e da pesquisa neste campo de estudo.

### **3.2. Etapa b**

Esta etapa apresentou dificuldades, em parte devido a limitações das ferramentas de busca disponíveis nos portais da internet: por exemplo, não há a função de busca avançada e de busca por palavras-chave em notícias. A restrição ao acesso a documentos por parte das associações (concedido apenas a associados) também foi um empecilho.

- Agências ambientais: para os estados de São Paulo e Ceará não foram encontrados documentos ou informações relevantes para este trabalho seguindo o método estabelecido. Para o estado do Rio Grande do Sul foi encontrado um relatório abrangente sobre a temática: “Relatório sobre a geração de resíduos sólidos industriais no estado do Rio Grande do Sul” (FEPAM, 2003). Este documento contém poucas especificidades com relação aos elos da cadeia calçadista, exceção ao setor coureiro-calçadista. Datado de 2003, é o diagnóstico mais recente dos resíduos da indústria no estado e tem caráter descritivo (não propositivo).
- ABNT: foi encontrada uma norma técnica relacionada ao elo do couro intitulada “Couro - Princípios, critérios e indicadores para produção sustentável” (ABNT, 2014), porém com acesso restrito à sua aquisição.
- Assintecal e Abicalçados: foram encontradas duas notícias relacionadas a iniciativas no site da primeira; na segunda não foi encontrado nenhum documento relacionado à temática deste estudo.
- Dois relatórios contendo informações relevantes para este estudo foram encontrados no site do Greenpeace: “Dirty Laundry: Unravelling the corporate connections to toxic water pollution in China” (2011) e “Toxic Threads: Polluting Paradise” (2013).

### **3.3. Mapeamento e análise integrada dos resultados**

As informações encontradas nas duas etapas foram sistematizadas no Quadro 4, cuja construção foi baseada nas cinco questões direcionadoras.

Elo da cadeia	Tipo de resíduo	Importância relativa	Potencialmente perigoso?	Perigos	Possibilidades	Iniciativas	Fonte
Couro	Retalhos e aparas de couro	Significativa	Sim	Na maior parte das vezes contém cromo (utilizado no curtimento) – substância com propriedades carcinogênicas quando no estado hexavalente – além de enxofre, cloro e sódio.	Tratamento: recuperação de energia por meio de combustão em sistema BFBC (Bubbling Fluidized Bed Combustion).		Bahillo <i>et al.</i> , 2004
					Tratamento: recuperação de energia por combustão seguida de recuperação do cromo das cinzas para produção de sulfato de cromo básico, ferrocromo com alto conteúdo de carbono ou sem carbono.		Godinho <i>et al.</i> , 2009
					Tratamento: recuperação de energia por meio de co-gasificação com carvão.		Rodrigues <i>et al.</i> , 2010
					Tratamento: recuperação de energia por meio de gasificação e combustão.		Godinho <i>et al.</i> , 2011
					Tratamento: recuperação de energia por combustão seguida de recuperação do cromo das cinzas para produção de liga de ferrocromo com alto conteúdo de carbono.		Wenzel <i>et al.</i> , 2012
					Reuso: produção de bolsas, peças de roupa e acessórios	PP - peças exclusivas em couro (Porto Alegre/RS e São Paulo/SP)	ASSINTECAL, 2014
	Pó de rebaixadeira	Significativa	Sim	Na maior parte das vezes contém cromo.			Milà <i>et al.</i> , 1998
	Raspas de couro		Sim	Na maior parte das vezes contém cromo.			Milà <i>et al.</i> , 1998
	Pêlos						Milà <i>et al.</i> , 1998
	Lodos de estações de tratamento de efluentes líquidos industriais		Sim				FEPAM, 2003
Óleos usados, embalagens e solventes contaminados, restos e borras de tinta		Sim				FEPAM, 2003	

**Quadro 4:** mapeamento dos resíduos na cadeia calçadista segundo seus principais elos

Fonte: elaboração própria

Elo da cadeia	Tipo de resíduo	Importância relativa	Potencialmente perigoso?	Perigos	Possibilidades	Iniciativas	Fonte
<b>Têxtil, não-tecidos e laminados sintéticos</b>	Aminas provenientes da quebra de corantes azóicos (anilina, anilinas cloradas, metilanilina, etilanilina, dietilanilina, o-anisidina)	Significativa	Sim	Apresentam alta solubilidade em água e toxicidade para diversos organismos aquáticos.			GREENPEACE, 2011
	Clorofenóis (di-, tri- e penta-)		Sim	Apresentam alta toxicidade para humanos (podendo afetar diversos órgãos) e organismos aquáticos.			GREENPEACE, 2011
	Compostos perfluorados (PFAS, PCFA, fluoropolímeros - ex: "Teflon", FTOHs)			Persistentes em qualquer meio, bioacumulativos (ligados a proteínas), ocasionam problemas de fígado e podem agir como disruptores endócrinos.			GREENPEACE, 2011
	Compostos de antimônio	Significativa	Sim	Causam dermatite e irritação do trato respiratório humano; interferência no sistema imunológico; possivelmente carcinogênico.			GREENPEACE, 2013
	Tributil fosfato	Significativa	Sim	Moderadamente persistente, tóxico à vida aquática e à humana se ingerido; possibilidade de causar irritações na pele; possivelmente carcinogênico.			GREENPEACE, 2013
	Alquilfenóis (nonilfenol e octilfenol) e seus etoxilatos	Significativa	Sim	Persistentes, bioacumulativos e tóxicos, podendo agir como disruptores endócrinos ou afetando o sistema imunológico.	Prevenção da geração do resíduo: restrição do uso com substituição por etoxilatos lineares de álcool.		GREENPEACE, 2011, 2013
<b>Borrachas</b>							
<b>Plásticos</b>	Sucatas e canais de injeção de contraforte				Reciclagem e reutilização na produção de novos contrafortes possibilitadas por práticas de ecodesign.		Borchardt <i>et al.</i> , 2010
<b>Tintas e adesivos</b>							

**Quadro 4:** mapeamento dos resíduos na cadeia calçadista segundo seus principais elos (cont.)

Fonte: elaboração própria

Elo da cadeia	Tipo de resíduo	Importância relativa	Potencialmente perigoso?	Perigos	Possibilidades	Iniciativas	Fonte	
<b>Metais</b>								
<b>Componentes</b>	Resíduo de solado (mistura complexa de copolímero de butadienoestireno, cargas, aditivos de processamento, agentes de cura e estabilizantes)				Reuso: blendagem com poliestireno (PS) por mistura mecânica para tenacificação deste (aumento da resistência ao choque mecânico).		Araújo <i>et al.</i> , 1997	
	Aparas e restos derivados do corte de não-tecidos, nylon, poliéster						Viegas e Fracasso, 1998	
	Aparas de EVA (oriundos da fabricação de solas, palmilhas e reforços)	Significativa				Reuso: uso como agregado juntamente com resíduos de construção e demolição na produção de concreto leve.		Lima, Leite e Santiago, 2010
						Reuso: uso como agregado na fabricação de compósito à base de gesso para proteção térmica de alvenarias (construção civil).		Oliveira <i>et al.</i> , 2012
	Poliuretano termoplástico (TPU) – usado na fabricação de tacos para salto					Prevenção do desperdício por meio de reorganização do sistema produtivo possibilitado pelo método participativo de Análise Macroergonômica do Trabalho (MA).		Cornelli e Guimarães, 2012
Sobras de forro sintético e de jersey					Reuso: produção de bucha para enchimento de sapato.	Bebecê calçados (Três Coroas/RS)	ASSINTECAL, 2013	

**Quadro 4:** mapeamento dos resíduos na cadeia calçadista segundo seus principais elos (cont.)

Fonte: elaboração própria

Elo da cadeia	Tipo de resíduo	Importância relativa	Potencialmente perigoso?	Perigos	Possibilidades	Iniciativas	Fonte
<b>Manufatura</b>	Restos de pregos e tachas, panos, estopas e pincéis sujos com produtos químicos e restos de solventes, tintas e outros produtos.						Viegas e Fracasso, 1998
	N-hexano (proveniente do uso de adesivos)		Sim				Milà <i>et al.</i> , 1998
	Tolueno (proveniente do uso de adesivos)		Sim				Milà <i>et al.</i> , 1998
	Diclorometano (proveniente do uso de adesivos)		Sim				Milà <i>et al.</i> , 1998
<b>Distribuição</b>							

**Quadro 4:** mapeamento dos resíduos na cadeia calçadista segundo seus principais elos (cont.)

Fonte: elaboração própria

### **3.3.1. Tipos de resíduo**

O elo do couro apresentou maior quantidade de artigos científicos com proposição de soluções técnicas embora não seja o que gera maior diversidade de resíduos. Os resíduos encontrados para este elo estão ligados diretamente ao processamento (pó de rebaixadeira, pêlos e raspas) e ao corte (aparas e retalhos) do produto, bem como às sobras e consequências desses processos (óleos usados, embalagens e solventes, borras e restos de tinta, lodos de Estação de Tratamento de Esgoto – ETE's). Apesar de se tratar de um processo produtivo antigo e bem consolidado, os estudos falham em fornecer um detalhamento dos resíduos gerados em cada uma das diferentes etapas do processo. Por outro lado, a maioria dos trabalhos técnicos fornece boa descrição da composição físico-química do material utilizado nos experimentos (ARAÚJO *et al.*, 1997; BAHILLO *et al.*, 2004; BORCHARDT *et al.*, 2010; LIMA; LEITE; SANTIAGO, 2010; RODRIGUES *et al.*, 2010; GODINHO *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2012; WENZEL *et al.*, 2012).

Com relação à produção de têxteis, não-tecidos e laminados sintéticos, todos os resíduos encontrados na literatura estão ligados ao processamento de têxteis e não-tecidos (preparo, tintura, acabamento e estamparia) e são emitidos na forma de efluentes (líquidos). Não foram encontrados materiais acerca dos resíduos provenientes da produção de laminados sintéticos, bem como de borrachas, tintas e adesivos, metais, e da etapa de distribuição.

O único trabalho relacionado ao elo dos plásticos encontrado apresenta uma abordagem preventiva do *ecodesign*, utilizado para evitar a geração de resíduos, ou com o objetivo de reinserir aquilo que é gerado durante o processo produtivo (BORCHARDT *et al.*, 2010). Trata-se de um trabalho pontual e de extrema especialização – não possibilita generalizações para os estudos em torno desta cadeia.

A produção de componentes gera grande diversidade de resíduos, o que está diretamente relacionado à grande quantidade de componentes que se pode produzir e utilizar. Segundo Lee e Rahimifard (2012), um par de calçados pode ser simples, composto de apenas dois componentes (como um chinelo), ou complexo, podendo exceder 60 componentes, como é o caso de muitos calçados esportivos modernos.

Os resíduos provenientes da manufatura (montagem) dos calçados, segundo os registros encontrados, consistem de sobras de materiais e substâncias resultantes da junção dos componentes, seja por meio de costuras ou colagem (VIEGAS; FRACASSO, 1998; MILÀ *et al.*, 1998).

### **3.3.2. Importância relativa relacionada a volume gerado, grau de impacto e riscos socioambientais**

Esta questão foi escolhida para fins de relativização dentro da cadeia, mas é de avaliação bastante subjetiva, sem escala de mensuração. O que se buscou fazer foi apreender dos documentos encontrados qual era a importância relativa do resíduo gerado em termos de aspectos e impactos, conferida principalmente pela sua periculosidade (grau de impacto e risco socioambiental) ou pelo volume absoluto gerado (escala). A maioria dos documentos consultados, no entanto, não abordou esta questão, representando mais uma lacuna na caracterização dos resíduos da cadeia calçadista.

Os resíduos do couro apresentam importância relativa significativa devido à grande quantidade em que são gerados e ao grau de impacto e riscos socioambientais que representam (MILÀ, 1998; VIEGAS; FRACASSO, 1998). Os efluentes oriundos da produção têxtil são importantes pelos mesmos motivos – além do seu estado líquido, que pode dificultar seu controle (GREENPEACE, 2011; 2013). A importância das aparas de EVA resultantes do corte para produção de solas, palmilhas e reforços se devem à grande quantidade em que elas são geradas; entretanto, os estudos consideram que esta característica seja inerente do processo (OLIVEIRA *et al.*, 2012; LIMA; LEITE; SANTIAGO, 2010).

### **3.3.4. Quanto à periculosidade**

Os elos que mais geram resíduos perigosos segundo os registros encontrados são o do couro e o dos têxteis e não-tecidos. Segundo a FEPAM (2003), o setor coureiro-calçadista é o maior gerador de resíduos perigosos no estado do Rio Grande do Sul. Entretanto, reconhece que esta indústria tem buscado continuamente um encaminhamento “ambientalmente adequado” deste tipo de resíduos devido ao controle e à fiscalização exercidos pelos órgãos competentes. A periculosidade do couro se deve principalmente ao uso do cromo. Este insumo é utilizado no curtimento da grande maioria das peles de animais devido à superioridade que confere ao produto final e ao custo-benefício que apresenta em relação aos compostos vegetais (taninos). O cromo persiste nas aparas, retalhos e pós e, em seu estado hexavalente, é um conhecido carcinogênico em humanos (BAHILLO *et al.*, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2010).

Com relação aos efluentes da produção têxtil, são perigosos não só pelos efeitos que podem causar (descritos no Quadro 4) como também por apresentarem dificuldades no tratamento. Seu estado líquido dificulta seu controle e uma prática comum é o descarte em corpos d’água, o que pode ampliar ainda seus efeitos negativos devido à possibilidade de reagir com outros compostos formando novos compostos tóxicos (GREENPEACE, 2011).

Os registros encontrados na busca deste trabalho apresentam diversas lacunas com relação à caracterização dos resíduos, as informações relativas à periculosidade do resíduo gerado representam apenas uma delas. Não foram encontradas informações com relação aos resíduos de plásticos e borrachas, mas segundo Oliveira *et al.* (2012) e Araújo *et al.* (1997), esses materiais apresentam resistência à biodegradação, permanecendo no ambiente por muito tempo quando simplesmente descartados – e daí a necessidade de um encaminhamento adequado, seja para prevenção, tratamento ou reinserção no processo produtivo.

### **3.3.5. Possibilidades e iniciativas para tratamento ou prevenção de resíduos**

Foram consideradas como possibilidades as alternativas estudadas para tratamento ou prevenção dos resíduos. Como iniciativas, consideraram-se as possibilidades colocadas em prática no mercado. Para analisar as possibilidades encontradas no mapeamento pode-se retomar o *framework* proposto por Staikos e Rahimifard (2007), segundo o qual existem duas abordagens para tratar os resíduos do calçado: (a) a *preventiva*, onde fazem parte medidas como *ecodesign*, melhorias ou substituição de materiais; e (b) a *corretiva*, que inclui medidas como recuperação de energia, reuso, reciclagem (com ou sem processamento) e a disposição final. Este panorama foi elaborado para os resíduos pós-consumo do calçado, mas é possível fazer um paralelo para os resíduos da produção incluindo-se nas medidas preventivas alterações no processo produtivo, como por exemplo, práticas de *lean* ou *green manufacturing* e reorganização do chão-de-fábrica (VIEGAS; FRACASSO, 1998; CORNELLI; GUIMARÃES, 2012).

As medidas propostas presentes no quadro consistem basicamente de medidas de reuso com inserção em outro ciclo produtivo e recuperação de energia – algumas com a necessidade de algum tipo de pré-processamento. Sob a ótica da produção enxuta, essas medidas podem ser consideradas eficientes se a utilização da energia gerada e o reuso dos resíduos forem voltados ao mesmo ciclo produtivo – caso contrário podem ser consideradas como perdas. Sob o ponto de vista ambiental, a prevenção da geração dos resíduos ainda é a opção mais interessante.

Há que se fazer aqui uma diferenciação entre as possibilidades que envolvem algum tipo de tratamento e aquelas que propõem a restrição ou substituição do uso de determinados materiais – direcionada a

certos compostos químicos de elevada toxicidade. Estas são geralmente aplicadas quando os efeitos do composto são extremos e geralmente em países onde a legislação ambiental é mais rígida. Aquelas dependem de maior integração da cadeia para progredirem.

Por fim, destaca-se o fato de que a maioria das possibilidades propostas nos trabalhos encontrados não avalia sua escalabilidade para o mercado, indicando um estágio ainda experimental, de teste.

#### **4. Considerações finais**

A cadeia produtiva dos calçados é complexa e compreende grande multiplicidade de processos produtivos, compostos de diversas etapas. Além disso, trata-se de uma cadeia geograficamente extensa devido à tendência de globalização da produção, gerando muitos aspectos de externalização de seus custos ao longo de todo processo, e provocando ainda emissões de gases oriundas do transporte. O Brasil é exceção nesse aspecto por alocar sua produção em conglomerados (arranjos produtivos locais), o que não diminui a complexidade de sua cadeia, mas apresenta desvantagens com relação aos custos. Nesse sentido, a atribuição dos resíduos a elos específicos se apresenta como oportunidade para reinserção destes na própria cadeia calçadista. Entretanto, há grandes desafios devido às diferenças na organização do sistema produtivo brasileiro.

De acordo com Dües, Tan e Lim (2012), o principal ponto em comum entre sistemas produtivos *Lean* e *Green* é o foco na eliminação de resíduos – para o primeiro no sentido de evitar perdas econômicas e para o segundo, no sentido de diminuir o impacto sobre o meio ambiente. Ainda segundo esses autores, não só é possível aliar esses paradigmas, como a produção enxuta na verdade pode servir como catalisador para tornar os processos menos impactantes. Neste caso, torna-se importante avaliar as oportunidades e escolher *trade-offs*. Assim, a indústria calçadista ainda tem um caminho a trilhar de modo a otimizar fluxos e reduzir emissões desnecessárias.

Com relação aos achados deste trabalho, as lacunas na caracterização dos resíduos e descrição da cadeia apresentam-se como um obstáculo para um conhecimento mais aprofundado da dinâmica de geração de resíduos e emissões ao longo do processo produtivo, de maneira a possibilitar a sua gestão. A utilização de documentação não-científica, apesar de apresentar dificuldades para levantamento e análise, enriqueceu a elaboração do mapeamento por esclarecer aspectos não encontrados na literatura científica. Na verdade, a literatura acadêmica localizada apresentou abordagem predominantemente técnica e fragmentada.

O mapeamento realizado neste estudo não pretendeu apresentar um caráter definitivo, mas trazer uma perspectiva abrangente da cadeia produtiva calçadista sob a ótica da geração dos resíduos – ausente na literatura até o presente. Dentro das limitações encontradas no processo de busca, conseguiram-se respostas às questões propostas. Para estudos futuros, sugerem-se estudos mais aprofundados em cada elo da cadeia calçadista (direta e reversa).

#### **Referências**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. “Couro - Princípios, critérios e indicadores para produção sustentável”. NBR 16296:2014, 28/06/2014.

ARAÚJO, Edcleide M. *et al.* “Propriedades mecânicas de blendas de PS/resíduo de borracha – influência da concentração, granulometria e método de moldagem”. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 7 (3): 45-52, 1997.

- ASSINTECAL. “Bebecê recicla 70% dos resíduos de sua produção e apresenta bucha descartável”. Novo Hamburgo – RS, 14/05/2013. Disponível em <http://ww3.assintecal.org.br/noticia/bebece-recicla-70-dos-residuos-de-sua-producao-e-apresenta-bucha-descartavel>. Acesso em 16/07/2014.
- ASSINTECAL. “PP Acessórios e as peças exclusivas feitas com retalhos de couro”. Novo Hamburgo - RS, 08/05/2014. Disponível em <http://ww3.assintecal.org.br/noticia/pp-acessorios-e-as-pecas-exclusivas-feitas-com-retalhos-de-couro>. Acesso em 16/07/2014.
- BAHILLO, A. *et al.* “Thermal valorization of footwear leather wastes in bubbling fluidized bed combustion”. *Waste Management*, 24 (9): 935-944, 2004.
- BORCHARDT, Miriam *et al.* “Reprojeto do contraforte: um caso de aplicação do ecodesign em manufatura calçadista”. *Produção*, 20 (3): 392-403, 2010.
- CORNELLI, Renata; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. “Macroergonomic intervention for work design improvement and raw materials waste reduction in a small footwear components company in Rio Grande do Sul – Brazil”. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41 (supplement 1): 5612-5620, 2012.
- DE BRITO, Marisa P., CARBONE, Valentina e BLANQUART, Corinne Meunier. “Towards a sustainable fashion retail supply chain in Europe: organisation and performance”. *International Journal of Production Economics*, 114 (2): 534-553, 2008.
- FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - RS. “Relatório sobre a geração de resíduos sólidos industriais no estado do Rio Grande do Sul”. s/l, FEPAM, 2003.
- FRANCISCO, Gabriela Amorozo; GONÇALVES DIAS, Sylmara Lopes Francelino; CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito. “A cadeia reversa do calçado: uma revisão da literatura com foco no resíduo”. In: *XVI Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais*, 2013. São Paulo. *Anais...* São Paulo: Fundação Getúlio Vargas - EAESP, 2013.
- GODINHO, Marcelo *et al.* “Formation of PCDD and PCDF in the thermal treatment of footwear leather wastes”. *Journal of Hazardous Materials*, 167 (1-3): 1100-1105, 2009.
- GODINHO, Marcelo *et al.* “High-temperature corrosion during the thermal treatment of footwear leather wastes”. *Fuel Processing Technology*, 92 (5): 1019-1025, 2011.
- GREENPEACE. *Dirty Laundry: Unravelling the corporate connections to toxic water pollution in China*. Amsterdã, Greenpeace International, 2011.
- GREENPEACE. *Toxic Threads: Polluting Paradise*. Amsterdã, Greenpeace International, 2013.
- JACQUES, Jocelise J.; AGOGINO, Alice M.; GUIMARÃES, Lia B. M. “Sustainable product development initiatives in the footwear industry based on the cradle to cradle concept”. *Proceedings ASME. 44144; Volume 6: 15th Design for Manufacturing and the Lifecycle Conference; 7th Symposium on International Design and Design Education*: p.473-481, janeiro, 2010.
- LEE, Michael James; RAHIMIFARD, Shahin. “An air-based automated material recycling system for postconsumer footwear products”. *Resources, Conservation and Recycling*, 69 (2012): 90-99, 2012.

- LIMA, Paulo Roberto Lopes; LEITE, Mônica Batista; SANTIAGO, Ediela Quintero Ribeiro. “Recycled lightweight concrete made from footwear industry waste and CDW”. *Waste Management*, 30 (6): 1107-1113, 2010.
- MILÀ, L. “Application of Life Cycle Assessment to footwear”. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 3 (4): 203-208, 1998.
- OLIVEIRA, Marília P. *et al.* “Compósitos à base de gesso com resíduos de EVA e vermiculita”. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16 (6): 684-689, 2012.
- RODRIGUES, Rodolfo *et al.* “Co-gasification of footwear leather waste and high ash coal: a thermodynamic analysis”. In: *The 27th Annual International Pittsburgh Coal Conference, 2010*. Istanbul. *Anais...* 2010.
- STAIKOS, Theodoros; RAHIMIFARD, Shahin. “Post-consumer waste management issues in the footwear industry”. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 221 (2): 363-368, 2007.
- SEURING, Stefan; MÜLLER, Martin. “From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management”. *Journal of Cleaner Production*, 16 (15): 1699-1710, 2008.
- TOKATLI, Nebahat; KIZILGÜN, Ömür. “From manufacturing garments for ready-to-wear to designing clothes for fast-fashion: the changing role of suppliers in the clothing industry”. *Environment and Planning A*, 41 (1): 146-162, janeiro, 2009.
- VIEGAS, Cláudia; FRACASSO, Edi Madalena. “Capacidade tecnológica e gestão de resíduos em empresas de calçados do Vale do Sinos: estudo de dois casos”. *Revista de Administração Contemporânea*, 2 (2): 41-62, 1998.
- WENZEL, B. M. *et al.* “Production of high carbon ferrochromium alloy from footwear leather waste ash through a carbothermic reduction”. *Journal of the American Leather Chemists Association*, 107 (11): 375 - 384, 2012.