



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO SETOR CALÇADISTA
SOB A ÓTICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

ADRIANA HOENISCH DA SILVA

São Leopoldo, Março de 2016.

ADRIANA HOENISCH DA SILVA

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO SETOR CALÇADISTA SOB A ÓTICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes

Co-Orientador: Prof^a. Dra. Regina Célia Espinosa
Modolo

Banca examinadora: Prof^a. Dra. Ana Cristina de Almeida
Garcia

Prof^a.Dra. Cláudia Viviane Viegas

Prof^a Dra. Feliciane Andrade Brehm

São Leopoldo, Março de 2016.

S586a Silva, Adriana Hoenisch da.
Avaliação ambiental do setor calçadista sob a ótica da gestão de resíduos sólidos / Adriana Hoenisch da Silva. – 2016.
143 f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2016.
“Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes ; Co-orientador: Prof^a. Dra. Regina Célia Espinosa Modolo”.

1. Resíduos sólidos – Tratamento. 2. Resíduos industriais – Aspectos ambientais. 3. Calçados – Indústrias – Rio Grande do Sul. 4. Reaproveitamento (sobras, refugos, etc.). I. Título.

CDU 628.4.038:685.34

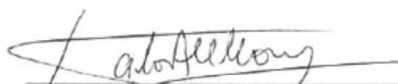
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecária: Carla Maria Goulart de Moraes – CRB 10/1252)


ADRIANA HOENISCH DA SLIVA

**“AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO SETOR CALÇADISTA SOB
A ÓTICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS”**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração: Gerenciamento de Resíduos, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

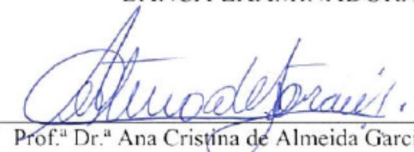
Aprovada em 28 de março de 2016.



Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes
Orientador - UNISINOS


Prof.ª Dr.ª Luciana Paulo Gomes
Coordenadora do PPGEC - UNISINOS


Prof.ª Dr.ª Regina Célia Espinosa Modolo
Coorientadora - UNISINOS

BANCA EXAMINADORA


Prof.ª Dr.ª Ana Cristina de Almeida Garcia - UNISINOS


Prof.ª Dr.ª Cláudia Viviane Viegas - UNISINOS/PPGEP


Prof.ª Dr.ª Feliciane Andrade Brehm – UNISINOS/ PPGEC

Dedico a todas as pessoas que me apoiaram em todos os anos de estudos, anteriores ao mestrado, e mais ainda durante esta jornada.

AGRADECIMENTOS

À minha família, amigos e colegas que compreenderam toda a ausência, angústias, medo e também alegrias pelas quais passei nestes dois anos.

Ao professor Carlos que antes mesmo da seleção de mestrado me deu oportunidades e me ajudou neste caminho, incentivando sempre, e sendo compreensivo, mas também firme quando foi preciso.

A professora Regina que desde a sua chegada, foi muito atenciosa e incentivadora também.

A estes dois queridos professores deixo um agradecimento enorme por me ajudarem a ampliar os meus conhecimentos quando aceitaram dividir os seus.

A Suellen, que me ajudou muito nas pesquisas bibliográficas e busca de dados, e que teve muita paciência comigo.

A Jenifer, que em pouco tempo me ajudou com o mapeamento e foi muito solícita.

As minhas colegas de mestrado Débora, Jaqueline e Luísa, que me apoiaram, me ouviram e entediam nos momentos de aflição, e pelos momentos de descontração nos encontros, ou por e-mail ou Skype.

Ao órgão de fomento à pesquisa, CAPES, pela concessão da bolsa de estudos e, pelo financiamento da pesquisa.

FONTES DE FINANCIAMENTO DA PESQUISA

A realização desse trabalho foi possível com o apoio das seguintes fontes

financiadoras:



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	JUSTIFICATIVA	24
1.2	OBJETIVOS	26
1.2.1	Objetivo geral	26
1.2.2	Objetivos específicos	26
1.3	ESTRUTURA DA PESQUISA	27
1.4	DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	27
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
2.1	INDÚSTRIA DE CALÇADOS	29
2.1.1	Setor calçadista no Brasil	31
2.2	PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO CALÇADO	32
2.2.1	Os tipos de calçado	32
2.2.2	As partes que compõem o calçado	33
2.2.3	Setores de produção	36
2.2.4	Fabricação de calçado e a cadeia diversa	41
2.3	PRODUÇÃO DE CALÇADOS E A QUESTÃO AMBIENTAL	47
2.3.1	Processo produtivo do couro	48
2.3.2	Couro e o meio ambiente	51
2.3.3	Processo de produção do PVC (Policloreto de vinila)	54
2.3.4	PVC e o meio ambiente	56
2.3.5	Processo de produção do EVA (Etileno acetato de vinila)	57
2.3.6	EVA e o meio ambiente	60
2.4	AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)	60
2.4.1	Aplicações da ACV	64
2.4.2	Inventário de ciclo de vida (ICV)	66
2.5	PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	67
2.6	RECICLAGEM DE RESÍDUOS DO SETOR CALÇADISTA	70
3	MATERIAIS E MÉTODOS	75
3.1	METODOLOGIA	75
3.1.1	Etapa 1	77
3.1.2	Etapa 2	79
3.1.3	Etapa 3	79
3.1.4	Etapa 4	82
4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	83
4.1	AVALIAÇÃO DO PERFIL DAS EMPRESAS CALÇADISTAS	83
4.2	QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS EMPRESAS CALÇADISTAS	87
4.2.1	Avaliação do envio dos questionários	87
4.2.2	Visita técnica	100
4.2.3	Avaliação dos questionários enviados às centrais de resíduos sólidos	102
4.3	INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA	106
4.3.1	Avaliação inventário de ciclo de vida	112
4.3.2	Avaliação de Aspectos e Impactos ambientais	114
5	CONCLUSÃO	121
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	123
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
	APÊNDICE A	137
	APÊNDICE B	140

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Levantamento de artigos em bases de dados.....	25
Tabela 2 - Dez maiores produtores mundiais de calçados (2013).....	29
Tabela 3 - Maiores consumidores mundiais de calçado (2013)	30
Tabela 4–Estudos do uso de resíduo de couro.....	54
Tabela 5 - Informações sobre o número de empresas da indústria de calçados e quantidade de RSI produzidos/gerados no Estado, em 2014– PERS-RS/SIGECORS.....	70
Tabela 6 - Critério abrangência	81
Tabela 7– Critério severidade.....	81
Tabela 8 – Critério frequência	81
Tabela 9 – Critério ação.....	82
Tabela 10 – Classificação de criticidade dos impactos ambientais	82
Tabela 11- Resumo sobre o envio dos questionários	88
Tabela 12 – Tipo de destinação final de RSI no estado.....	97
Tabela 13 – Custo de destinação x total de geração de resíduos por empresa	98
Tabela 14 – Resumo o envio dos questionários	102
Tabela 15 – Relação de cidades que destinam seus resíduos às centrais entrevistadas.....	103
Tabela 16 – Centrais x tipos de resíduos recebidos.....	104
Tabela 17 – Tipos de resíduos recebidos x quantidade/ mês.....	105
Tabela 18 – Tipo de Resíduo x destinação final por central de resíduos sólidos.....	106
Tabela 19 – Quantificação de materiais dos calçados	107
Tabela 20 – Avaliação dos potenciais aspectos e impactos ambientais	115

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção de calçados por continente.....	30
Figura 2 - Modelo de calçado feminino baixo e as partes que o compõem	36
Figura 3 - Modelo de calçado esportivo e as partes que o compõem.....	36
Figura 4 - Fluxograma das principais etapas da produção de calçado	37
Figura 5 - Palmilha de montagem com reforço	40
Figura 6 - Participação das exportações por tipo de calçado 2001-2011	43
Figura 7 - Exportação por tipo de calçado por continente 2001-2011	44
Figura 8- Distribuição da produção de calçado por matéria prima	45
Figura 9 - Cadeia calçadista e suas inter-relações	47
Figura 10- Aspectos ambientais desde a matéria-prima até o sapato acabado: efeitos sobre o meio ambiente	48
Figura 11- Fluxograma esquemático da fabricação de couros: operações de ribeira, curtimento, acabamento molhado e acabamento	49
Figura 12 - Diagrama de fluxo de resíduos para a indústria do couro.....	52
Figura 13 – Fluxogram da fabricação do PVC.....	55
Figura 14 – Gráfico do tempo de vida útil aproximado dos principais produtos feitos com PVC e seu percentual de utilização.	56
Figura 15 – Fluxograma de produção do EVA.....	59
Figura 16- Fases de uma ACV	63
Figura 17– Ciclo de vida proposto para o calçado	64
Figura 18 - Etapas da metodologia.....	76
Figura 19 - Escopo do estudo	80
Figura 20 - Mapa do Rio Grande do Sul e destaque às regiões com presença de empresas calçadistas associadas	85
Figura 21 – Mapa com os principais pólos calçadistas brasileiros.....	86
Figura 22 – Mapa do Rio Grande do Sul com destaque para as cidades com empresas participantes na pesquisa	87
Figura 23 – Resultado dos questionários enviados.....	88
Figura 24 – Número de empresas quanto ao gênero de calçado fabricado	90
Figura 25 – Empresas por tipo de calçado.....	91
Figura 26– Porcentagem de empresas respondentes que geram cada tipo de resíduo mencionado nos questionários.....	92
Figura 27– Gráfico comparativo de geração de resíduo por unidade fabril	93
Figura 28– Gráfico comparativo de geração de resíduo por unidade fabril	94
Figura 29 – Gráfico da relação de ações implementadas para minimização de resíduos em percentual de respostas	95
Figura 30– Destinação dos resíduos sólidos das empresas respondentes.....	96
Figura 31 – Envolvimento com iniciativas de sustentabilidade e meio ambiente.....	99
Figura 32 – Modelagem CAD sendo utilizado para o corte de couro	101
Figura 33 – Material reciclado de TPU já misturado com material virgem.....	101
Figura 34– Gráfico de retorno dos questionários	102
Figura 35 – Fluxograma do processo para a análise de inventário.....	113
Figura 36– Fluxograma com inventário para o calçado confeccionado em couro.....	113
Figura 37 – Fluxograma com inventário para o calçado confeccionado em sintético	114

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Projetos e produtos a partir de resíduos da fabricação de calçado.....	73
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
APPICAPS – Portuguese Footwear Components and Leather Goods Manufactures Association
ABICALÇADOS – Associação Brasileira das Indústrias de Calçados
ABETRE – Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos
ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ACINH – Associação Comercial e Industrial de Novo Hamburgo
ACV – Avaliação do Ciclo de Vida
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
APEX – Agência Brasileira de Promoção de Exportação e Investimento
ASSINTECAL – Associação Brasileira de Indústrias de Componentes para Couro, Calçados e Artefatos
COREDES – Conselhos Regionais de Desenvolvimento
ICV – Inventário do Ciclo de Vida
IEMI – Instituto de Estudos e Marketing Industrial
EVA – Etileno Acetato de Vinilia
FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler
LO – Licença de Operação
PERS – Plano Estadual de Resíduo Sólido
PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PVC – Policloreto de Vinila
SBRI – Sistema Integrado de Bolsas de Resíduos
RSI – Resíduo Sólido Industrial

RESUMO

SILVA, A. H. da. **AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO SETOR CALÇADISTA SOB A ÓTICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**. São Leopoldo, 2016. 147f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Unisinos, São Leopoldo. Ano.

Com a crescente e efetiva preocupação com o meio ambiente, com o uso de recursos não renováveis, a gestão da reutilização e reciclagem e não por menos, da geração de resíduos, industriais, tem sido o interesse de pesquisas e projetos. O produto calçado utiliza em seu processo de fabricação diversos tipos de materiais e recursos. Assim, pode-se considerar o processo produtivo como uma interessante fonte de oportunidades do uso de ferramentas ambientais e estudos de caso para reduzir os impactos ambientais gerados por este processo produtivo. No entanto, os ganhos ambientais feitos na produção estão sendo ultrapassados pelo impacto negativo do aumento considerável na demanda por produtos de calçados refletindo em um aumento de resíduos. Para executar a avaliação ambiental e projeção de gestão dos resíduos do setor através da avaliação de ciclo de vida, este trabalho realizou um levantamento, mediante o mapeamento e quantificação de resíduos do setor para avaliar as oportunidades de gestão de resíduos. A partir de um mapeamento e levantamento das indústrias situadas nas principais regiões calçadistas no estado do Rio Grande do Sul e seu processo de fabricação, com a aplicação de questionários, foi realizada uma pesquisa exploratória para a identificação e quantificação dos principais materiais utilizados e os resíduos gerados, assim como a sua destinação final. Com base em dados obtidos através deste levantamento, e também de uma análise por meio de uma desmontagem de modelos de calçados disponíveis no mercado para inventariar os materiais utilizados foi realizada a construção de inventário dos resíduos sólidos por meio de diagrama de blocos com as principais entradas, etapas e saídas do processo de fabricação. Para a realização da avaliação de inventário de ciclo de vida (AICV) considerou-se uma análise global do setor, em cenários genéricos de produção, considerando as informações obtidas dos questionários aplicados nas empresas, dos dados da análise dos calçados e dados da literatura. Como resultados da AICV, constatou-se que o processo de fabricação do calçado feminino confeccionado em couro resulta em desperdício de 28,6% de matéria-prima e fabricação do calçado feminino confeccionado em sintético resulta em desperdício de 18,1% da matéria-prima têxtil. Posteriormente se realizou a AICV de forma a identificar e avaliar ambientalmente as oportunidades de gestão destes resíduos para o setor. A partir dos resultados obtidos foi possível observar oportunidades de gestão de resíduos através de algumas cooperativas do setor, a necessidade de enfatizar o gerenciamento no uso de matérias-primas a fim de minimizar os desperdícios e geração de resíduos, difundir a ideia de ecodesign para a fabricação de calçados a partir dos resíduos gerados, visto que já existem estudos e, também identificar produtos com esta tendência para além de evidenciar esforços realizados pelo setor em conjunto com seus fornecedores de modo a garantir o desempenho ambiental do calçado, o uso consciente dos recursos naturais e insumos. Os resultados mostraram também que a destinação dada aos resíduos sólidos industriais em maioria é reciclagem externa (86,67%), destinação para aterro industrial (33,33%) e também destinação para coprocessamento (26,67%).

Palavras-chave: calçado; avaliação de inventário do ciclo de vida; gestão, resíduos.

ABSTRACT

SILVA, A. H. da. **ENVIRONMENTAL SECTOR ASSESSMENT FOOTWEAR FROM THE PERSPECTIVE OF SOLID WASTE MANAGEMENT**. São Leopoldo, 2016. 147f. Dissertação (Master Degree in Civil Engineering) – Graduate Civil Engineering Program, Unisinos, São Leopoldo.

Concerning the growing and effective worry for the environment with the use of non-renewable resources, the management of reusing and recycling, and not least, industrial waste generation has been the interest of research and projects. The footwear product uses in its manufacturing process several types of materials and natural resources, thus presenting as an interesting source of the use of environmental tools opportunities and case studies to reduce the environmental impacts generated by this production process. However, environmental gains achieved in production it has been overtaken by the negative impact of the considerable increase in footwear products demand for reflecting an increase of waste generation. To perform the environmental assessment and projection management of industry waste by evaluating lifecycle, this paper conducted a survey, by mapping and quantifying of industry waste to evaluate waste management opportunities. From a mapping and survey of industries located in the main footwear regions in the state of Rio Grande do Sul and its manufacturing process, there was the identification of the main materials used and waste generated, as well as its destination. From the data obtained from this survey, and also an analysis by a dismantling of shoe models available to inventory the materials used to build inventory was made of solid waste by means of block diagram with the main inputs, steps and outputs of the manufacturing process. To perform the evaluation of inventory life cycle (LCIA) considered a comprehensive analysis of the industry, in general scenarios of production, considering the information obtained from questionnaires applied in business, the analysis of data footwear and literature. As LCIA results, it was found that the female footwear manufacturing process made of leather results in waste of 28,6% of raw material and manufacturing the female shoe made of synthetic results in 18,1% of raw waste textile material. This data collection was used to build an inventory and to develop and LCIA, to identify and evaluate the environmental waste management opportunities for the footwear sector. As a result, it were observed the waste management opportunities through industry cooperatives, the need to emphasize the management in the raw materials use in order to minimize waste generation, to spread the idea of ecodesign for the manufacture of footwear to from the waste generated. There are studies and products using this trend promoting efforts with industry suppliers to ensure the environmental performance of footwear, the conscious use of natural resources and inputs. The results also show that the destination given to the industrial solid waste is most external recycling (86,67%), disposal to landfills (33,33%) and also destination for co-processing (26,67%).

Keywords: footwear; assessment of the life cycle inventory; management; waste.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente percebe-se a crescente preocupação com o meio ambiente em especial os impactos ambientais a este provocados pelo homem. Por outro lado, cresce também a busca por viabilizar oportunidades de melhorias para minimização e gestão da geração de resíduos nos processos produtivos, bem como do uso de recursos naturais renováveis, a reutilização e reciclagem de resíduos sólidos, principalmente os resíduos industriais, que são gerados em elevadas quantidades paralelamente ao desenvolvimento industrial.

A questão ambiental, que nos últimos quarenta anos, desde a Conferência de Estocolmo de 1972, foi inserida de forma prioritária e definitiva na agenda internacional. Os problemas ambientais mudaram de significado e importância, e estão cada vez mais presentes nos diferentes elementos que influem as decisões empresariais (SANTOS, 2002).

A incorporação da variável ambiental demonstra-se fundamental para a sobrevivência das organizações do setor calçadista, pois estas terão que se enquadrar nas normas internacionais, para que possam exportar os seus produtos devidamente. O controle dos impactos ambientais indica que, a partir de ferramentas de acompanhamento e eliminação dos problemas ambientais, as empresas podem se tornar competitivas no comércio exterior (GATELLI; ZEVE; SIKILERO, 2010).

A fabricação de calçado é uma atividade industrial presente no desenvolvimento econômico mundial e brasileiro. Segundo o INSTITUTO DE ESTUDOS E MARKETING INDUSTRIAL (IEMI, 2014), somente no Brasil são mais de 8 mil estabelecimentos que fabricam calçados, gerando cerca de 330 mil postos de trabalho.

No Brasil, a região Sul mantém tradicionalmente a posição de maior produtora de calçado de couro, com participação de 56,2 % em exportações do setor em 2012 (APEX BRASIL, 2013).

Atualmente nomeia-se as indústrias calçadistas como cadeia calçadista, pois segundo dados do Instituto Inteligência de Mercado (IEMI, 2014) a produção brasileira é dominada pela linha de calçados de plástico e borracha, na qual se inserem os chinelos e as sandálias, com 56,5% da produção nacional. Os calçados confeccionados em couro, com forte apelo exportador, representam 12,6%. Enquanto os calçados de laminados sintéticos respondem por 15,2%, seguidos pela linha de esportivos com 8,5%, e pelos artigos confeccionados em outros materiais (como têxteis) com 7,2%. De acordo com a distribuição

da produção de calçados por gênero, em 2013, os modelos femininos responderam por 57,1% da produção total de calçados. Os modelos masculinos, por sua vez, ficaram com 21,8% e os calçados infantis e para bebês com 21,1%.

A produção de calçados, por apresentar muitas etapas, e utilizar diversificados tipos de insumos e recursos apresenta uma conjunto de oportunidades do uso de ferramentas ambientais e estudos de caso. Por esse motivo, normas regulatórias e iniciativas empresariais têm-se focado principalmente nesta fase, deixando o fim da vida útil desses produtos em segundo plano. O tratamento do resíduo do calçado ao fim da sua vida útil apresenta dificuldades principalmente devido à pluralidade de componentes e à quantidade de adesivos utilizados. Grande parte destes resíduos tem sido destinada a aterros, representando grande risco de contaminação para lençóis freáticos e corpos d'água devido ao lixiviado originado a partir deles (CARVALHO; DIAS; FRANCISCO 2013). Há ainda a instância de considerar também o gerenciamento do pós-consumo dos calçados. Em nível mundial, a União Européia (UE) estima a quantidade de geração de calçados pós consumo em torno de 1,2 bilhões de toneladas por ano (LEE, RAHIMIFARD, 2012).

O planejamento da gestão ambiental na indústria de calçado deve conter características singulares do setor com estratégias efetivas e ações decisivas para superar os problemas de mercado internos e externos, conquistar os mercados mais exigentes e, sobretudo, garantir o desenvolvimento sustentável (CULTRI, 2006).

Para executar a avaliação ambiental e projeção de gestão dos resíduos do setor através da avaliação ambiental com foco no gerenciamento de resíduos sólidos, este trabalho realizou um levantamento, mediante o mapeamento e quantificação de resíduos do setor para avaliar as oportunidades de gestão de resíduos para o setor.

1.1 JUSTIFICATIVA

O setor calçadista utiliza diversos materiais, além do couro e material sintético, utiliza materiais que conferem resistência e design aos calçados, o que resulta em variados resíduos sólidos oriundos do processo de fabricação. Uma gama de materiais distintamente diferentes, tais como couro, materiais sintéticos, borracha e têxtil são comumente usados na fabricação de calçados (COATES, STAYKOS, RAHIMIFARD, 2007). Segundo os mesmos autores citados, ao longo dos últimos 30 anos, o setor do calçado tem se esforçado significativamente para melhorar a eficiência do uso de materiais, assim como a eliminação da utilização de materiais perigosos durante o processo produtivo. No entanto, os ganhos

ambientais feitos na produção estão sendo ultrapassados pelo impacto negativo do aumento considerável na demanda por produtos de calçados.

Assim, faz-se necessário o uso de ferramentas ambientais como, produção mais limpa, capazes de dimensionar e favorecer a melhoria do processo visando uma melhor eficiência do produto, e a avaliação de ciclo de vida para avaliar os impactos ambientais e recursos usados durante todo o ciclo de vida do produto e considerar todos os atributos ou aspectos de meio ambiente, saúde humana, e os recursos (KORRES et al., 2010).

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) apresenta-se com uma ferramenta ambiental para o diagnóstico dos pontos críticos da produção e identificação da melhor opção de prática ambiental (RIBEIRO, 2009). Também como justificativa observa-se a necessidade de um levantamento dos resíduos gerados no setor, através de busca de informações para a realização de um inventário para melhor aprofundar as oportunidades de melhoria e gestão de resíduos.

Inicialmente fez-se a busca em bases de dados com as palavras chaves principais da pesquisa, conforme ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Levantamento de artigos em bases de dados

BASE DE DADOS	PALAVRA CHAVE	RESULTADOS
CAPES	Life Cycle Assessment	33.284
	Life Cycle Assessment footwear	4.538
	Footwear	23.947
	Footwear environmental impact	79
	Solid Waste	185.458
	Solid Waste Footwear	32
EBSCO HOST	Life Cycle Assessment	973
	Life Cycle Assessment footwear	45
	Solid Waste Footwear	47
BASE TESE E DISSERTAÇÕES	Life Cycle Assessment	147

Os resultados da Tabela 1 demonstram que de maneira mais ampla o termo “Life Cycle Assessment” possui grande número de publicações, e na busca específica apesar de menor número se comparado as linhas genéricas pode-se ter publicações significativas para as referências da pesquisa. Dentre os trabalhos publicados internacionalmente, utilizados como referência para esta pesquisa, destacam-se os estudos de COATES, STAYKOS,

RAHIMIFARD (2007); LEE, RAHIMIFARD (2012); SUH, S., HUPPES, G., (2005); MILA et al. (1998). Estes trabalhos foram utilizados em consequência da metodologia utilizada, bem como da revisão bibliográfica que contém a análise do produto calçado e os materiais utilizados.

A presente pesquisa vem contribuir com levantamento para o inventário de ciclo de vida, oportunizando identificar os potenciais aspectos e impactos ambientais auxiliando a fomentar a identificar as oportunidades de melhoria, analisando o uso de materiais sintéticos em substituição ao couro.

1.2 OBJETIVOS

Neste item serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos propostos para este trabalho.

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar ambientalmente a gestão dos resíduos sólidos do setor calçadista.

1.2.2 Objetivos específicos

- Os objetivos específicos são:
 - a) Identificar e quantificar os principais materiais e resíduos gerados no setor calçadista;
 - b) Apresentar a gestão de resíduo realizada nas empresas calçadistas;
 - c) Avaliar as destinações finais e tratamento dado aos resíduos identificados nas empresas avaliadas bem como identificar os principais resíduos destinados as centrais de resíduos sólidos da região avaliada;
 - d) Construir e avaliar o inventário de ciclo de vida no processo de fabricação do calçado;
 - e) Identificar os aspectos e avaliar os potenciais impactos ambientais do processo;
 - f) Sugerir melhorias na gestão de resíduos para o setor calçadista.

1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA

Esse trabalho está estruturado em cinco capítulos. No capítulo 1, apresenta-se a introdução, justificativa, objetivos e delimitações do tema. O capítulo 2 apresenta-se a revisão bibliográfica com os temas pertinentes ao tema do trabalho. O capítulo 3 consiste na descrição da metodologia utilizada para a realização do estudo. Os resultados obtidos são apresentados, discutidos e analisados no capítulo quatro. Por fim, o quinto capítulo relata as conclusões, considerações finais. As sugestões para trabalhos futuros são apresentadas no capítulo seis.

1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

A avaliação ambiental realizada nesse trabalho se refere ao processo de fabricação de calçados e a geração de resíduos, assim como o gerenciamento da destinação destes resíduos realizado pelas empresas do setor calçadista, com concentração nas regiões do vales do Rio dos Sinos, Paranhana, Serra, Taquari e Hortências do estado do Rio Grande do Sul. Foi contruído uma base de dados com dados fornecidos pelas empresas do setor que deu origem a um inventário de ciclo de vida. A partir desta avaliação, o objetivo foi identificar estratégias de gestão dos resíduos sólidos do setor.

Ainda que se tenham diferentes denominações na bibliografia para identificar este segmento industrial, para este estudo foi utilizado o termo empresas calçadistas a partir dos capítulos 3 e 4, e se mantiveram os termos utilizados na literatura de acordo com as referências.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados o processo de fabricação (incluindo a situação e a prospecção de mercado), questões ambientais dos resíduos gerados e aplicações da ferramenta de Avaliação de Inventário do Ciclo de Vida (AICV).

2.1 INDÚSTRIA DE CALÇADOS

O setor calçadista tem passado por um processo de internacionalização da produção desde o final dos anos 1960. Até a década de 1970, os principais países produtores de calçados eram Itália e Coréia do Sul, que detinham sozinhas quase 50% da produção mundial. A partir dessa década, parte da produção mundial deslocou-se em direção a outros países em desenvolvimento, com menores custos de mão-de-obra, resultando numa reconfiguração da produção mundial (SPÍNOLA, 2008). A Tabela 2 apresenta os maiores produtores de calçados em milhões de pares em nível mundial, e o crescimento em comparativo ao ano de 2010, Nota-se que o Brasil se mantém entre os maiores produtores, conforme dados da *Portuguese Footwear, Components and Leather Goods Manufactures Association* (APICCAPS, 2014).

Tabela 2 - Dez maiores produtores mundiais de calçados (2013)

País	Milhões de pares (2010)	Milhões de pares (2013)	Diferença 2010-2013	Crescimento (%)
China	12.597	14.200	1.603	12,73
Índia	2.060	2.065	5	0,24
Brasil	0.894	0.900	6	0,67
Vietnam	0.760	0.770	10	1,32
Indonésia	0.658	0.700	42	6,38
Paquistão	0.292	0.370	78	26,71
Turquia	0.174	0.300	126	72,41
Bangladesh	n.c	0.298	-	nc
México	0.244	0.245	1	0,41
Tailândia	0.203	0.202	1	-0,49
Itália	0.245	0.127	118	-48,16
Total	18.127	20.177	1752,00	

Fonte: Adaptado de APICCAPS (2014)

Segundo o levantamento da APICCAPS (2014) estima-se que a produção mundial de calçados atingiu 22 bilhões de pares em 2014, e a Ásia continua a ser a força motriz desta indústria, com uma participação total de aproximadamente 84%. Pode-se observar sete países asiáticos entre os 10 maiores produtores do mundo, uma lista na qual a liderança da China é

indiscutível. O Brasil é o único país não-asiático entre os 5 maiores produtores. A Figura 1 ilustra a produção de calçados por continente.



Figura 1 - Produção de calçados por continente

Fonte: Adaptado de APICCAPS (2014)

Quanto ao consumo a nível continental, devem ser entendidos como consumo aparente, calculado com a produção somada às importações, subtraindo-se as exportações, sem assumir nenhuma variação nos estoques. A Tabela 3 apresenta o top 10 dos países consumidores de calçado, com a prospecção entre os anos de 2010 e 2013.

Tabela 3 - Maiores consumidores mundiais de calçado (2013)

País	Milhões de pares (2010)	Milhões de pares (2013)	Diferença 2010-2013	Crescimento (%)
China	2.700	3.678	978	36,22
USA	2.335	2.285	50	-2,14
Índia	2.034	2.068	34	1,67
Brasil	0.780	0.816	36	4,62
Japão	0.693	0.674	19	-2,74
Indonésia	0.627	0.540	87	-13,88
Reino Unido	0.504	0.447	57	-11,31
Rússia	n.c	0.434	-	nc
Alemanha	0.385	0.407	22	5,71
França	0.415	0.402	13	-3,13
Espanha	0.427	nc	nc	nc

Fonte: Fonte: Adaptado de APICCAPS (2014)

Na segunda metade do top 10 da Tabela 3, houve algumas mudanças no ranking dos países europeus de maiores consumidores de calçados, como Alemanha e França acima do Reino Unido e Espanha.

2.1.1 Setor calçadista no Brasil

O surgimento da indústria, inicialmente coureiro-calçadista brasileira, ocorreu no Rio Grande do Sul, com a chegada dos primeiros imigrantes alemães, em junho de 1824. Instalados no Vale do Rio dos Sinos, seguiram pelos afluentes do Rio Guaíba, sendo assentados às margens do Rio Caí e, posteriormente, do Rio Taquari (JAEGGER, 2008). No início da década de 60, surgiu a necessidade de ampliar a comercialização de calçados para fora do país, em contraponto com a exportação de couro salgado. A primeira exportação brasileira em larga escala ocorreu em 1968, apoiada no cluster industrial já existente no Rio Grande do Sul, na região do Vale do Rio dos Sinos. Em menor escala, estava apoiada no cluster de Franca, São Paulo, que se destacava em calçados masculinos enquanto que o Vale do Rio dos Sinos especializara-se em calçados femininos. A produção nacional, naquela década, era de 80 milhões de pares anuais.

O setor de calçados é importante para o Brasil para a geração de emprego e renda, tendo também impactos relevantes na balança comercial, gerando 1,1 U\$ bilhões com as exportações, por exemplo, no ano de 2013 (IEMI, 2014).

Dos mais de 8 mil estabelecimentos que fabricam calçados no Brasil, apresentam-se também empresas com a atividade junto ao cadastro na junta comercial referente a produção de calçados. Algumas empresas podem ter mais de uma atividade afim, entre elas, como por exemplo, produção de calçados, cabedais, palmilhas, dentre outras; mas produzem pelo menos um modelo de calçado. Porém, empresas que apenas produzem palmilhas ou saltos, não entram nessa estatística (ABICALÇADOS, 2016).

A produção (concentrada nos estados da Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Rio Grande do Sul, São Paulo e Santa Catarina) faz do Brasil o terceiro maior produtor mundial de sapatos, com mais de 800 milhões pares produzidos em 2011, mantendo esta posição em 2012 respondendo por 4,6% da produção mundial conforme dados do INSTITUTO DE ESTUDOS E MARKETING INDUSTRIAL (IEMI, 2014) e o oitavo maior exportador mundial até 2010 (APEX BRASIL, 2013).

Segundo dados da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2009), as regiões Sudeste e Sul claramente concentram grande parte das empresas de couro,

artefatos e calçados. As regiões Nordeste e Centro-Oeste, apesar de suas ainda reduzidas participações relativas, têm maior relevância para a produção de couro do que para a de calçados. O tamanho médio das empresas calçadistas é muito maior no Nordeste do que nas outras regiões, mas o salário médio desta região mantém-se bastante inferior ao observado no Sudeste e no Sul do país.

Quanto ao mercado externo, o Brasil realizou a exportação de 8.247.755 de pares em junho de 2014 (ABICALÇADOS, 2014), representando um aumento de 10,5% em relação ao mesmo período do ano anterior.

Os tipos de calçados considerados são os seguintes (classificados de acordo com o respectivo NCM - Nomenclatura comum do Mercosul): calçado injetado de borracha ou plástico; calçado cabedal de borracha ou plástico (material sintético), inclui chinelos; calçado cabedal de couro natural; calçado cabedal de material têxtil; outros calçados.

Conforme dados do IEMI (Dezembro, 2015), a produção de calçados aumentou 1,7% no mês de outubro de 2015 ante um crescimento de 5,5% em setembro. Na comparação com outubro de 2014 houve queda de 16,3%. Ainda houve quedas nos índices acumulados no ano e 12 meses com recuo de 5,8% e 5,1%, respectivamente, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

2.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO CALÇADO

Ao observar um calçado exposto na vitrine de uma loja, muitos dos consumidores, não mensuram o grau de complexidade que existe relacionado a este produto e, que isso demanda um esforço muito grande das indústrias em termos de criatividade, habilidade manual e técnica, aliada a engenharia de produto e ao design. Neste “universo” calçado, existe uma grande variedade de produtos que são classificados em função do tipo de usuário, do uso que se destinam e do quanto ao tipo de calçados (ZORN, 2007).

O processo produtivo do calçado tem características semi artesanais, absorve uma quantidade significativa de força de trabalho barata, mas detentora de conhecimentos, habilidades e destrezas manuais ainda imprescindíveis à produção de calçado (NAVARRO, 2003, apud SANTOS, 2008).

2.2.1 Os tipos de calçado

Os calçados são classificados tradicionalmente como (mesmo que devido a uma forte tendência de personalização do produto e por um design inovador constante, no decorrer

dos últimos anos, têm surgido novas nomenclaturas para os produtos, como, por exemplo: sandatênis e sapatênis):

- Ao público-alvo: calçados masculinos, femininos e infantis;
- Ao tipo de cabedal: calçados abertos ou fechados;
- Ao uso que se destinam: calçados sociais, esportivos, de segurança de trabalho, de praia, para trekking, entre outros;
- Quanto ao modelo: mocassim, tênis, bota, scarpin, chanel, sandália, chinelo, Luis XV, inglês, napolitano, entre outros.

Cada um destes modelos de calçados possui características próprias tanto de estética quanto técnicas, sendo estas muito importantes para obter um bom calce, estabilidade e conforto aos pés.

A norma ABNT 15172:2014 - Calçados - Terminologia, estabelece os termos empregados para calçados, entre termos e definições: regiões do pé, componentes do calçados, bem como a denominação dos tipos de calçados com uma breve descrição de cada modelo.

2.2.2 As partes que compõem o calçado

Em média pode-se encontrar de 20 a 25 partes ou componentes em um calçado, e dividido em parte superior, o cabedal e de uma parte inferior, o solado, também conhecido como construção do calçado. Cada uma dessas partes é composta de uma série de outros elementos, com características que variam em função do produto e conforme o tipo e ao uso que se destina.

2.2.2.1 Construção superior

O nome dado a parte superior do calçado é Cabedal, cuja função é cobrir e proteger os pés, constituído de várias peças e reforços, com objetivo de proporcionar mais firmeza e proteção para a região superior do pé. Os principais materiais que podem ser utilizados na fabricação do calçado, na região do cabedal são: materiais têxteis, sintéticos, couros. Os materiais sintéticos são compostos de duas camadas, o substrato, podendo ser o tecido plano, malha ou não tecido e a camada plástica, que é aplicada sob o substrato. São materiais constituídos normalmente de um suporte (tecido, malha ou não-tecido¹) sobre o qual

¹ Conhecidos mundialmente como *nonwovens*, é um material de estrutura plana, porosa, flexível, constituída de

é aplicada uma camada de material plástico (geralmente PVC ou poliuretano). São chamados, “erroneamente”, de couro sintético. (ANDRADE; CÔRREA, 2001). Os laminados sintéticos para calçados além do baixo custo são de fácil aproveitamento, podem ser utilizados para montagem de calçados diferenciados com designs modernos e inovadores. Nos últimos anos, os laminados sintéticos para cabedais tiveram avanços em sua disponibilidade, qualidade e propriedades físicas. Estes avanços tornaram os sintéticos, materiais cada vez mais comuns, já que são utilizados na fabricação de quase todo tipo de calçado (ASSINTECAL, 2015).

A região do cabedal pode ser dividida em: biqueira, gáspea, laterais, traseiro, entre outras peças. Dentre essas, as principais são:

- **Couraça:** tem finalidade de proporcionar cópia fiel do bico da fôrma e mantê-lo inalterado, protegendo os dedos, com aplicação entre o forro e cabedal, além de ajudar a travar o alongamento do couro quando no processo de montagem do bico;
- **Contraforte:** tem a finalidade de dar forma à parte traseira do calçado com a função de manter a estabilidade do pé durante o caminhar. Sua aplicação é feita entre o cabedale e o forro;
- **Forro:** utilizado no lado interno do calçado como revestimento com finalidade de proporcionar conforto, absorção da umidade ou até mesmo como acabamento do produto. Pode-se utilizar materiais têxteis, couro, não-tecidos ou sintéticos;
- **Reforços:** nesse tipo de material podem ser utilizados materiais de dublagem em algodão, poliéster, poliamida no caso de tecido e fibra de polipropileno no caso de não tecido. Há ainda, aplicações de fitas de reforços em bordas do calçado, para evitar o estiramento do material durante a montagem do calçado, garantindo ainda que evite o efeito de “abrir boca” durante o uso;
- **Costuras:** tem como objetivo unir e fixar as peças, com prévia aplicação de adesivo ou ser preparadas e costuradas diretamente, além de usá-la como adorno;
- **Componentes metálicos:** são peças metálicas utilizadas no cabedal com finalidade de unir tiras de fechamento do calçado ou utilizá-las como adorno. Dentre estas peças podem-se encontrar: fivelas, enfeites, argolas, botões, chapas, ilhoses e rebites, geralmente fabricados em latão (ZORN, 2007).

2.2.2.2 Construção inferior

Esta é a denominação de toda a parte inferior do calçado, com a função de dar sustentação, conforto e proteger os pés da irregularidade do solo. As peças que compõem a região inferior do calçado são:

- Palmilha de montagem: utiliza-se com maior frequência a palmilha de celulose. Há também palmilha de não-tecido (para calçados ensacados) e couro, mas esta por sua vez é pouco utilizada devido ao custo muito elevado;

- Reforço da palmilha de montagem: constituído por papelão especial, a base de celulose, rígido devido à compactação, possui elevada resistência e estabilidade, principalmente em saltos altos, boa conformação e não deforma com uso. Também há reforços injetados, mas neste caso, necessita-se padronização de fôrmas, utilizada em alta escala de fabricação;

- Alma de reforço: esta peça pode ser de aço, madeira ou plástico. São peças fixadas entre a palmilha de celulose e o reforço da palmilha, com rebites ou podem ser colocadas na matriz de injeção do reforço injetado e ainda em solados de PU;

- Entressola: peça colada entre a sola e a palmilha de montagem, cuja finalidade é proporcionar conforto, ou somente serve para aumentar a espessura da sola;

- Sola: esta por sua vez está diretamente em contato com o solo, conforme o material utilizado irá determinar o seu perfil e as propriedades do calçado, pode ser lisa, com estampa, anti derrapante.

- Vira: utiliza-se a vira com maior frequência em calçados masculinos. Podem ser encontradas em couro, borracha, entre outros materiais; encontra-se colada sobre a extremidade da sola ou até mesmo, costurada na sola;

- Salto: proporciona altura aos calçados, tanto masculinos quanto femininos; nos masculinos, a altura normalmente utilizada varia de 1 a 2,5cm, já nos femininos, esta fica entre 1 a 10cm; injetado em material polimérico termoplástico quando em escala de produção ou produzido em madeira para a confecção dos primeiros pés/pares de protótipos.

- Tacão ou taco: fixado no salto, esta peça fica em contato direto com o solo, assim como a sola, destina-se a proteger o salto; normalmente apresenta-se em um tamanho relativamente pequeno, o que exige que o material utilizado na injeção do mesmo seja de qualidade com resistência ao desgaste.

A Figura 2 e a Figura 3 a seguir ilustram dois modelos de calçados e as partes que o compõem.

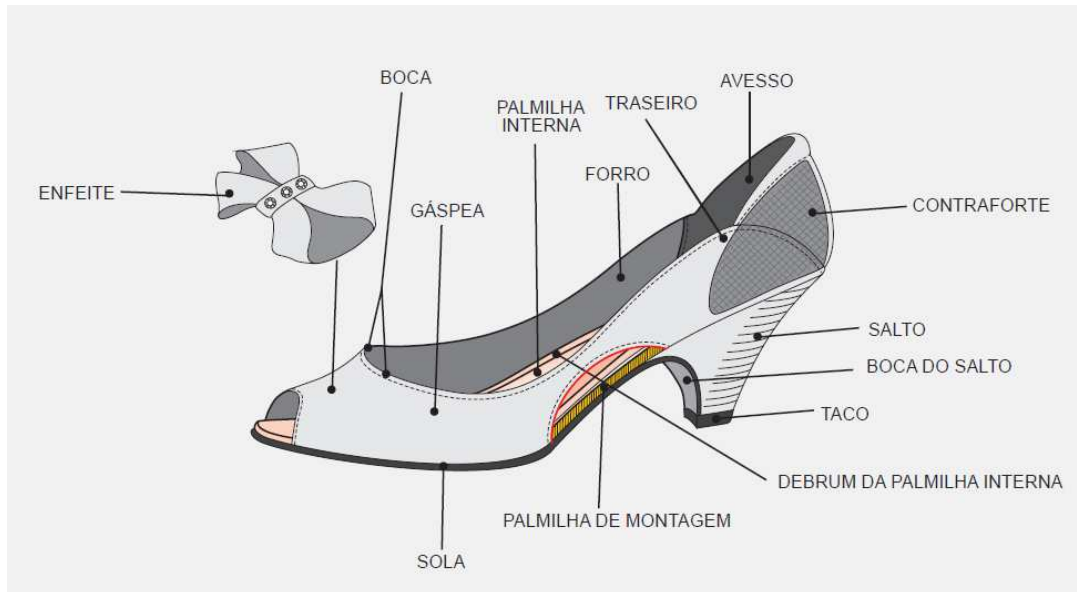


Figura 2 - Modelo de calçado feminino baixo e as partes que o compõem

Fonte: ASSINTECAL (2015)

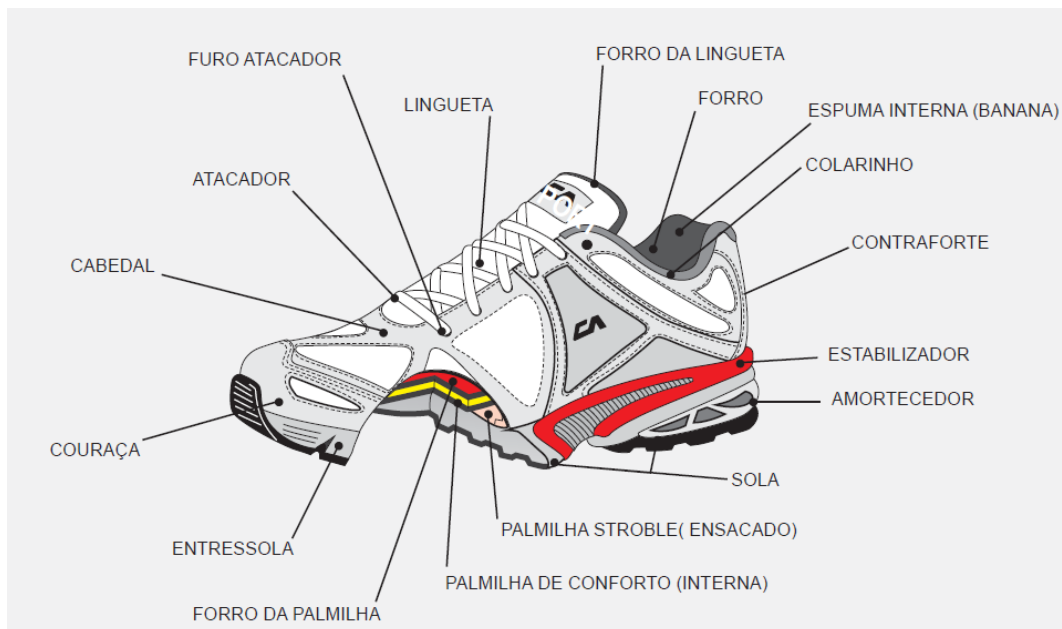


Figura 3 - Modelo de calçado esportivo e as partes que o compõem

Fonte: ASSINTECAL (2015)

2.2.3 Setores de produção

As etapas básicas do processo de fabricação são: modelagem, classificação dos componentes, corte e chanfro, preparação e costura, montagem, acabamento, verificação e

expedição (SANTOS, 2008). A Figura 4 apresenta o fluxograma com as principais etapas de produção do calçado, considerando como principais matérias primas os materiais para o cabedal e solado.

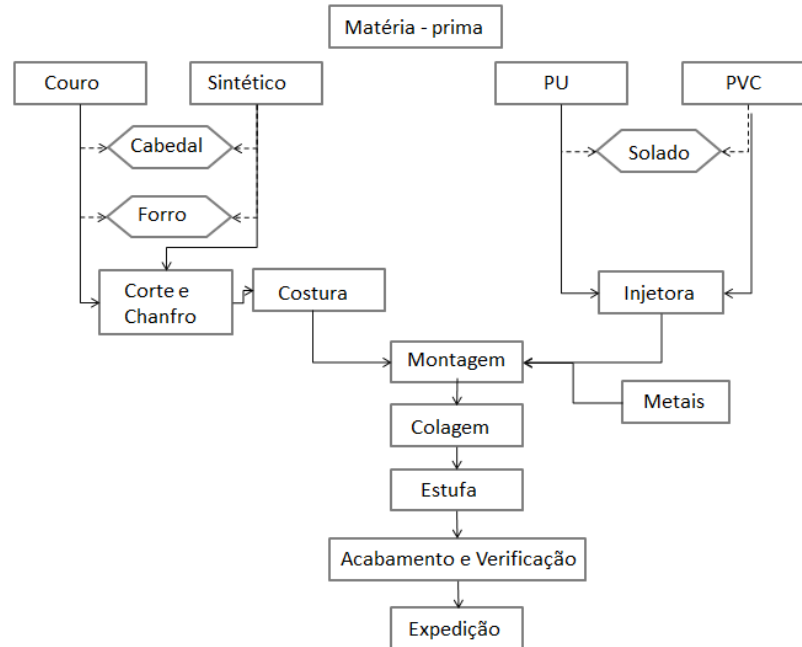


Figura 4 - Fluxograma das principais etapas da produção de calçado

Fonte: Adaptado de França (2006)

A seguir são apresentadas as definições das etapas relacionadas à fabricação do calçado, conforme Zorn (2007).

2.2.3.1 Setor de corte

Este setor é responsável pelo início da produção de um calçado, além de necessitar de uma atenção maior, os materiais que são aplicados nos sapatos e manuseados neste setor têm um percentual elevado no preço final (fabricante) do produto compreendendo de 50% até 70% do valor. Com isso, diz-se que este setor é considerado o ponto de equilíbrio da empresa, porque, devido ao preço elevado da matéria prima, principalmente o couro, faz-se necessário racionalizar o consumo de todos os materiais que compõem o sapato, do contrário, acarretará prejuízo à empresa.

Para evitar o desperdício, é necessário existir critérios de corte, e estes, por sua vez devem ser repassados para o gerente de setor e aos cortadores, os quais devem ter treinamento antes de exercer a função. Assim, toda a vez que houver troca de modelo para ser fabricado, deverá ser repassado os novos critérios e cuidados para o modelo observando sempre:

- Melhor posicionamento/colocação das navalhas e aproveitamento do material, conforme determinado pelo setor de custos;

- Máquinas apropriadas;

- Navalhas a serem usadas;

- Tipo de material;

- Qualidade, quais defeitos do couro podem aparecer no calçado e quais regiões das peças são permitidas ter estes defeitos.

Após essa orientação, inicia-se o processo de corte, que pode ser: manual, mecânico e através de máquinas informatizadas que possuem sistema CAM (*Computer Aided Manufacturing* - Fabricação Assistida por Computador) (ZORN, 2007).

2.2.3.2 Corte manual

Para realizar o corte manual é necessário utilizar uma faca de cortador, constituída de uma lâmina de aço, mais conhecida como mola de relógio, cabo de latão já no formato, pode ser chato ou cilíndrico, além de uma punção ou cravador para marcar os pontos de preparação do modelo, além de auxiliar na retirada das peças sobre a mesa do cortador. Quando há uma quantidade grande de pares para ser cortado utiliza-se o corte mecânico.

2.2.3.3 Corte mecânico

No momento em que existe um volume de produção mais elevado, faz-se necessário a utilização de balancins de corte. Normalmente denomina-se de corte mecânico, mas o tipo de balancim utilizado é hidráulico.

2.2.3.4 Divisão e chanfração

A operação de dividir o corte, ou seja, as peças que compõem o cabedal tem a finalidade de equalizar a espessura do couro e, deve ser feito conforme as orientações técnicas do setor de modelagem, uma vez que a sola é projetada de acordo a espessura do couro.

Após a divisão, faz-se necessário chanfrar as peças, cuja finalidade é reduzir a espessura do couro somente na borda das peças do calçado conforme as exigências do modelo ou conforme foi projetado pela modelagem técnica, além de preparar as bordas das peças para futuras operações no setor de costura como: virados, sobreposições de peças, emendas, entre outras.

Os chanfros podem ser feitos em materiais como: couro, sintéticos, papelões, laminados termoplásticos, entre outros.

Os chanfros podem ser classificados em:

- A fio: realizado em peças que têm suas bordas expostas, ou seja, quando percebe-se o lado carnal do couro. Sua largura fica com 6mm e sua espessura em torno de 60% a 70 % do material,

- Luva: Neste caso, a peça receberá uma costura muito próxima da borda. A finalidade é reduzir o volume do material, sua largura normalmente é de 4mm mas pode chegar até 8mm conforme o tipo de material e sua espessura fica em torno de 40 % a 60 % do total.

- Virado: Deve-se ter cuidado quando realizar chanfros em couros finos e macios, como: pelica e mestiço, para não fazer um chanfro com pouca espessura, prejudicando assim a resistência do material. Neste caso a espessura final da borda fica em torno de 40 % a 50 % da espessura do material. A largura deste chanfro é de 9 mm e pode chegar até 20 mm, quando se deseja fazer tiras com virado fechado, normalmente usadas em sandália.

- Sobreposto: Realiza-se o chanfro sobreposto na grande maioria dos casos, pelo lado carnal do couro, mas, em calçados sem forro ou com couro verniz, faz-se o chanfro no lado da flor do couro. Quando realizado o chanfro do lado carnal, a largura é de 8 mm e, a espessura final da borda fica em torno de 40 %, quando feito no lado da flor a largura é 6mm para não passar do pontos de preparação. O chanfro sobreposto pode terminar em zero, quando deseja-se fazer emenda cega (ZORN, 2007).

2.2.3.5 Setor de costura

O setor de costura ao contrário do setor de corte tem uma parcela inferior em relação ao custo do produto, mas, considera-se o ponto crítico do processo de fabricação, uma vez que há grande variação de operações de um modelo para outro. Os principais cuidados a serem observados são:

- Fitas de reforço;
- Agulhas x linhas.

2.2.3.6 Fabricação de palmilha de montagem

A palmilha de montagem é um componente localizado na parte inferior do calçado e possui as seguintes finalidades: dar e manter a estrutura da superfície da planta da fôrma e fixar o cabedal a essa montagem.

A palmilha de montagem é composta por: palmilha de celulose, material de reforço de celulose ou injetado e alma de reforço. Para produzir com reforço injetado em ABS ou PS, demanda maior investimento e deverá ser produzida para alta produção, porque as fôrmas utilizadas para produzir o calçado, devem ser padronizadas na região do traseiro, enforque e altura de salto. Do contrário, utiliza-se a palmilha processada com materiais de celulose, além de ser a mais utilizada, porque cada modelo de calçado possui uma necessidade diferente, com variações de altura de salto, solados e matéria prima empregada. As palmilhas de montagem são produzidas em empresas especializadas, porque o custo é muito alto para a própria indústria/fábrica produzir internamente (ZORN, 2007). A Figura 5 ilustra uma palmilha de montagem com reforço.



Figura 5 - Palmilha de montagem com reforço

Fonte: Zorn (2007)

2.2.3.7 Setor de montagem

Neste setor são unidos os componentes previamente confeccionados em outros setores (corte, costura e pré-fabricado) como cabedal, palmilha de montagem e a sola, transformados em um calçado completo.

2.2.3.8 Acabamento do calçado

O acabamento tem várias finalidades, dentre estas pode-se citar algumas que devem ser consideradas de grande importância para qualidade final do calçado, e uma consequente melhoria nos índices de preço e venda do produto final. Após realizado o

acabamento cola-se a palmilha interna no calçado, faz-se a revisão com objetivo de verificar se o calçado apresenta alguma não-conformidade em relação a qualidade exigida pelo cliente, conforme o pé de amostra, tendo então a possibilidade de consertar e/ou melhorar este calçado antes da expedição.

2.2.4 Fabricação de calçado e a cadeia diversa

A indústria calçadista incorpora, além de processos de produção do calçado propriamente dito, atividades vinculadas à fabricação de insumos, componentes e equipamentos necessários à elaboração do produto final. Os principais fornecedores são os curtumes, a indústria têxtil, a indústria de manufaturados de plásticos, a exemplo dos solados injetados (cadeia petroquímica), a indústria de borracha natural e a de borracha sintética (cadeia petroquímica) (SPÍNOLA, 2008).

Segundo Pereira (2013) a indústria brasileira de componentes para calçados é subdividida em doze segmentos, sendo eles:

- a) acessórios;
- b) cabedal;
- c) embalagens;
- d) ferramentaria (matrizes e fôrmas);
- e) insumos;
- f) metais;
- g) palmilhas e termoconformados;
- h) produtos químicos para calçados;
- i) produtos químicos para couro;
- j) saltos e solados;
- k) sintéticos;
- l) têxteis.

O setor de componentes possui atividades relacionados à metalurgia, à petroquímica e a indústria têxtil. Fornecem diversos itens, como apliques metálicos, alma-de-aço, solados de couro e base de borracha compactada, de poliuretano, de EVA (etileno acetato

de vinila) e de PVC (policloreto de vinila), saltos, matrizes, navalhas, adesivos sólidos e líquidos, fitas de reforço, linhas de costura, palmilhas, etc. (PEREIRA, 2013).

A fabricação de calçados, conforme Weib (1999) apud (LEE, RAHIMIFARD, 2012) existem cerca de 40 diferentes materiais utilizados na fabricação de um sapato. Couro, borracha, espuma, têxteis e plásticos estão entre os materiais básicos mais comumente utilizados na fabricação de calçados, com cada material possuindo suas próprias características específicas.

Segundo a APICCAPS (2012), há uma continuação das tendências de mix de produtos que prevalece ao longo da última década, entre os anos de 2001 e 2011. A participação do calçado de couro continuou a diminuir e, em termos de valor, representa, pela primeira vez, apenas metade das exportações mundiais (16% em termos de volume). Essa queda foi compensada por ganhos marginais em qualquer outro tipo de calçado (exceto a categoria residual "Outros", se medido em volume). Calçados de borracha e plástico, em particular continuaram a ter ganho de participação nas exportações e, em termos de volume, passou a representar 56% do total a partir de 2011.

Ainda de acordo com a APICCAPS (2012), estas tendências são comuns a todos os continentes. A Ásia iniciou a década de 2000 exportando cerca de 50% de calçados de borracha e de plástico, mas nos últimos anos esse percentual subiu para quase 60%, enquanto a participação do calçado de couro caiu para 13%. A África mostra um perfil semelhante, já a Europa começou esta mesma década exportando quase 60% dos calçados de couro porém esse percentual diminuiu para 38%, enquanto que a borracha e plástico aumentou de 15% a 32%. A Oceania seguiu um caminho semelhante, embora mostre alguma recuperação na exportação de calçados de couro. E finalmente, América do Norte e América do Sul começaram a década de 2000 exportando mais calçados de couro que o de borracha e de plástico, mas isso mudou ao passar dos anos e se observa o oposto afim destes primeiros 10 anos.

A Figura 6 e a Figura 7 apresentam a participação das exportações por tipo de calçado e o comparativo entre os calçados de borracha e plástico e couro, exportados por continente, considerando de 2001 a 2011, em volume e valor expresso em porcentagem. Os tipos de calçado em destaque são: hidrofugado², borracha e plástico, couro e têxtil.

² Apresenta resistência à passagem da água, através de diversos produtos químicos, que são adicionados no processo de curtimento do couro, dando-lhe características hidrofóbicas. (WHITELAKE, 2015).

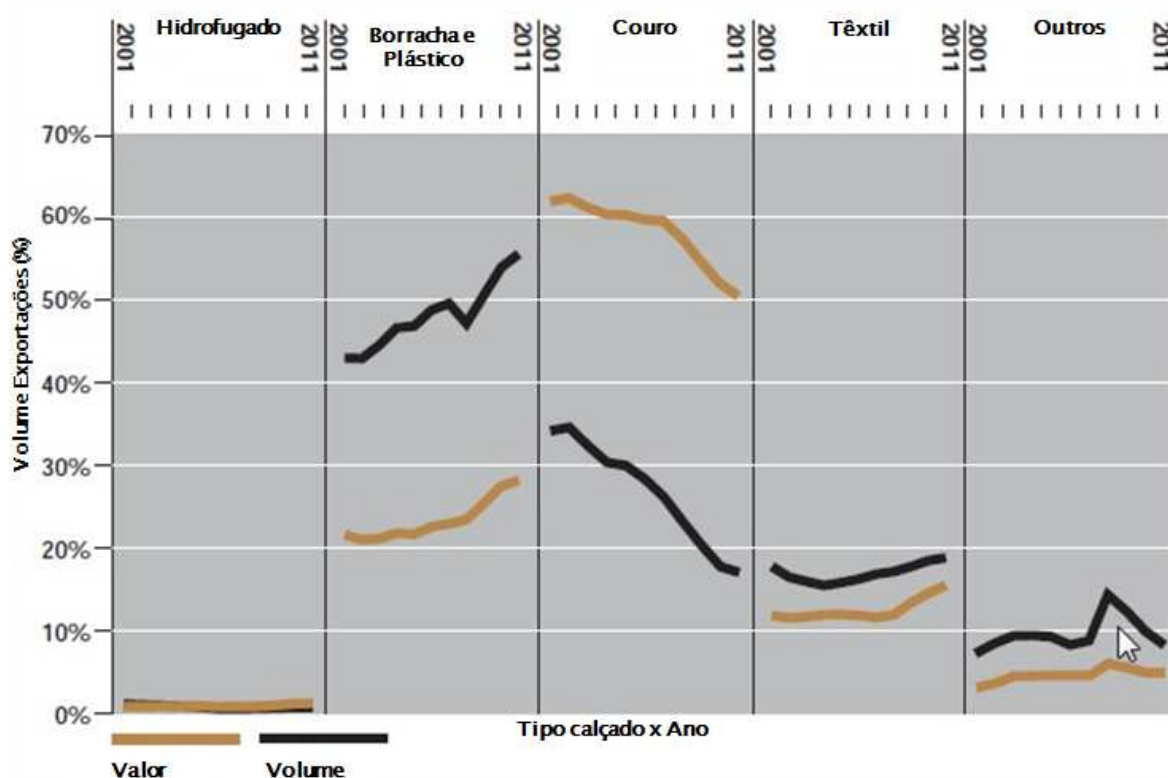


Figura 6 - Participação das exportações por tipo de calçado 2001-2011

Fonte: Adaptado de APICCAPS (2012)

A Figura 6 expõe a prospecção da exportação por tipo de calçado, apresentando a projeção entre os anos de 2001 a 2011. Percebe-se o aumento de exportações de calçados de borracha e plástico, e o declínio para calçados de couro, tanto em volume como em valor.

Já a Figura 7 compara as exportações por continente entre os calçados de borracha e plástico e o couro, em porcentagem de volume, considerando de 2001 a 2011.

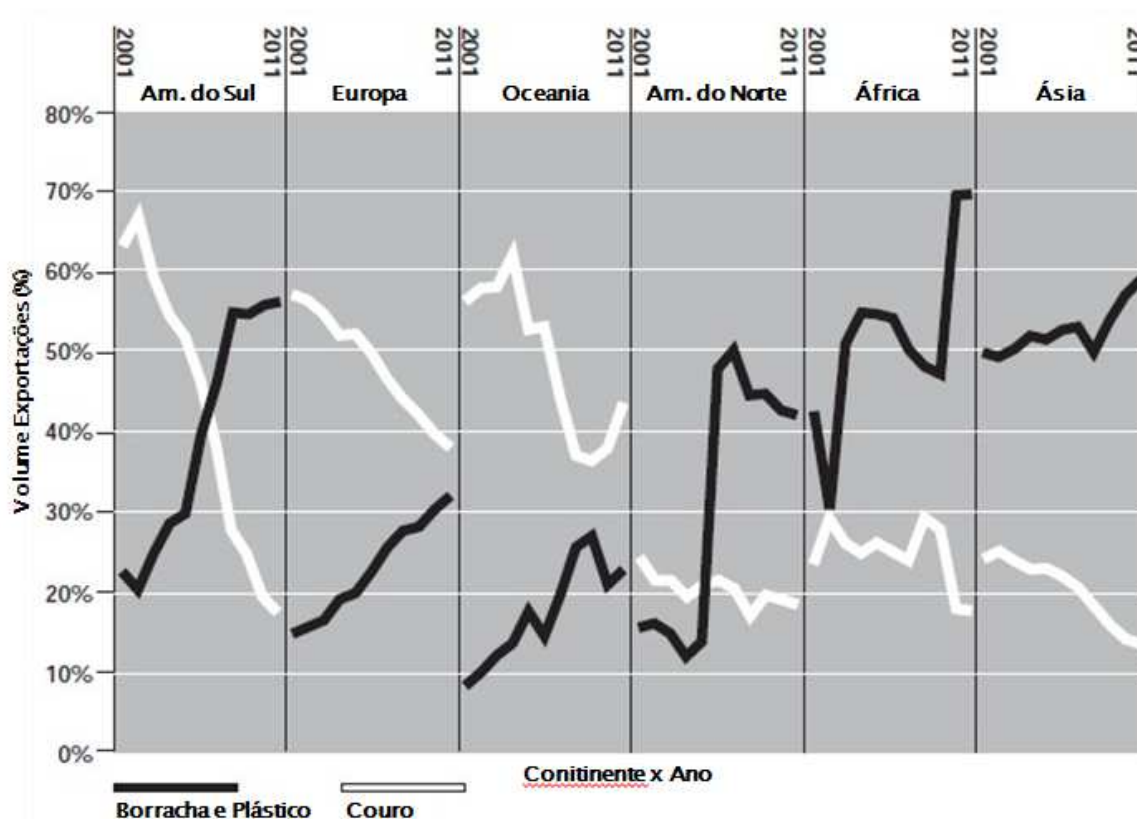


Figura 7 - Exportação por tipo de calçado por continente 2001-2011

Fonte: Adaptado de APICCAPS (2012)

Verifica-se na Figura 7 o aumento das exportações dos calçados de borracha e plástico em todos os continentes em relação ao couro, e um antagonismo clara exportação entre os dois tipos de calçado na Europa. Já a América do Norte teve um disparo na exportação do tipo de borracha e plástico e em seguida um leve em declínio.

A produção brasileira é dominada pela linha de calçados de plástico e borracha, na qual se inserem os chinelos e as sandálias, com 56,5% da produção nacional. Os calçados confeccionados em couro, com forte apelo exportador, representam outros 12,6%, enquanto os calçados de laminados sintéticos respondem por 15,2% seguidos pela linha de esportivos, com 8,5% e pelos artigos confeccionados em outros materiais (como têxteis), com 7,2%.

Quanto a produção de calçado por gênero, os modelos femininos responderam por 57,1% da produção total de calçados em 2013. Os modelos masculinos com 21,8% e os infantis e para bebês com 21,1% (IEMI, 2014). A Figura 8 ilustra os dados da distribuição da produção por tipo de matéria prima para o ano de 2013, onde se observa a tendência de materiais nos últimos anos conforme discutido anteriormente, onde o material sintético está ocupando maior valor se comparado ao couro.

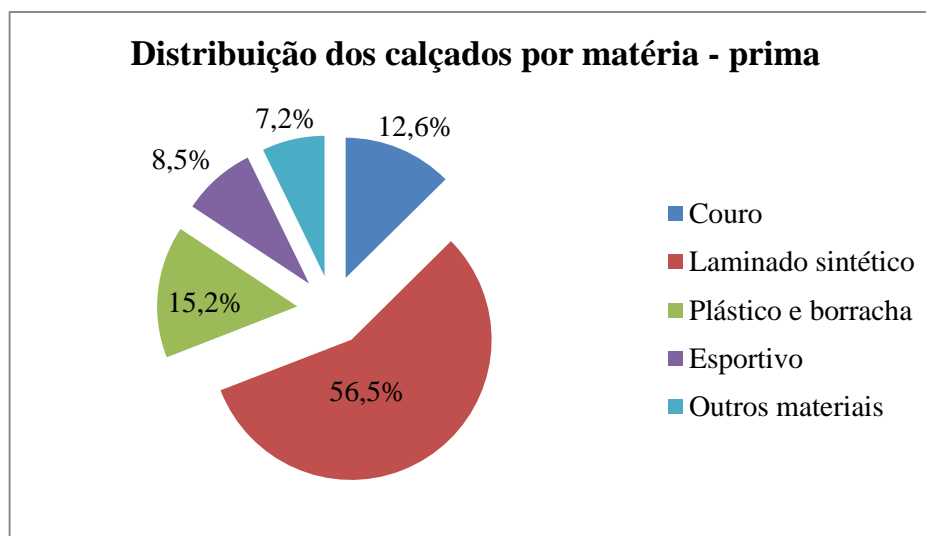


Figura 8- Distribuição da produção de calçado por matéria prima

Fonte: IEMI (2014)

A matéria-prima couro possui uma lei própria para preservar a sua origem até o produto final (CICB, 2016a). A Lei N° 4.888 (BRASIL, 1965), em vigor desde 1965 proíbe a utilização do termo couro em produtos que não sejam obtidos exclusivamente de pele animal. A sua infração constitui crime previsto no art. 196 e seus parágrafos do Código Penal.

Conforme o estudo do FC by Brasil (2015) os laminados sintéticos são o segundo tipo de material mais utilizado na confecção de cabedais para calçados da coleção outono/inverno, sendo 19,5% elaborados em laminado de PVC e 18,2% em laminado de Poliuretano (PU). O laminado de PU tem destaque nos calçados femininos e esportivos, e o laminado de PVC nos calçados infantis e esportivos.

Entende-se por materiais sintéticos aqueles cujas composições se dão a partir de elementos químicos desenvolvidos em laboratório, e não extraídos da natureza, em sua maioria, o petróleo, recurso poluente e não-renovável. Os componentes mais utilizados pela indústria para fabricação dos produtos sintéticos são: poliuretano, polipropileno e polivinílico.

Paralelamente ao desenvolvimento do comércio e aumento do consumo de materiais sintéticos, o real significado e valores do couro acabaram sendo apropriados de forma indevida e oportunista pelos materiais não naturais. Para aumentar o apelo comercial, a indústria inventou o termo “couro sintético”, o qual em sua composição não possui nenhum rastro da matéria-prima animal, estando totalmente equivocado.

Os termos mais recorrentes para denominar de forma errada produtos criados com material sintético que imitam o couro são: couro sintético, couro ecológico, couro natural, couro verde, couro fake, courino e eco leather (CICB, 2016b).

A Figura 9 apresenta as inter-relações da cadeia calçadista, em que se pode observar os diversos setores que contribuem para a fabricação dos materiais que irão resultar em componentes para a fabricação do calçado e também apresenta a origem da diversidade de materiais utilizados na fabricação deste produto. Materiais estes que poderão vir a resultar em resíduos.

Segundo observado por Coates, Staykos e Rahimifard (2007) estas variações de modelos e materiais, juntamente com o meio ambiente e as relações econômicas requerem para que sejam determinadas as possíveis abordagens de gestão para o fluxo de aumento de resíduos.

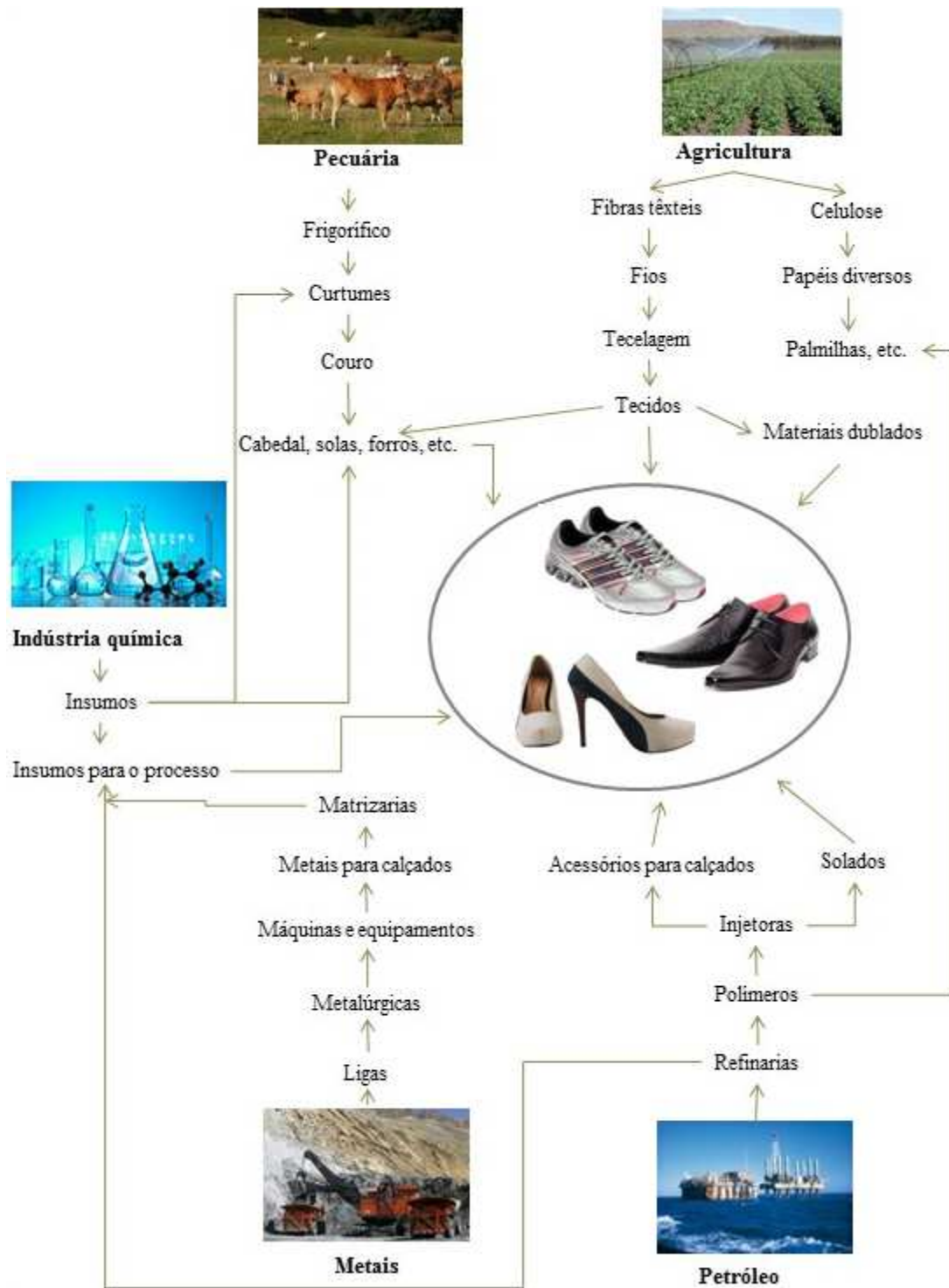


Figura 9 - Cadeia calçadista e suas inter-relações

Fonte: Adaptado de Santos (2008)

2.3 PRODUÇÃO DE CALÇADOS E A QUESTÃO AMBIENTAL

A fabricação de calçados é dividida em várias sub-etapas, tal como a própria fabricação (montagem) e a dos materiais únicos (componentes). Também neste caso, as

emissões são geradas em todas as fases individuais, poluentes do ar e da água, em particular (FEDERAL ENVIRONMENT AGENCY, 2011).

A Figura 10 ilustra os aspectos ambientais sobre o meio ambiente desde as matérias primas até o calçado pronto.

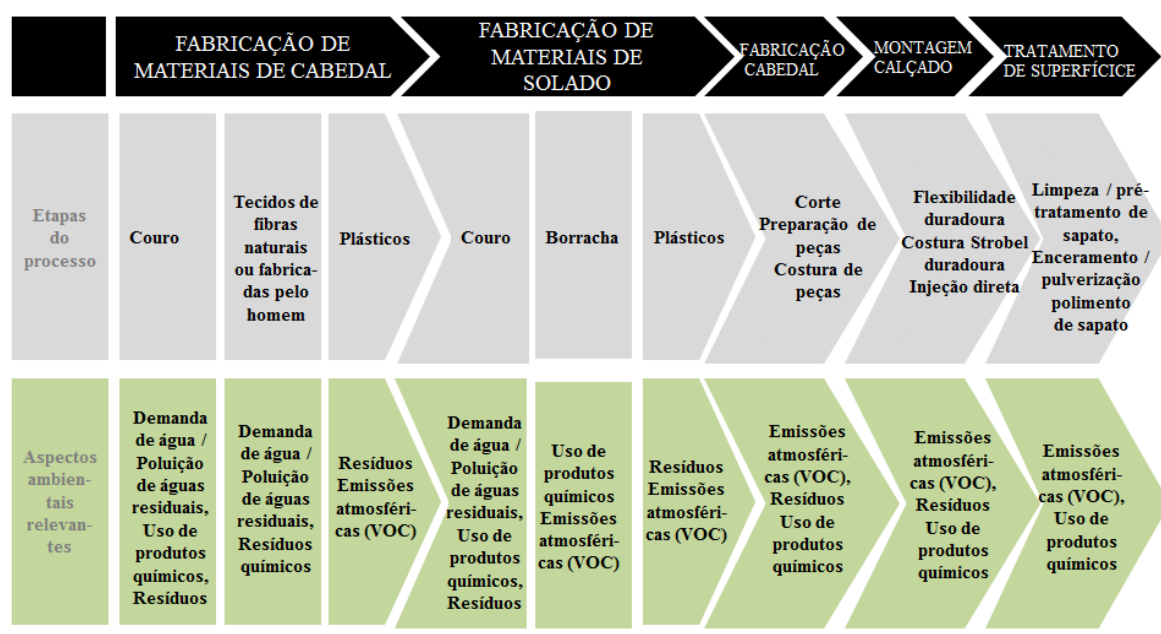


Figura 10- Aspectos ambientais desde a matéria-prima até o sapato acabado: efeitos sobre o meio ambiente

Fonte: Adaptado de *Federal Environment Agency*, 2011

A partir deste fluxograma de matérias primas percebe-se a correlação com os principais componentes do calçado ilustrado anteriormente.

As etapas aqui apresentadas estão, na verdade, considerando aspectos e impactos, e no caso do uso de água, há não só a poluição se não houver tratamento, mas o próprio uso de recursos não renováveis que deve ter ações de gerenciamento para ser melhor utilizado.

A seguir serão abordados os processos destes principais materiais.

2.3.1 Processo produtivo do couro

O processo que visa transformar a pele verde ou salgada em couro é composto por diversas etapas, segundo Dettmer (2008) são elas:

- Ribeira: consiste em operações em meio aquoso e operações mecânicas para limpar e preparar a pele para o curtimento;

- Curtimento: nesta etapa o agente curtente reage com a proteína da pele, proporcionando a estabilização da estrutura;

- Acabamento: consiste em operações de recurtimento, pré-acabamento e acabamento que conferem ao couro suas características finais, tais como cor e maciez.

A Figura 11 apresenta o fluxograma com as principais etapas do processo de fabricação de couros.

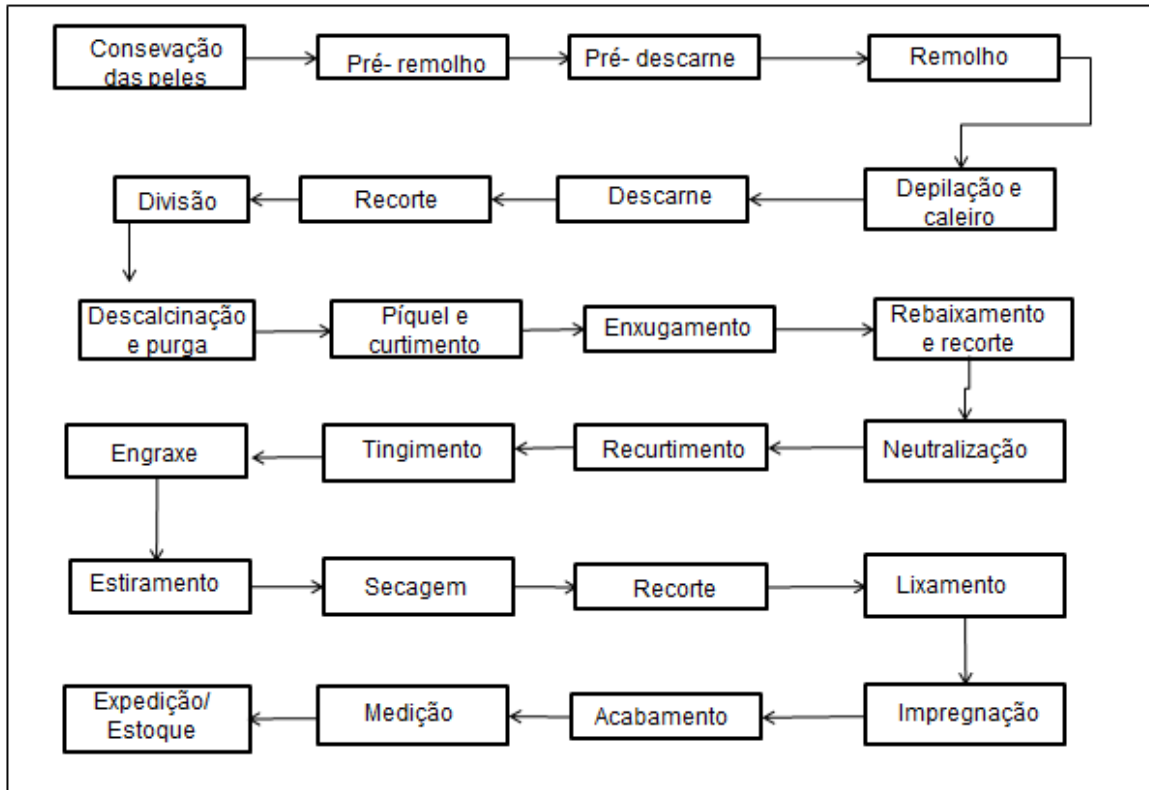


Figura 11- Fluxograma esquemático da fabricação de couros: operações de ribeira, curtimento, acabamento molhado e acabamento

Fonte: Adaptado de PACHECO (2005)

- Conservação e Armazenamento da pele crua – Etapa que tem como objetivo principal interromper o processo de decomposição da pele bruta, que se inicia logo após o abate do animal. (MOREIRA; TEIXEIRA, 2003);
- Remolho – Processo de limpeza e condicionamento das peles para as etapas seguintes. Neste processo procura-se repor a quantidade de água que a pele tinha antes de iniciar sua conservação, pois a pele seca ou salgada sofre desidratação;

- Depilação e caleiro – Processo de natureza alcalina (elevação do pH) para retirada da camada epidérmica (camada superior que protege a pele) e abertura das fibras;
- Descarne – Operação mecânica onde se remove da camada hipodérmica (gordura), camada inferior da pele que estava ligada à carcaça do animal;
- Divisão – Operação que tem por finalidade dividir as peles em tripa, ou os couros wet-blue, em duas ou mais camadas paralelas à flor. A camada superior que contém ou continha os pêlos é denominada flor e a inferior raspa (HOINACKI, 1994 apud MOREIRA; TEIXEIRA, 2003);
- Desencalagem e Purga – A desencalagem é o processo de diminuição da alcalinidade (basicidade) que tem como finalidade a redução do pH necessária para a penetração do curtimento. A purga, que se realiza no banho da desencalagem, é a etapa de limpeza fina das peles ou tripas (restos de pêlos, materiais queratinosos, entre outros);
- Píquel – Processo que antecede o curtimento propriamente dito, realizado com sal e ácido. O píquel complementa a etapa anterior e deixa as peles com a acidez própria para o curtimento;
- Curtimento - Processo de conservação permanente (longa duração) das peles, que as tornam imputrescíveis, possibilitando o seu emprego. Após o curtimento as peles devem descansar por um tempo mínimo de 24 horas;
- Enxugamento – Operação mecânica para eliminação do excesso de líquido dos couros curtidos. Após a operação é recomendável deixar os couros em repouso para que readquiram a espessura normal;
- Rebaixamento e corte – Operação responsável por conferir ao couro a espessura indicada em todo o couro;
- Neutralização – Processo de natureza alcalina que tem como função ajustar a carga do couro (pH) para as etapas posteriores. Esta ação é necessária para que haja compatibilidade entre a carga do couro e a dos agentes aniônicos de recurtimento, tingimento, engraxe;
- Recurtimento – O recurtimento é realizado antecedendo a etapa de desacidulação ou em continuação à mesma, de acordo com as

características finais desejadas no couro. Com o recurtimento se consegue definir parte das características do couro, como por exemplo, maciez, elasticidade, resistência físico-mecânica, enchimento e algumas características da flor como toque e desenho do poro;

- Tingimento – O tingimento é um processo empregado principalmente para conferir ao couro a coloração desejada;
- Engraxe - Prossegue ao tingimento. O engraxe interfere, diretamente, em características como maciez, elasticidade, flexibilidade, resistência à tração e ao rasgo e impermeabilidade. Com esta etapa são encerradas as etapas de acabamento molhado;
- Estiramento e secagem – Como decorrência da eliminação de água ocorre um encolhimento da estrutura fibrosa do couro e um enrugamento da superfície, sendo necessário o estiramento após a secagem e o amaciamento do couro. Pode ser realizada, também, antecedendo o amaciamento, como a secagem de atanados, por exemplo;
- Lixamento – Com o lixamento são executadas as devidas correções na flor ou no carnal, visando eliminar certos defeitos e melhorar o aspecto do material. O lixamento poderá ser leve, ou profundo, dependendo dos defeitos do couro ou do efeito desejado no mesmo. Através do lixamento podem ser realizados artigos como couros tipo “noubuck” (de aspecto aveludado), camurças, camurções e raspas luvas. Após o lixamento deverá ser feita a eliminação do pó em uma máquina de desempoar;
- Acabamento propriamente dito - A finalidade primeira do acabamento é a de melhorar o aspecto e servir ao mesmo tempo de proteção para o couro. Esta etapa é constituída de aplicações de tinta de fundo e cobertura e das prensagens intermediária e final. Após esta etapa o couro acabado é recortado, medido e segue para a expedição.

2.3.2 Couro e o meio ambiente

O setor coureiro, devido ao tipo de tecnologia empregada, possui um grande desperdício na transformação de insumos e matérias-primas em produto final. Segundo Souza (2005) apud Gatelli, Zeve, Sikilero (2010) mais de 40% da matéria-prima é descartada como resíduo junto às águas residuais como em resíduos sólidos. Os curtumes são conhecidos por

serem grandes poluidores em questão de efluentes líquidos e resíduos sólidos. E também por utilizarem substâncias tóxicas para o ser humano e ao meio ambiente durante processamento das peles salgadas.

A Figura 12 mostra um fluxograma de resíduos para a indústria do couro, sem incluir a poluição atmosférica gerada no processo (GORES, 2012).

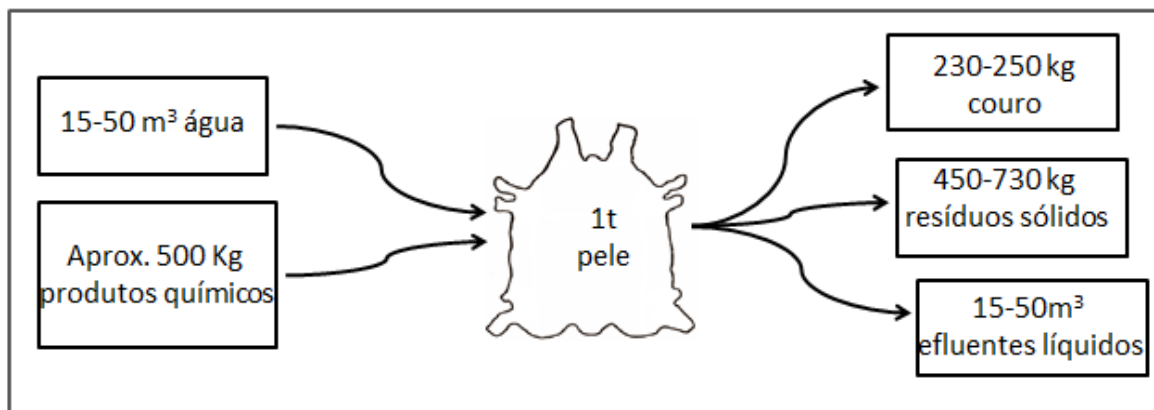


Figura 12 - Diagrama de fluxo de resíduos para a indústria do couro

Fonte: Adaptado (GORES, 2012)

A Figura 12 demonstra que uma tonelada de pele resultará em apenas 25% de produto final couro e entre 45% e 73% serão resíduos sólidos oriundos do processo. Observa-se também que a entrada de água necessária resulta em efluentes líquidos já que ao produto final não apresenta a presença umidade.

Além da geração de resíduos e emissões, o processo do couro utiliza uma grande quantidade de insumos: água, energia e produtos químicos.

Conforme o Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2005), “utilizam-se, normalmente, de 15 a 40 m³ de água para o processamento de 1t de pele bovina conservada por salga.”

Pacheco (2014) salienta que se pode considerar um consumo médio de 500 litros de água por pele salgada para os curtumes nacionais. Assim, um curtume integrado de processo convencional que processe 3.000 peles salgadas por dia (porte médio), consumiria, em média, aproximadamente 1.500 m³ água/dia, equivalente ao consumo diário de água de uma população de cerca de 8.300 habitantes, considerando-se um consumo médio de 180 litros de água habitante/dia.

Desta forma, verifica-se que “água” é um insumo importante na operação dos curtumes (na formulação dos banhos de tratamento e nas lavagens das peles) e dependendo da sua produção e do local onde opera, o impacto de consumo nos mananciais da região pode ser significativo.

Quanto ao consumo energético de curtumes no Rio Grande do Sul, segundo levantamento realizado por Gutterres et al. (2003), este destaca que os curtumes pesquisados possuíam naquele período o mesmo padrão energético. A energia era abastecida por energia comprada da concessionária e por geração própria. A produção de energia térmica se dava em caldeiras que geram vapor saturado, utilizando lenha como insumo energético.

Assim, a faixa de variação de consumo de energia é bastante ampla, entre 2.600 e 11.700 kWh por tonelada de peles salgadas. O uso dessa energia depende de aspectos como capacidade e quantidade de produção, tipo e estado dos equipamentos, tipo de tratamento de efluentes, existência de práticas para a eficiência energética, entre outros (PACHECO, 2014).

A lista de produtos químicos utilizados é bastante ampla, e a grande maioria é nociva ao meio ambiente, porém já existem estudos que dizem que há como substituir esses produtos nocivos e reduzir a quantidade utilizada (GUTTERRES, 2003).

Buljan, Reich e Ludvik (2000) analisaram a eficiência do aproveitamento das matérias-primas do processamento de couro mediante um balanço de massa. Verificaram a eficiência da utilização de alguns materiais, como taninos orgânicos, engraxantes e corantes, agregados juntamente como colagênio e o cromo. Dos 452 kg de produtos químicos usados nos processos tradicionais, somente 72 kg são retidos no interior e na superfície do couro, e 380 kg são perdidos e descartados de diversas formas.

Quanto ao resíduo do couro, há estudos, por exemplo, na linha de uso como fertilizante, recuperação de cromo a partir da cinza do tratamento térmico. A Tabela 4 apresenta alguns estudos e aplicações para este resíduo.

Tabela 4–Estudos do uso de resíduo de couro

Autor	Resíduo	Aplicação
Basegio et al. (2008)	Cinzas de aparas de couro curtido ao cromo	Imobilização do íon Cromo através de vitrificação em cerâmica
Oliveira et al. (2008)	Aparas de wet blue	Fertilizante para capim -elefente"(disponibilidade de Nitrogênio)
Dettmer et al. (2010)	Cinzas de aparas de couro curtido ao cromo	Recuperação de cromo das cinzas de tratamento térmico de resíduos
Kantarli, Yanik (2010)	Aparas de couro curtido ao cromo	Produção de carvão ativado
Wionczyk et al. (2011)	Aparas de couro curtido ao cromo	Recuperação de Cromo III

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Segundo o estudo de Basegio et al. (2008) foi possível imobilizar o íon cromo contido nas cinzas de incineração dos resíduos de serragem do couro em corpos cerâmicos vitrificados. Para tanto foram testadas diversas formulações contendo a cinza, e temperaturas de queima. A imobilização do íon cromo foi avaliada através de ensaios de lixiviação de acordo com a ABNT NBR 10005: 2004. Por fim comprovou-se que quanto mais elevada a temperatura de queima, mais efetiva foi a imobilização do cromo nos corpos cerâmicos investigados. Já o estudo de Oliveira et al. (2008) realizaram o tratamento da recuperação do nitrogênio contido das aparas de couro wet blue para uso como fonte de nutriente para o capim elefante. Dettmer et al. (2010) preocupou-se em recuperar o Cr_2O_3 , matéria-prima para a fabricação de sulfato de cromo, principal agente curtente. Os autores Kantarli e Yanik (2010) realizaram tratamentos químicos para obter carvão ativado a partir de aparas de couro, após etapas de ativação física e química, e obtiveram comprovada ação adsorvente. O estudo de Wionczyk et al. (2011) foi a recuperação de Cromo III a ser extraído, do resíduo de couro, com solvente a partir de estar na forma de uma solução complexa solúvel.

Estes estudos apresentam que há possibilidade de recuperação do resíduo de couro, no entanto com uns processos mais complexos que outros.

2.3.3 Processo de produção do PVC (Policloreto de vinila)

Dentre os materiais plásticos, o PVC é um dos mais utilizados na produção de calçados, principalmente para cabedais e solados (ASSINTECAL, 2015).

O PVC é o único material plástico que não é originário totalmente do petróleo. O PVC possui em sua composição cerca de 57% de cloro e 43% de eteno.

A partir do sal marinho, pelo processo de eletrólise (reação química resultante da passagem de uma corrente elétrica por água salgada), obtém-se o cloro, soda cáustica e hidrogênio. (INSTITUTO DO PVC, 2015).

Ainda conforme o estudo do Instituto do PVC (2015), o petróleo, que representa apenas 43% desta resina passa primeiro por uma destilação do óleo cru, obtendo-se a nafta leve. Após, pelo processo de craqueamento catalítico (quebra de moléculas grandes em moléculas menores com a ação de catalisadores para aceleração do processo), gerando-se o eteno. Tanto o cloro como o eteno estão na fase gasosa e eles reagem produzindo o EDC (dicloro etano).

A partir do EDC, obtém-se o MVC (mono cloreto de vinila). As moléculas de MVC são submetidas ao processo de polimerização, formando uma molécula bem maior, que é conhecida como PVC (policloreto de vinila), que é um pó muito fino, de cor branca, e totalmente inerte. (INSTITUTO DO PVC, 2015). A Figura 13 ilustra o processo de fabricação do PVC, e em destaque à direita tem-se a sua fórmula química.

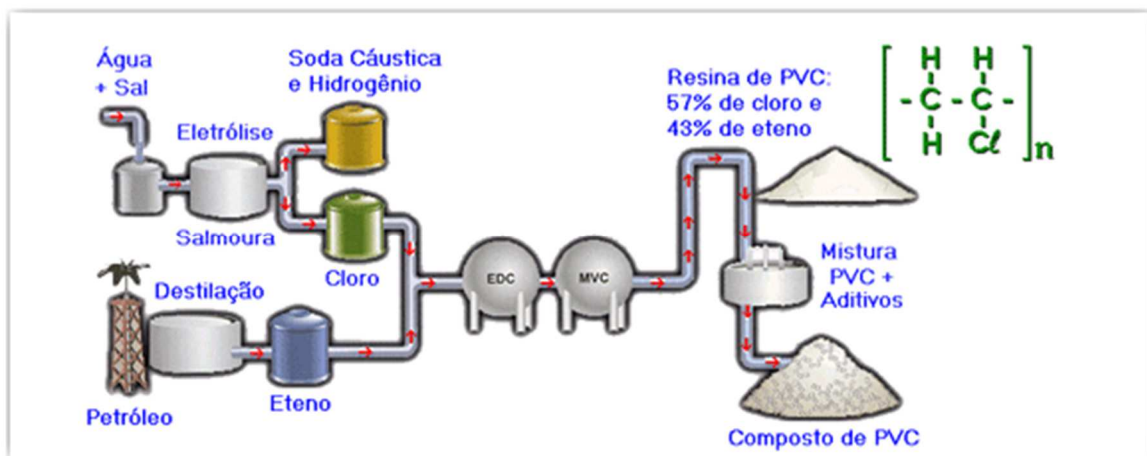


Figura 13 – Fluxogram da fabricação do PVC

Fonte: Instituto do PVC (2015)

No segmento de calçados segundo Rodolfo Jr; Nunes e Ormanji, (2006) “o PVC surge como excelente opção para a confecção de solados e outros componentes, expandidos ou compactos, com os quais podem ser produzidas tanto sandálias inteiramente moldadas em uma única etapa quanto calçados mais sofisticados, nos quais acabamentos elaborados como transparência ou brilho podem ser dosados mediante a correta formulação do composto”.

2.3.4 PVC e o meio ambiente

A Associação Brasileira das Indústrias de Cloreto de Polivinila (ABIVINILA), em convênio com a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e a Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), publicaram um estudo sobre a análise do ciclo de vida do PVC. De acordo com esse estudo, o PVC tem um excelente desempenho ambiental. (INSTITUTO DO PVC, 2015). Por ser feito de sal marinho, recurso renovável na natureza, pouco petróleo, cerca de 0,3 % do total utilizado no mundo, e existir tecnologia para substituição do petróleo por álcool vegetal (cana de açúcar) que é um recurso renovável, o PVC é considerado pouco danoso ao meio ambiente. (RODOLFO Jr; NUNES; ORMANJI, 2006 e INSTITUTO DO PVC, 2015).

Além disso, pode ser reciclado, e possui um longo ciclo de vida, como demonstra a Figura 14.

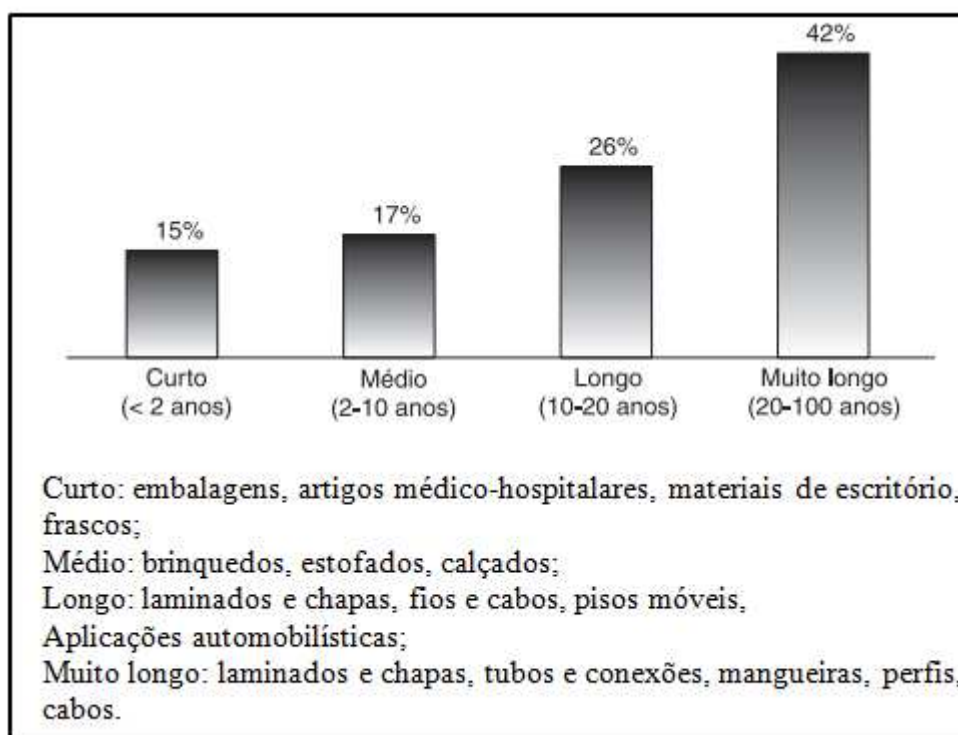


Figura 14 – Gráfico do tempo de vida útil aproximado dos principais produtos feitos com PVC e seu percentual de utilização.

Fonte: European Council of Vinyl Manufacturers (ECVM, 2006)

O PVC por ser mais utilizado na construção civil, fabricação de utensílios médicos, calçados, entre outros, é pouco presente nas casas, e quando isso ocorre, por ter um alto período de vida, demora mais para ser descartado e assim ser reciclado. Porém, o número

de produtos de PVC reciclados vem aumentando ano a ano. Em 2012, dados de um estudo³ constatou que a reciclagem do PVC atingiu 16,3% em ano (INSTITUTO DO PVC, 2015). Quanto ao panorama europeu, o Vinyl Plus, o programa de desenvolvimento sustentável da indústria europeia do PVC, registrou um recorde de 444.468 toneladas de PVC reciclado em 2013, mantendo a indústria no caminho certo para enfrentar o desafio da reciclagem de 800.000 toneladas por ano até 2020 (PVC Europe, 2015).

Apesar de ter baixa inflamabilidade e aplicações na construção civil, como forros, isolamentos de fios e revestimentos no geral, quando incinerado, por possuir em sua composição o cloro, libera o cloreto de hidrogênio na atmosfera. Esse gás é muito irritante para o ser humano e em contato com a água forma o ácido clorídrico, que é altamente tóxico (RODOLFO Jr; NUNES e ORMANJI, 2006).

A comissão européia realizou um relatório sobre a avaliação do ciclo de vida do PVC e dos principais materiais concorrentes, e segundo a análise do PVC Europe (2016), as principais conclusões do relatório foram: a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de comparações deve ser realizada ao nível da aplicação e não apenas no nível material. A fase de utilização e eliminação também deve ser considerada, a fim de responder à pergunta "Que material é produzido da forma mais 'amiga do ambiente'?".

Os impactos globais de produtos de PVC dependem não somente da produção do próprio PVC, mas também sobre suas características de aplicação (formulação, impacto da fase de utilização, a durabilidade do produto, reciclagem). Informações gerais sobre o desempenho ambiental de um produto de PVC só deve ser feito com relação à aplicação e com todas as fases do ciclo de vida levadas em conta.

Segundo o instituto, os processos de produção de PVC têm sido continuamente melhorados nos últimos anos e o seu impacto ambiental reduzido gradativamente. A indústria europeia de PVC reconhece que, juntamente com todas as outras indústrias, deve prosseguir a melhoria ambiental contínua (ECVM, 2016).

2.3.5 Processo de produção do EVA (Etileno acetato de vinila)

Conforme o Centro Tecnológico do Couro, Calçados e Afins – CTCCA (1993) apud Garlet (1998), O EVA é um composto micoporoso constituído por: resina de EVA,

³A pesquisa chamada de "Monitoramento do Índice de Reciclagem Mecânica do PVC no Brasil" teve abrangência nacional e cumpriu métodos de pesquisa estabelecidos pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

agente de expansão, agente reticulante, cargas, ativadores, auxiliares de processo e outros polímeros.

O EVA é um copolímero utilizado na fabricação de vários artefatos, pois possui características como boa resistência à ação do tempo, flexibilidade, tenacidade, transparência, atóxico, e relativo baixo custo, entre outros. (GARLET, 1998 e SOBRAL; CARNEIRO, 2011).

Conforme Hasman (1993) apud PIMENTEL; ROCHA; MELO (2006): “O EVA é obtido pelo encadeamento sucessivo de pequenas unidades repetitivas de baixo peso molecular chamada monômeros, constituído de poliacetato de etileno vinil ou copolímero de etileno-acetato de vinila”.

Segundo a empresa Eureka EVA (2015) que produz diversos artigos, a produção se dá nas seguintes etapas:

- Pesagem: Nesta fase é feita a dosagem gradativa dos componentes das formulações por meio de balanças. Durante a pesagem, os componentes são agrupados por similaridade em recipientes separados para se evitar pré-reações.

- Mistura: Os componentes que foram pesados são colocados em um misturador fechado. A massa resultante deste processo é passada em cilindros e o resultado é um material mais homogêneo. Nesta etapa são formadas as placas compactas sem expansão, que são laminadas em espessuras e tamanhos determinados e encaminhadas para a prensagem.

- Prensagem: Nesta etapa ocorre o processo de reticulação e expansão do EVA, quando as placas são introduzidas nas prensas em seus platôs para o processo de vulcanização. As principais características das placas, como as dimensões e as propriedades de dureza e densidade, são controladas nesta fase do processo.

- Acabamento: Após o ganho de volume e espessura desejados, as placas são encaminhadas para a fase de acabamento. As atividades feitas no acabamento são: lixar, requadra (acertar as placas quanto à largura e o comprimento desejados), soldar, bobinar e rachar. A realização de todas estas etapas ou apenas parte delas dependerá do tipo de acabamento desejado, conforme a aplicação do EVA que está sendo finalizado. Primeiramente as placas entram na lixadeira onde são niveladas. Deste momento em diante, as placas podem ter acabamentos diferentes: na solda as placas são soldadas à quente num processo que proporciona a junção adequada das peças. Depois as placas são recortadas na largura e enroladas em bobinas. Caso seja necessário diminuir a espessura, as placas são

inseridas em uma rachadeira-bobinadeira. A Figura 15 apresenta o fluxograma de produção do EVA.



Figura 15 – Fluxograma de produção do EVA

Fonte: Garlet (1998)

Conforme Garlet (1998) e Eureka (2015), pode-se ter as seguintes aplicações para o EVA:

- Calçadista: palmilhas, entressolas e solados, além de outras partes de tênis e sandálias.
- Brinquedos: jogos, tapetes infantis, jogos com alfabeto e família silábica, material de apoio para sala de aula.
- Diversos: - Artesanatos: flores, lembrancinhas, decoração de festas; Utilidades domésticas: rodos, tapetes; - Brindes: viseiras, chaveiros, chapéus, porta-copos, mouse-pads; - Produtos esportivos: tatames para lutas de artes marciais, tapetes/esteiras e colchonetes para yoga e ginástica em geral.
- Construção civil: mantas atenuadoras de ruídos, umidade, painéis para foro e piso;
- Embalagens: alimentos, líquidos, congelados, revestimentos de papel;
- Vestuário: aventais, revestimentos de fraldas, entretelas;
- Medicina: luvas cirúrgicas, dosadores;
- Agricultura: secadores, cobertores de estufa, mangueiras.

2.3.6 EVA e o meio ambiente

O EVA é um material termofixo, ou seja, após moldado a altas temperaturas e resfriado, não pode ser moldado novamente, e quando aquecido, acaba se decompondo e não se refundindo. (PIMENTEL; ROCHA; MELO, 2006).

Além disso, ele não é um material biodegradável, não se decompõe na natureza, o que dificulta sua disposição final, que geralmente é destinado a aterros sanitários. Por possuir um volume muito grande, é inviável que continue sendo disposto em aterro, que estão cada vez mais saturados, desafiando assim as empresas produtoras e encontrarem outras alternativas para seu descarte ou reaproveitamento.

As alternativas de reaproveitamento realizadas atualmente podem ser divididas em três grupos: reciclagem química, térmica e mecânica como soluções de reutilização do resíduo de EVA na construção civil e outras alternativas como artesanato e produção de pufes. (LOPES, 2012).

No estado do Rio Grande do Sul, existe uma grande demanda de resíduos oriundos da indústria calçadista, por ser um grande polo de indústrias de calçados. É importante que se encontre soluções viáveis de reaproveitamento dos resíduos de EVA, diminuindo assim o consumo de recursos naturais e reintegrando na cadeia produtiva um resíduo difícil de descartar e que não é possível reciclar. Podendo ser reaproveitado em outros setores como o da construção civil. (GARLET, 1998)

Segundo Pimentel; Rocha e Melo (2006) o EVA possui baixa massa específica, tem boas características acústicas e térmicas, é estável, inerte, não suscetível a fungos e pode ser aproveitado como agregado sintético para elaboração de compósitos leves.

2.4 AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)

A avaliação do ciclo de vida (ACV) é uma abordagem do “berço ao túmulo” para a avaliação de sistemas de produção (EPA e SETAC, 2006). Nessa óptica, a avaliação começa com a aquisição de matérias-primas e termina no momento em que todos os materiais sofrem disposição final.

Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma análise abrangente para quantificar e avaliar o consumo de recursos e os impactos ambientais associados a um produto (ou serviço) em todo o seu ciclo de vida. (ZHANG et. al, 2015).

Ao incluir os impactos ao longo do ciclo de vida do produto, a ACV oferece uma visão abrangente dos aspectos ambientais do produto ou processo e uma imagem mais precisa do verdadeiro balanço entre prós e contras do produto e da seleção de processos.

Além disso, o conhecimento adquirido da ACV pode ser utilizado para facilitar o planejamento estratégico, definição de prioridades e design de produto (ALBERS; CANEPA; MILLER, 2008).

Bailey, Allen e Bras (2004) propõem uma abordagem baseada em entradas e saídas para a modelagem na indústria, independente das implicações monetárias.

De acordo com a PE International (2011), a ACV é uma ferramenta flexível e com múltiplas aplicações, em uma gama de oportunidades. Exemplos:

- Processos de produção. As empresas podem usar ACV para identificar a parte de um processo de produção que tem o maior impacto ambiental para que possam concentrar esforços de otimização sobre essa parte. Ou engenheiros de processo podem comparar dois processos de produção alternativos com ACV para selecionar o processo com desempenho ambiental global superior. Akzo Nobel⁴ tem feito isso.
- Gestão de resíduos. ACV pode ser usada para selecionar métodos de gestão de resíduos. A Reciclagem pode não ser sempre superior a incineração, por exemplo. A ACV pode evidenciar se este for o caso.
- Desenvolvimento de produtos e embalagens. Empresas recorrem a métodos de ACV em design de produto e embalagem. A ACV pode ajudar a selecionar materiais com menor impacto ambiental e orientar o desenvolvimento de projetos que têm impactos menores na fase de utilização ou são mais fáceis de reciclar. Stonyfield⁵ Farm tem usado ACV para selecionar embalagem para o seu iogurte.
- Metas de sustentabilidade. Uma empresa com metas de sustentabilidade interna ou pública pode usar ACV para entender o impacto de um novo processo na sua capacidade de atingir esses objetivos. Isto pode dar-lhe um aviso prévio de que pode ser necessário para ajustar alguns objetivos

⁴ Companhia global de tintas e revestimentos e uma das principais produtoras de especialidades químicas

⁵ Produtora de lácteos orgânicos, Stonyfield Farm, de Londonderry, New Hampshire, nos Estados Unidos

internos como consequência do lançamento de um novo produto ou processo. Akzo Nobel usa acv desta forma.

- Marketing verde. ACV tem aplicações de comunicação. Uma análise de base científica rigorosa, desenvolvida em conformidade com as normas internacionais, fornece uma base sólida para se comunicar com os clientes sobre o desempenho eo progresso ambiental. ACVs são a base das declarações ambientais dos produtos, uma ferramenta de comunicação de importância crescente.
- Estratégia e gerenciamento de risco. Algumas empresas utilizam a ACV para obter uma melhor compreensão de sua dependência de matérias-primas essenciais, a disponibilidade de fontes alternativas e os impactos dessas fontes, e sua exposição a interrupções no fornecimento.

Quanto a metodologia de ACV, segundo Rodrigues, Silva e Willers (2013) é dividida em fases: definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e interpretação de resultados.

- Objetivo: Deve declarar inequivocamente a aplicação pretendida, as razões para conduzir o estudo e o público-alvo;
- Escopo: Devem ser considerados e claramente descritos os seguintes itens: a) função e unidade funcional; b) fronteiras do sistema; c) requisitos da qualidade dos dados; d) comparações entre sistemas; e) considerações sobre análise crítica;
- Análise de inventário: Envolve a coleta de dados e procedimentos de cálculo para quantificar as entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto. Este consiste em um balanço de energia e massa que configura o inventário de ciclo de vida (ICV), cuja análise avalia os efeitos ambientais do sistema;

A construção do ICV é a fase mais importante, porque na fase de ICV todas as atividades envolvidas no ciclo de vida do produto precisam ser analisadas e modeladas, e todos os dados relativos aos impactos ambientais precisam ser compilados e calculados. Os resultados do ICV são as bases para a avaliação do impacto do ciclo de vida subsequente e fases de interpretação.

Assim, possíveis erros no ICV podem ter um grande efeito sobre os resultados finais. O ICV é considerado como a fase mais exigente e que mais exige tempo e esforço (KOUGOULIS, 2008).

As duas últimas fases da ACV são a avaliação de impactos e a fase de interpretação.

Avaliação de impactos: é dirigida à avaliação da significância dos impactos ambientais potenciais, usando os resultados da análise de inventário do ciclo de vida. Em geral, esse processo envolve a associação de dados do inventário com impactos ambientais específicos e a tentativa de compreender esses impactos;

Interpretação de resultados: fase onde as constatações da análise do inventário e da avaliação de impacto – ou, no caso de estudos de inventário do ciclo de vida (ICV), somente os resultados da análise de inventário – são combinadas, de forma consistente, com o objetivo e o escopo definidos, visando alcançar conclusões e recomendações (SILVA; RODRIGUES; WILLERS, 2013).

A Figura 16 apresenta as fases de uma ACV.

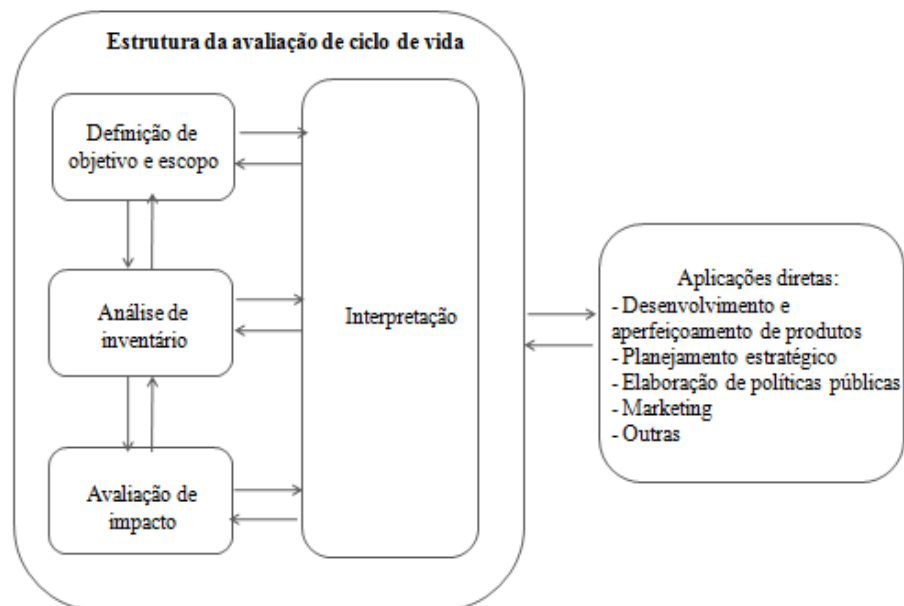


Figura 16- Fases de uma ACV

Fonte: NBR ISO 14040 (ABNT, 2009)

As áreas de atuação para a ACV são inúmeras. Segundo a ISO 14040: 2009 algumas são: avaliação de impacto ambiental, gestão de produtos, gestão da cadeia de fornecedores, gestão do ciclo de vida, avaliação do custo do ciclo de vida.

A partir de uma ACV comparativa ou não, conforme estudo sugerido por Graaff, Neill e Giorgio (2009) pode-se inserir o fluxo de vida completo, neste caso, do calçado, conforme ilustrado na Figura 17.

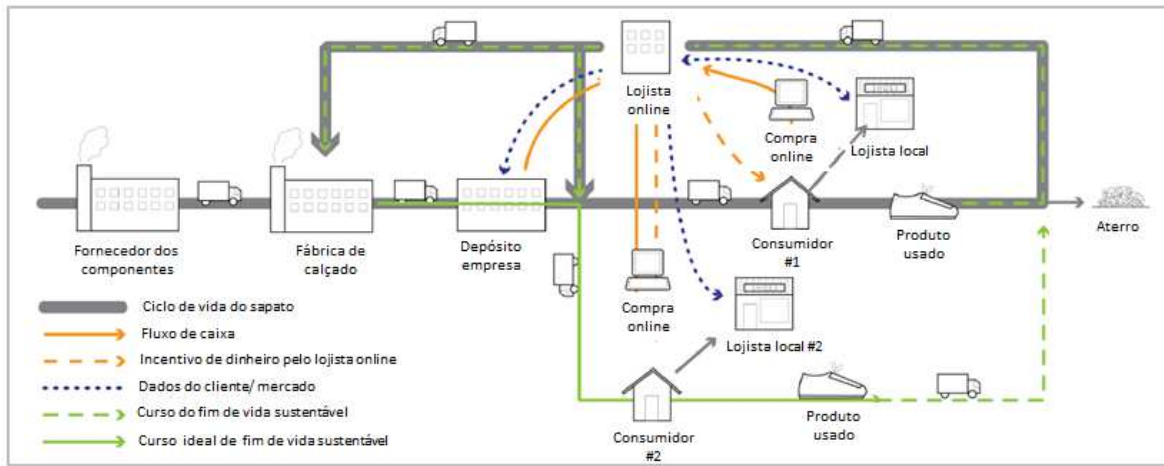


Figura 17– Ciclo de vida proposto para o calçado

Fonte: Adaptado de Graaff, Neill e Giorgio (2009)

2.4.1 Aplicações da ACV

A ACV é uma ferramenta analítica que ajuda a avaliar os efeitos ambientais de um produto, processo ou atividade durante todo o seu ciclo de vida ou tempo de vida: desde a extração de recursos, a produção, consumo e reciclagem até a disposição final (UNEP, 2005). A ACV derivada de uma compreensão de que cada produto, processo ou atividade gera impacto sobre o meio ambiente: de extração ou coleta de matérias-primas, ao longo dos processos de transformação industrial, até o momento em que os materiais são entregues como resíduo (ZIDONIEN; KRUIPIEN, 2015).

Existem muitas áreas na qual a ACV pode ser aplicada: na análise de setor em macro-escala, bem como em áreas de microescala áreas, no setor público, bem como em organizações individuais, em ecodesign e na engenharia de produto. No setor industrial, a abordagem é largamente aplicada, por exemplo, em indústrias de biocombustíveis, energia, resíduos e tratamento de água. (JACQUEMIN, PONTALIER, SABLAYROLLES, 2012).

Singh e Olsen (2011) trazem o estudo do uso de algas como fonte de biomassa para a geração de biocombustíveis, através da ACV dos biocombustíveis de algas sugerem ambientalmente melhor do que os combustíveis fósseis, mas economicamente, ainda não é tão atraente.

Para o uso da ACV na gestão de resíduos sólidos, Bovea *et.al* (2010) avaliaram cenários alternativos para a gestão dos resíduos sólidos urbanos produzidos na cidade de

Castellón de la Plana (Espanha). Ao todo foram avaliados 24 cenários, cujo comportamento ambiental foi estudado através da aplicação do ciclo de vida como metodologia de avaliação.

Os indicadores ambientais foram obtidos para diferentes categorias de impacto, o que tornou possível identificar as variáveis-chave em sistema de gestão de resíduos e o cenário que oferece o melhor comportamento ambiental. Por fim, uma análise de sensibilidade foi utilizada para testar algumas das suposições feitas no inventário inicial do ciclo de vida modelo. Os autores Bovea et al. (2010) reforçam,

Embora tenham sido feitos esforços para analisar o comportamento ambiental de cada alternativa, de modo a ser capaz de escolher os cenários mais sustentáveis, este estudo deve ser concluído com uma análise dos custos económicos e sociais de cada alternativa.

Já Mila et al. (1998) realizaram a ACV na indústria de calçados de couro com o objetivo de apontar as etapas mais impactantes ambientalmente, a fim de determinar quais melhorias poderiam ser feitas para diminuir os impactos. No estudo avaliou-se a confecção de um par de sapatos feminino de couro, e as etapas desde a criação do gado até a gestão de resíduos. Os aspectos sociais e económicos não foram avaliados. Um impacto notável é gerado na fase de gestão de resíduos sólidos, outra fonte de impacto significativo é a fase da pecuária que há grandes valores de emissões. No curtume, quando o descarte do efluente é realizado sem nenhum tratamento, um grande valor potencial de eutrofização da água é observado e esta fase também é importante para o consumo de recursos não renováveis.

Ribeiro (2009) também trouxe o uso da ACV em calçados femininos como metodologia para minimização dos impactos ambientais. O estudo foi realizado avaliando sistema de produção de um calçado social feminino genérico e um sistema de produção de um calçado social feminino ambientalmente responsável.

No cenário genérico foram consideradas as etapas: extração e manufatura da matéria-prima, produção do componente e montagem/acabamento/embalagem do calçado. No cenário alternativo a matéria prima é resíduo proveniente de diversas empresas do setor calçadista e de outros setores, as etapas consideradas foram: reciclagem do resíduo, produção do componente e montagem/acabamento/embalagem do calçado.

O estudo utilizou um software para modelagem e avaliação do impacto ambiental. A partir dos resultados foi possível concluir que o cenário de produção do calçado alternativo apresentou redução considerável em todas as categorias de impacto selecionadas em relação ao cenário de produção do calçado genérico. As categorias de impacto como quantidade de

recursos, fontes de combustíveis fósseis, aquecimento global, potencial de acidificação, eutrofização aquática e diminuição do ozônio estratosférico diminuiram 70,48%, 51,03%, 47,95%, 37,31%, 68,25% e 21,09%.

Percebe-se que se torna interessante os estudos de ACV com base em outros modelos de cálculos, que não femininos e uso desta ferramenta para a avaliação da reciclagem de resíduos do processo.

2.4.2 Inventário de ciclo de vida (ICV)

Avaliação de inventário é talvez a etapa mais importante da ACV. O desempenho nesta fase é essencial para a realização das próximas fases do ACV, ou seja, impacto, avaliação e interpretação (STRAVOS, PAPPIS, VOUTSINAS, 2003).

A construção do ICV é a fase mais importante, porque na fase de ICV todas as atividades envolvidas no ciclo de vida do produto precisam ser analisadas e modeladas, e todos os dados relativos aos impactos ambientais precisam ser compilados e calculados. Os resultados do ICV são as bases para a avaliação do impacto do ciclo de vida subsequente e fases de interpretação (SUH, HUPPES, 2005).

A avaliação do inventário ciclo de vida (AICV) foi utilizada por Stravos, Pappis e Voutsinas (2003) no estudo da recuperação de chumbo de baterias velhas. A logística reversa de baterias usadas ou de chumbo/ácido das baterias está descrito e analisado. Um modelo para este sistema de produto é formulado, que é utilizado para identificar a emissões de chumbo, bem como todas as trocas ambientais através do balanço de materiais. A formulação do modelo proposto, que está apropriadamente adaptada as necessidades de alimentação da cadeia de sentido inverso, é usado como uma ferramenta em um AICV, a fim de identificar as fases no ciclo de vida da bateria que dão origem às maiores cargas ambientais.

Já o estudo de Demertzi et al. (2015) utilizou com importância a avaliação do inventário do ciclo de vida na comparação de impactos ambientais para diferentes estratégias de gestão de resíduos para rolhas naturais, nomeadamente a incineração em um incinerador de resíduos sólidos urbanos, aterro sanitário e reciclagem.

Galdiano (2006) realizou o inventário de ciclo de vida do papel *offset* produzido no Brasil. Para tanto, foi em busca de dados primários junto as empresas fabricantes de papel, e também junto aos fornecedores de insumos, para assim contribuir para um banco de dados dos aspectos ambientais significativos, sob a perspectiva das condições tecnológicas no país. O autor também utilizou dados secundários, obtidos através de literaturas técnicas

especializadas, gerados a partir de cálculos de engenharia ou de estimativas de projeto, ou ainda coletados junto a banco de dados de ACV já elaborados.

Conforme o autor (GALDIANO, 2006), os estudos brasileiros de ACV vem sendo realizados frequentemente utilizando a estrutura existente nas universidades, e os principais desafios estão na capacitação de recursos humanos necessários e o levantamento de dados ambientais pelas empresas.

Já o estudo de Reis (2015) visou estudar as compilações das informações de inventário de ciclo de vida, através de base de dados. O estudo procurou identificar e avaliar as tecnologias da informação disponíveis para a obtenção, para o processamento e para a distribuição de informações no contexto do inventário do ciclo de vida para subsidiar o desenvolvimento de uma matriz de tecnologia capaz de indicar tecnologias da informação a fim de tornar viável a real utilização e reutilização dos dados de inventário na efetivação do uso da metodologia de avaliação do ciclo de vida.

Reis (2015) concluiu que o desenvolvimento de inventários de ciclo de vida permitirá estudos de avaliação de ciclo de vida. A partir desses estudos, a população consumidora poderá optar por produtos ou serviços que tenham um menor impacto ambiental, dentro de um pensamento de uma sociedade atenta para o desenvolvimento sustentável.

Klemann (2012) realizou o estudo sobre a verificação e utilização de dados de relatórios ambientais na elaboração de ICV. Após realizar estudos de caso, através da análise de relatórios ambientais de empresas e órgãos ambientais, a autora observou que é importante definir os dados que serão utilizados, já que muitas vezes não há explicação de como foram coletados os dados, principalmente no caso de empresas e indústrias. Assim, pode-se buscar a informação em relatórios de órgãos ambientais, e fazer uso desta informação. No entanto, é importante que as empresas e órgãos ambientais compreendam a necessidade na transparência e clareza das informações.

Reconhece-se a carência de bancos de dados brasileiros para ACV em paralelo que estão realizando estudos e pesquisas tanto para obter dados de inventário como para validá-los e favorecer o uso de informações confiáveis em pesquisas futuras.

2.5 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Resolução CONAMA nº 313/2002 dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. O Inventário é definido como sendo o conjunto de informações sobre a produção/geração, características, armazenamento, transporte, tratamento,

reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos Resíduos Sólidos Industriais (RSI) no país (CONAMA, 2002; CAVALLI, 2015).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Lei 12.305 (BRASIL, 2010) traz diversas inovações como os acordos setoriais, a logística reversa, a responsabilidade compartilhada e a participação de catadores no processo de coleta seletiva.

Estabelece, ainda, a elaboração de planos nacionais, estaduais e municipais de gerenciamento de resíduos, o cadastro nacional de operadores de resíduos perigosos, além da criação de um sistema de informações sobre a gestão dos resíduos sólidos e da proibição dos lixões, dentre outras (CRUZ, 2014).

O plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) é ferramenta ambiental a ser utilizada por todo gerador de resíduos, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Lei 12.305 (BRASIL, 2010), capítulo II, artigo 14, inciso VI. O Plano de gerenciamento de resíduos sólidos tem um conteúdo mínimo a ser seguido, conforme disposto nesta mesma lei.

O PGRS será ao mesmo tempo um mecanismo de fiscalização da aderência das empresas às diretrizes da PNRS e um instrumento de planejamento para as ações de pesquisa e desenvolvimento, particularmente em ecoeficiência, direcionadas à ampliação da reutilização e reciclagem dos resíduos industriais. Adicionalmente, pela Lei da PNRS o PGRS é parte integrante do licenciamento ambiental (Art. 24º. da Lei da PNRS) devendo ser elaborado pelos geradores dos resíduos nos processos produtivos e instalações industriais (Art. 20º-I da PNRS) (CRUZ, 2014).

Através de um plano estruturado com metas e prazos definidos as empresas podem se organizar para alcançar melhorias contínuas no gerenciamento de resíduos. O desafio neste sentido é adotar estratégias preventivas visando a redução ou eliminação da geração de resíduos. (SIMIÃO, 2011).

No Rio Grande do Sul, o setor industrial produziu/gerou uma quantidade superior a 2 milhões de toneladas de RSI no ano de 2002 (RIO GRANDE DO SUL, 2003) e, para o ano de 2014, a partir dos dados do Plano Estadual de Resíduos Sólidos – PERS-RS (RIO GRANDE DO SUL, 2014), foram estimadas quantidades superiores a 10 milhões de toneladas. Verifica-se, portanto, um expressivo aumento da produção/geração de RSI nestes 12 anos. Se no estado observa-se crescimento na produção/geração de RSI, por consequência,

há a demanda pela extração de matérias-primas, seu processamento, fabricação, distribuição, tratamento e disposição final dos RSI.

Com a publicação do Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS-RS) do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2014), foram disponibilizadas informações que permitem o acesso a dados atualizados da geração e disposição final dos RSI de diversos setores industriais. A base de dados do PERS-RS refere-se aos anos de 2012 e 2013 por meio de consulta ao SIGECORS-FEPAM, numa primeira amostragem, e dados do Cadastro Técnico Federal (CTF) – IBAMA, numa segunda amostragem (CAVALLI, 2015). A indústria de calçados está definida no PERS como atividade industrial, segundo código de ramo (CODRAM) 2.500: “Indústria do calçado/tecido/vestuário”.

Conforme levantamento realizado para o PERS-RS, no banco de dados da FEPAM, em 2014, e nos dados do SIGECORS (2013), existe um total de 3.397 indústrias com Licença de Operação (LO) em vigor (RIO GRANDE DO SUL, 2014). A base para a estimativa de geração de RSI foram os dados do SIGECORS, sendo consideradas as informações validadas das declarações de 807 indústrias de porte médio (M), grande (G) e excepcional (E), conforme metodologia do estudo que está relacionada às informações de LO perante licenciamento junto a FEPAM.

A partir da geração declarada nos anos de 2012 e 2013 foi calculada a média de geração de resíduos por ano e determinados as taxas de geração de resíduos em toneladas por ano (t/ano), para cada ramo industrial, porte e classe de resíduo. Com base nisto, a geração de resíduos do Estado foi estimada para o total das indústrias de porte médio, grande e excepcional, que representam 64% das que têm LO emitidas pela FEPAM em vigor no ano de 2014, totalizando 2.164 indústrias. (RIO GRANDE DO SUL, 2014). A Tabela 5 apresenta a compilação de dados apresentados no PERS-RS, para o setor de calçados. Os dados indicam que as empresas do setor calçadista correspondem a uma geração total de resíduos Classe I – Perigosos e Classe II – Não perigosos de 275.942,80 toneladas para o ano de 2014, valor este somado aos setores de tecido e vestuário, uma vez que não há dados de inventário específico para o setor em estudo.

Tabela 5 - Informações sobre o número de empresas da indústria de calçados e quantidade de RSI produzidos/gerados no Estado, em 2014– PERS-RS/SIGECORS

2014				
	Total indústrias* (t)	Indústria calçado/tecido /vestuário		
		Quantidade total	% no setor	% no total
Indústrias Portes M, G, E	2.164	110	5,08%	-
Produção/Geração RSI total estimada	10.188.542,71	275.942,80	-	-
Produção/Geração RSI classe I**	873.235,50	56.722,02	20,56	8,57
Produção/Geração RSI classe II**	9.315.308,21	219.220,78	79,44	91,43

Fonte: PERS-RS (Rio Grande do Sul, 2014)

* Indústrias de porte médio, grande e excepcional com LO em vigor em 2014.

** Dentro de "outros setores" conforme PERS, pg.179 (2014).

Os dados informados e apresentados reforçam a necessidade de um inventário mais detalhado para o setor calçadista e o desafio de minimizar e/ou reciclar os resíduos gerados.

Em relação a um plano de gerenciamento de resíduos sólidos em nível mundial, a norma europeia DIN EN ISSO 12940:2004 –*Footwear manufacturing wastes – Waste classification and management*, traz a metodologia para identificação, quantificação, classificação e definição da destinação para os resíduos da fabricação de calçados, desde a estocagem de matérias-primas, processo até a manutenção de equipamentos. A norma traz uma lista dos possíveis principais resíduos a serem gerados bem como as práticas usuais de gestão dos resíduos, sendo estas: reutilizar como está, reciclagem dentro ou fora da empresa, incineração com recuperação de energia, tratamento especial de destruição, aterro controlado, incineração sem recuperação de energia, outros. A norma também traz os passos a serem seguidos para a correta identificação e destinação, e o método para a quantificação dos resíduos, que deve ser realizado por no mínimo 12 meses.

No Brasil não há norma técnica publicada referente a gestão de resíduos ou sustentabilidade da indústria calçadista a fim de contribuir na identificação e gestão dos resíduos no processo de fabricação.

2.6 RECICLAGEM DE RESÍDUOS DO SETOR CALÇADISTA

Argumenta-se que, em muitas situações, a reciclagem de materiais é vista como o meio mais adequado para lidar com sapatos descartados (STAIKOS, RAHIMIFARD, 2007). No entanto, para a sustentabilidade em longo prazo de tais atividades de recuperação de

calçado deve ser estabelecido um sistema de reciclagem de materiais economicamente viáveis. Portanto a compreensão e desenvolvimento de métodos para reciclagem de calçados é de grande preocupação para o setor calçadista (LEE, RAHIMIFARD, 2012).

Um método com sistema automatizado para recuperação de componentes de calçados foi estudado por Lee e Rahimifard (2012), o processo é baseado em tecnologias de separação sob ar em que as partículas granuladas são separadas do sapato com base na diferença de tamanho e massa. Estudos experimentais com três tipos diferentes de produtos de calçado pós-consumo mostram que é possível recuperar quatro fluxos de materiais utilizáveis; couros, tecidos, espumas e borrachas. Para cada um dos materiais recuperados há uma variedade de aplicações, tais como materiais de pavimentação, placas de isolamento.

Outro estudo com calçados foi desenvolvido por Tatano et al. (2012) que avaliou a caracterização das propriedades químicas e físicas de tipos de resíduos representativos da fabricação de calçados; o perfil da qualidade de material recuperado da destinação final em aterros e as emissões de gases de combustão resultantes da queima de testes, tendo em vista o potencial para a recuperação de energia. Neste estudo os autores consideraram os principais materiais utilizados para a fabricação de calçados: couro curtido ao vegetal, couro curtido ao cromo, couro curtido ao alumínio ou curtido a outro tanino mineral, denominado como couro *wetwhite*, couro sintético (constituído por uma base de tecido revestido com resinas vinílicas); material específico consistindo de uma tira à base de fibra de celulose impregnado com um ligante copolimérico (tipicamente, copolímero de estireno-butadieno) utilizado para palmilhas; masonita, com um material composto de madeira (ou seja, alta densidade) usado tradicionalmente para a fabricação de saltos de calçados masculinos; e borracha natural vulcanizada e uma mistura vulcanizada específica de borracha sintética com adição de partículas inertes, e espuma de borracha com etileno-acetato de vinila (EVA), todos utilizados para solas. A identificação dos resíduos representativos selecionados e a relação com as etapas de fabricação foram de acordo com a *Comité Européen de Normalisation (CEN): 2004 –Footwear manufacturing wastes –Waste classification and management*.

Como resultado do estudo de Tatano et al. (2012) teve-se a caracterização de um fertilizante que pode ser gerado a partir do resíduo de couro curtido ao vegetal, com interessante qualidade classificável como fertilizante de nitrogênio orgânico com aceitáveis valores dos parâmetros de umificação e teores de metais pesados significativamente abaixo do limite de qualidade. Os testes de queima simplificado em escala piloto forneceram os seguintes resultados: maiores emissões de NOx produzidas a partir de materiais à base de

couro, em comparação com o material à base de celulose, que são, provavelmente, ao conteúdo substancial de "nitrogênio combustível" original das peles de animais; e ainda um processo maior de combustão ocorreu para o pó de couro do que para os outros materiais de sapato.

O estudo de Lopes et al. (2014) traz a possibilidade de utilizar resíduos de EVA que devido ao aumento da quantidade de geração e disposição deste resíduo em aterros devem ser avaliadas estratégias de gestão. Neste âmbito, no estudo foram produzidos compósitos com resíduos de EVA e parte de borracha natural e sintética. Os compósitos foram submetidos a testes físicos mecânicos de acordo com as exigências para calçados, com base nos resultados o estudo confirmou a possibilidade da aplicação sustentável dos resíduos de EVA da indústria calçadista através da produção de eco compósitos. Os estudos de laboratório e em escala industrial para a produção eco-compósitos de borracha natural e borracha sintética/resíduos de EVA (Etileno Acetato de Vinila) mostrou que, a partir das propriedades físicas e mecânicas analisadas, a flexão, densidade, dureza e abrasão os compósitos produzidos em comparação com os três materiais virgens (borracha natural, borracha de estireno-butadieno e borracha nitrílica-butadieno) não comprometeram o desempenho do material para aplicação na indústria do calçado com resultados de rasgamento maior que 13 N/mm e tensão de ruptura maior que 15 MPa, tendo em conta as especificações aplicadas. Outro estudo, realizado em Portugal por Ferreira, Almeida e Freitas (2011) está relacionado a reciclagem de resíduos que são destinados a aterros. Estes resíduos são principalmente de couro e couro para sola, curtidos ao cromo e com a possibilidade de lixiviação para cromo VI, que são considerados resíduos classe I – Perigoso. A geração, que é em torno de 5 a 15%, é resultante do processo de desgaste e de pentear as fibras. Contudo, quando adicionado aos elastômeros, ele funciona como um ligante na estabilização/solidificação e os compósitos obtidos podem ser considerados resíduos não perigosos no seu fim-de-vida. Os autores estudaram a reciclagem destes resíduos em borracha de estireno-butadieno (SBR) e borracha nitrílica (NBR). Os compósitos foram confeccionados com fibras de couro do resíduo, borracha e resíduos de sola de couro. Os compósitos apresentaram especificação de resistência à tração de mínimo de 8 Mpa e podem ser classificados no seu final de ciclo de vida como inertes ou não perigosos, com base em análises químicas realizadas com resultados abaixo dos valores limites conforme legislação local. No âmbito local, nos últimos anos foram desenvolvidos projetos e produtos da indústria calçadista a partir da reciclagem de produtos. Conforme consulta a revista *Tecnicouro*, o Quadro 1 apresenta um resumo sobre projetos ambientais no setor calçadista.

Quadro 1 - Projetos e produtos a partir de resíduos da fabricação de calçado

Empresa/ Setor	Projeto/ Produto	Resíduo/ Material
Adesivos	Investimento em Pesquisas	Pesquisa para produção de resinas verdes e polímeros com água e fibra naturais. (1)
Adesivos	Adesivos e laminados	Adesivos produzidos sem solvente e livres de poliisocianato. Linha de laminados com fibras vegetais. (1)
Moda	Curtimento e reaproveitamento do couro	Uso de couro curtido ao vegetal. Reaproveitamento de retalhos de couro na produção. (2)
Moda	Tecido EcoSimple	Malhas produzidas através de resíduos da indústria têxtil e de garrafas PET. Cada metro produzido elimina 480 gramas de resíduos têxtil e 8 garrafas pet do meio ambiente.(2)
Calçado	Reaproveitamento de resíduos	Reutilização de matérias primas excedentes da produção de indústrias de diversos segmentos. (3)
Calçado	Prismaprene IDS	Composto termoplástico desenvolvido para substituição da borracha e PVC em calçados sintéticos com solados injetados. Permite a eliminação de adesivos no processo de aplicação do solado e pode ser reciclado. (3)
Amazona Sandals	Sandálias biodegradáveis	Possui criações compostas por borracha reciclada e uma linha de sandálias biodegradáveis vulcanizadas, que se decompõe após cinco anos. (4)
Sapatos e acessórios	Algodão colorido naturalmente	Realizado através do melhoramento genético das sementes de algodão que já nascem coloridos, desenvolvido pela Embrapa. (4)
Polímero	TPU	Poliuretano (TPU) super macio, que pode ser utilizado como matéria prima e é isento de plastificantes, facilitando o processo de colagem e a qualidade final do produto. (5)
Calçados	Reaproveitamento de resíduos de couro na fabricação da estrutura da planta do calçado.	Os resíduos transformam-se em lâminas de diversas espessuras, que serão aproveitadas na fabricação de palmilhas de montagem e demais estruturas na planta de calçados. (6)
Calçados	Laminado de Ecopet	Têniscom o laminado desenvolvido em material 100% reaproveitado. A produção do Ecopet ajudou na redução de 47% da emissão do CO ₂ e em 33 % de redução do consumo de energia. (6)
Calçados	Conceito sustentável e social	Algodão orgânico de associações de agricultores e borracha da Cooperativa Chico Mendes (seringueira). Couro curtido com extratos de acácia (tanino natural em substituição ao cromo). (7)
Pesquisa	Avaliação da incorporação de resíduos de palmilha a base de EVA no gesso acartonado	Constatou-se a possibilidade de incorporação do resíduos de palmilha a base de EVA apenas através de sua moagem, sem alteração do gesso acartonado modificado, além de apresentar melhoras em suas propriedades.(8)
Calçados	Sapatos veganos, produzidos de reaproveitamento de matéria prima	Utilização de tecidos usados que seriam descartados e borracha reciclada. Fazendo assim sapatos exclusivos. (8)

Fonte: (1) TECNICOURO (2012a); (2) TECNICOURO (2012b); (3) TECNICOURO (2012c); (4) TECNICOURO (2012d). (5) TECNICOURO (2012e); (6) TECNICOURO (2013a); (7) TECNICOURO (2013b); (8) TECNICOURO (2014)

Segundo o levantamento realizado pelo Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2014), a indústria de calçados está inserida e definida como atividade de “indústria do calçado, vestuário e artefatos”. Esta atividade é responsável por 3% da geração de resíduo sólido industrial Classe I – Perigosos (de acordo com a NBR 10004, BRASIL (2004), e 2% da geração de resíduo sólido industrial Classe II – Não Perigosos (de acordo com a NBR 10004, BRASIL (2004)). Conforme informado no documento do plano, as informações mais recentes disponíveis sobre a geração de RSI no Estado do Rio Grande do Sul estão apresentadas no “Relatório sobre a geração de resíduos sólidos industriais do Rio Grande do Sul”, realizado pela FEPAM em 2003.

Assim sendo, para a estimativa da geração e da composição dos RSI do Estado, foram utilizadas as informações obtidas no banco de dados da FEPAM oriundas dos processos de licenciamento ambiental e do Sistema de Gerenciamento e Controle de Resíduos Sólidos Industriais (SIGECORS).

Segundo a ABETRE (2003) a realização sistemática de inventários de resíduos industriais pode fornecer informações importantes que ampliam o entendimento dos problemas relacionados com a geração dos resíduos, auxiliam na identificação de ações prioritárias para seu gerenciamento e de oportunidades para sua minimização ou não-geração e, ainda, para a adoção de tecnologias mais limpas de produção, com vistas à eficiência das operações e ao melhor desempenho ambiental das empresas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de pesquisa, a partir dos objetivos geral e específicos iniciou-se com uma pesquisa exploratória com o propósito de proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito e a construir hipóteses (GIL, 2010). Para esta etapa adotou-se como método, a pesquisa bibliográfica e realizou-se pesquisa em base de dados de trabalhos acadêmicos (teses, dissertações, artigos científicos), em páginas de internet e revistas relacionadas com o setor. A pesquisa bibliográfica teve como objetivo fornecer fundamentação teórica ao trabalho, bem como a identificação do estágio atual do conhecimento referente ao tema.

A coleta de dados também foi realizada através de questionários, que de acordo com Gil (2010), constitui o meio mais rápido e barato de obtenção de informações, em comparação a formulários e entrevistas, além de não exigir treinamento de pessoal. Da mesma forma realizaram-se entrevistas por e-mail, telefone e pessoalmente.

Além disso, foi realizada visita técnica em uma das empresas entrevistadas representativa, por possuir uma matriz e 7 filiais, da região estudada para conhecimento *in loco*, e confirmar as informações recebidas para a interpretação dos dados do questionário. Conseguiu-se um rápido retorno a respeito da visita a esta empresa, por isso deu seguimento, em paralelo a retornos negativos ou sem retorno de outras empresas para visita.

3.1 METODOLOGIA

Para a execução da pesquisa, a metodologia foi dividida em quatro etapas conforme a Figura 18 que apresenta o fluxograma das principais atividades por etapa.

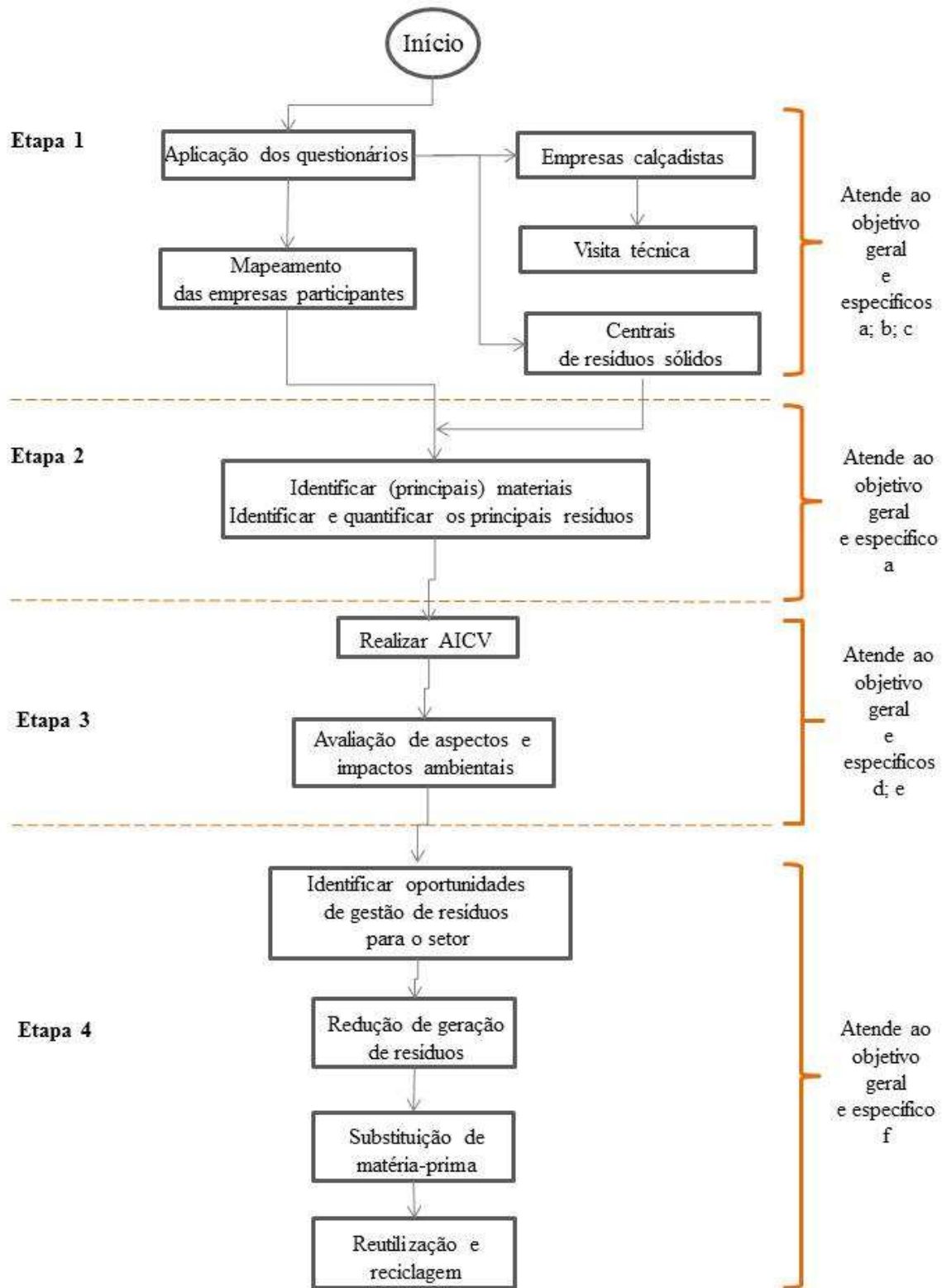


Figura 18 - Etapas da metodologia

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

3.1.1 Etapa 1

A etapa 1 consistiu a identificação e levantamento das empresas que foram entrevistadas através de questionário, foram escolhidas as empresas associadas a Associação Brasileira de Indústrias de Calçados (ABICALÇADOS), em função desta ser uma associação representativa do setor. A associação compreende indústrias calçadistas e empresas gestoras de marca de calçados em todo o Brasil, e em termos de produção de calçados, as empresas associadas respondem por 70-80% do volume de calçados produzidos no Brasil. Portanto, mesmo com um número reduzido de associados, a entidade tem representação, pois, por exemplo, dentre estes associados está uma empresa matriz que pode ter até entre 7 a 13 filiais, e a produção anual de uma empresa assim pode chegar a 1 milhão de pares por ano. (ABICALÇADOS, 2016).

Existem 125 empresas associadas nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraíba, Minas Gerais, Espírito Santo, e Bahia (ABICALÇADOS, setembro 2015). Destas, 63 estão localizadas no Rio Grande do Sul sendo que 34 encontram-se distribuídas nas cidades do Vale do Rio dos Sinos, duas na região das Hortênsias, 23 no Vale do Paranhana, duas no Vale do Taquari, uma na região da Serra e uma em Porto Alegre, sendo 57 fábricas e 6 escritórios que atuam no setor de exportação. A partir deste levantamento foi realizado um mapeamento geográfico das indústrias para visualizar a proximidade entre elas. Utilizou-se o software Arcgis® para a realização gráfica deste mapeamento. O mapeamento foi realizado para ilustrar a localização das empresas participantes da pesquisa e situá-las visualmente. O mapeamento também poderá vir a ser útil em trabalhos futuros relacionados com a ACV, pois auxiliará na realização de cálculos quantitativos de emissões atmosféricas provenientes do transporte dos produtos e resíduos de sua origem às suas aplicações.

Dentre as principais vantagens do uso da Internet na aplicação de questionários, é possível citar: (1) a conveniência: o respondente pode acessar o questionário de qualquer lugar, desde que tenha um microcomputador conectado à Internet; (2) o custo: o acesso virtual torna-se mais barato; (3) a escala: é possível de trabalhar com grandes amostras; (4) a velocidade: é possível obter as respostas mais rapidamente; e (4) a estética e a atratividade: é possível utilizar imagens, sons e hipertexto na construção dos questionários (NETO, 2004). Além disso, Scornavacca Jr., Becker e Andraschko (2001) chamam a atenção para o fato da possibilidade do controle de entrega das respostas e da redução de consumo de papel. Além de vantagens, há também desvantagens na aplicação de *surveys* via Web. Uma das principais

é a definição da amostra, já que as listas de endereços eletrônicos geralmente sofrem alterações. (MOYSES, MOORI, 2007).

O questionário (APÊNDICE A) aplicado nas indústrias continha 14 questões, podendo ser dividido em: informações gerais da empresa; uso de matérias primas e geração de resíduos, oportunidades de melhoria, destinação de resíduos e sustentabilidade. O questionário foi validado através de análise crítica (quantidade de perguntas, opções de respostas) que satisfizesse a busca das informações para o desenvolvimento das etapas posteriores.

Para a aplicação do questionário buscou-se e-mail de contato das empresas associadas através dos sites das empresas, contato telefônico, páginas em redes sociais, assessoria ambiental e instituto tecnológico do setor.

Enviou-se o questionário por e-mail e plataforma virtual, para as empresas associadas e não associadas a ABICALÇADOS. O envio para empresas não associadas foi motivado pela preocupação de um baixo retorno inicial e também para se avaliar a percepção de empresas que não são vinculadas a associação. O período de coleta de dados foi entre abril e novembro de 2015.

O público alvo escolhido para respondê-lo foi o responsável técnico, gerencial ou ambiental, para traçar o perfil de produção das empresas, do gerenciamento dos seus resíduos, e das iniciativas atuais e futuras com o meio ambiente, e para identificar e quantificar os materiais utilizados, os resíduos gerados e sua destinação.

Das 57 empresas fabricantes associadas conseguiu-se enviar para 56 (98,25%) empresas, para uma das empresas não se conseguiu contato, mesmo que por telefone. Destes 56 envios, 10 unidades (17,86%) retornaram o questionário respondido, duas unidades (3,57%) confirmaram recebimento e não retornaram e outras duas unidades (3,57%) retornaram que não participariam devido a política da empresa. Ampliou-se o envio para mais três indústrias do estado não associadas a ABICALÇADOS do ramo de calçados de segurança, e obteve-se 1 retorno. O envio para empresas não associadas foi motivado pelo baixo retorno inicial e também para ampliar a percepção de empresas que não são vinculadas a associação. Ao final conseguiu-se enviar 59 questionários.

Com os retornos dos questionários, contataram-se novamente as empresas que não retornaram para o envio de link do questionário na plataforma do *Google docs*®. Obteve-se o retorno de 5 (8,93%) empresas, e estas decidiram não se identificar.

Com o interesse de relacionar a geração de resíduos e sua destinação também se efetuou o envio de um segundo questionário para centrais de recebimento de resíduos e centrais de sindicatos municipais do setor, para identificação dos resíduos recebidos e sua respectiva destinação e tratamento. Aplicou-se o questionário em centrais de recebimento de resíduos, localizadas nas cidades de Capela de Santana, Novo Hamburgo, Bento Gonçalves, Farroupilha, Igrejinha, Três Coroas, Estância Velha e Dois Irmãos.

O questionário conteve ao total onze (11) questões, onde algumas das questões foram respeito de quais cidades são recebidos os resíduos, quais são os tipos de resíduos e a estimativa de quantidade recebida.

Ao total foram enviados oito (8) questionários, obtendo-se o retorno de quatro (4) respondidos (50%). Entre estes 8 questionários enviados, 3 (três) referem-se a centrais de recebimento municipais de indústrias calçadistas. Estas centrais realizam o recebimento das indústrias do seu município, e procedem com o registro, triagem e destinação dos resíduos. Destes, foram retornados 2 (dois) respondidos e uma (1) central informou que enviaria mas não o fez.

3.1.2 Etapa 2

A etapa 2 teve como objetivo identificar os materiais utilizados na fabricação de calçados através dos dados da resposta aos questionários enviados pelas empresas e confrontá-los por meio de uma desmontagem de modelos de calçados disponíveis no mercado para inventariar os materiais utilizados. Os modelos avaliados foram: calçado feminino modelo sapatilha e calçados modelo feminino com salto baixo.

Os calçados e componentes foram pesados em Balança semi-analítica (0,1g) marca Marte Modelo AS5000C, calibrada.

Além destes, também, para ilustrar a diversidade de materiais utilizados na fabricação, os modelos: chinelos femininos, sapatilhas femininas e tênis masculino também sofreram uma desmontagem.

3.1.3 Etapa 3

Nesta etapa a partir da identificação dos materiais nos calçados avaliados, para a construção da avaliação de inventário de ciclo de vida (AICV), considerou-se o diagrama de blocos com as principais entradas, etapas e saídas do processo de fabricação.

Para a realização da AICV considerou-se uma análise global do setor através de suas principais entradas e saídas, com foco na entrada de matérias-primas e insumos, e saída de resíduos (sólidos, efluentes e emissões atmosféricas) e produto.

O escopo definido para o estudo é apresentado na Figura 19.

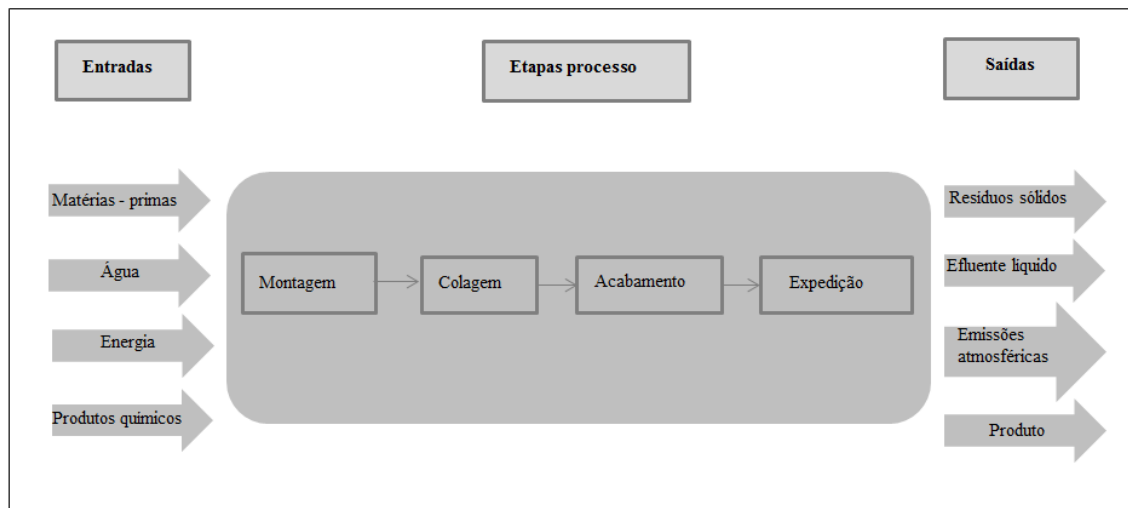


Figura 19 - Escopo do estudo

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Para além do conteúdo dos questionários, o inventário foi criado com auxílio da literatura no que tange às entradas de recursos naturais.

Para a realização do inventário considerou-se a unidade funcional de produção de 1000 pares de calçados/mês. A produção do cenário é de uma indústria de calçados femininos, de matéria-prima couro e sintético. Para o cenário avaliado considerou-se que não há a produção de solas, saltos, palmilha de montagem e contraforte pela empresa. A partir do resultado quantitativo da desmontagem dos calçados, fez-se a relação direta para o cálculo de insumos de água e energia com dados reais das empresas e da literatura. Para o cálculo da geração de resíduos, fez-se a relação com o valor real da produção de pares das empresas que utilizam as matérias primas, utilizando como relação, o valor de 1.000 pares produzidos. As emissões atmosféricas não foram avaliadas quantitativamente.

Ainda nesta etapa, com o objetivo de obter subsídios para a etapa seguinte, fez-se a avaliação qualitativa dos potenciais aspectos e impactos ambientais do processo produtivo do calçado. Para tanto, fez-se a avaliação qualitativa a partir de uma planilha de avaliação, adaptada de sistema de *software* utilizado em empresas de diversos setores,

considerando os critérios de abrangência, probabilidade e severidade. A seguir serão descritos os critérios que foram considerados na avaliação.

O critério de abrangência está relacionado com a área de impacto (localização) alcançada pelo impacto. A Tabela 6 apresenta a descrição e a pontuação do critério.

Tabela 6 - Critério abrangência

Classificação	Pontuação
Pode causar impacto no local de trabalho ou no entorno	1
Pode causar impacto que ultrapassa o local da ocorrência até os limites da instalação	2
Extrapola os limites da instalação	4

Fonte: Adaptado (2016)

O critério de severidade remete a capacidade de dano causado pelo impacto, a Tabela 7 apresenta a classificação do critério.

Tabela 7– Critério severidade

Classificação	Pontuação
Não causa danos: Impactos que não causam danos ou com efeitos benéficos sobre o homem e/ou ao meio ambiente, produtos e serviços.	1
Causa danos leves: Impactos no meio ambiente não chega a comprometer nenhuma espécie de vida ou recursos naturais, podendo ser recuperado através de pequenas ações.	2
Causa danos graves: Impacto no meio ambiente pode comprometer alguma espécie de vida ou recursos naturais e a recuperação poderá depender de maiores recursos.	3
Causa danos gravíssimos: Impacto no meio ambiente compromete alguma espécie de vida ou recursos naturais, e a recuperação poderá ser impossível ou dependerá de recursos especiais.	4

Fonte: Adaptado (2016)

O critério de frequência remete a periodicidade de ocorrência do impacto. A Tabela 8 traz a classificação e pontuação para este impacto.

Tabela 8 – Critério frequência

Classificação	Pontuação
Baixa: Aspectos decorrentes de atividades/tarefas que, apesar da alta frequência de execução, configuram-se ou podem ocorrer de uma a quatro vezes ao mês	1
Média: Aspectos decorrentes de atividades/tarefas que, apesar da alta frequência de execução, configuram-se ou podem ocorrer de cinco a nove vezes ao mês	2
Alta: Aspectos decorrentes de atividades/tarefas que, apesar da alta frequência de execução, configuram-se ou podem ocorrer de dez vezes em diante ao mês	4

Fonte: Adaptado (2016)

Também se classificou os impactos quanto a ação que a empresa pode exercer sobre o aspecto/ impacto. A Tabela 9 apresenta esta classificação.

Tabela 9 – Critério ação

Classificação	Critério
Controlável (C)	A empresa pode ter ação direta sobre o aspecto
Influenciável (I)	A empresa pode exercer apenas ação indireta

Fonte: Adaptado (2016)

Para a classificação de significância dos impactos, a partir da soma das pontuações dos critérios de avaliação descritos, considerou-se a pontuação de classificação conforme descrito na Tabela 10.

Tabela 10 – Classificação de criticidade dos impactos ambientais

Classificação	Pontuação
3 a 5	Desprezível
6 a 8	Moderado
9 a 12	Crítico

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A partir da classificação de pontuação considerou-se “Significativo” todo o impacto classificado como “Crítico”. A partir da identificação dos impactos ambientais significativos dos processos apresentados no inventário fez-se a avaliação crítica dos aspectos para a identificação de oportunidades e estratégias de gestão para o setor.

3.1.4 Etapa 4

Na etapa 4 realizou-se a avaliação dos potenciais impactos da produção do calçado, e fez-se a avaliação das oportunidades de gestão de resíduos, reutilização e reciclagem considerando os resultados da AICV procurando contemplar a questão ambiental dos materiais bem como a gestão no setor.

Para a avaliação dos potenciais aspectos e impactos ambientais, fez-se a avaliação quanto a criticidade com discussão dos impactos no escopo de estudo.

Nesta etapa procurou-se ampliar a visão de oportunidades vislumbrando a oportunidade e estratégia entre as indústrias calçadistas e de outros setores a partir da geração de resíduos que quando segregados corretamente podem ser reutilizados e reciclados.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos a partir da metodologia aplicada para responder os objetivos propostos.

4.1 AVALIAÇÃO DO PERFIL DAS EMPRESAS CALÇADISTAS

Após o levantamento, realizado primeiramente através de pesquisa nos *sites* das empresas gaúchas associadas, verificou-se que há empresas que já desenvolvem algum projeto ou atividade relacionada a gestão ambiental e sustentabilidade.

As empresas do município de Igrejinha participam do projeto “Produção Sustentável - Amanhã mais feliz” promovido e mantido pelo sindicato das indústrias de calçados de Igrejinha. Este projeto “tem o objetivo de demonstrar ao público consumidor o trabalho desenvolvido pelas empresas associadas com relação à separação e destinação dos resíduos sólidos gerados na sua atividade industrial. Através da participação neste programa, as empresas demonstram a sua responsabilidade ambiental, atendendo aos requisitos estabelecidos pelo Regulamento Técnico do programa.” (SINDICATO DA INDÚSTRIA DE CALÇADOS, 2015).

Também há empresas que já possuem o selo “Origem sustentável” certificação dada pela Associação Brasileira das Indústrias de Calçados (Abicalçados) e a Associação Brasileira de Empresas de Componentes para Couros, Calçados e Artefatos (Assintecal), em parceria com o Laboratório de Sustentabilidade (Lassu) da Universidade de São Paulo (USP) e do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). A certificação segue a escala Branco, Bronze, Prata, Ouro e Diamante e atesta que as empresas brasileiras já incorporaram a sustentabilidade em seus processos. A certificação é feita de acordo com o número de critérios atendidos pelas empresas. A partir dos selos prata, diamante e ouro, há mais exigências. Nesses casos, é preciso contratar uma auditoria para a verificação de 57 indicadores que devem aplicados. De acordo com informações do programa, aproximadamente cem empresas já aderiram à certificação, sendo que a maior parte é de Novo Hamburgo. Os critérios a serem atendidos para a adesão à certificação envolvem ações em todas as fases da cadeia produtiva, passando pelos aspectos econômicos, ambientais e sociais. Exemplos são o uso racional de matérias-primas e recursos naturais; a eliminação de produtos tóxicos ou prejudiciais à natureza; o desenvolvimento de programas de saúde, segurança e incentivo aos trabalhadores; e a interação com a comunidade na qual a companhia está inserida (PROGRAMA ORIGEM SUSTENTÁVEL, 2015).

Dentre as iniciativas informadas nos sites de algumas empresas foram verificadas: programa de gerenciamento de resíduos sólidos, sistema de gestão ambiental (SGA), relatório de sustentabilidade, embalagens recicláveis, e linhas de calçados sustentáveis.

A Figura 20 apresenta o mapa do estado do Rio Grande do Sul e em destaque as regiões que concentram as empresas associadas a Associação Brasileira de Indústrias de Calçados, foco da aplicação dos questionários. As regiões são denominadas de acordo com o Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDES, RS), são definidos como espaço plural e aberto de construção de parcerias sociais e econômicas, em nível regional, através da articulação política dos interesses locais e setoriais em torno de estratégias próprias e específicas de desenvolvimento para as regiões (BÜTTENBENDER, SIEDEBERG, ALLEBRANDT, 2011).

Pode-se observar que as regiões são próximas, o que já oportuniza a presença de algumas cooperativas de triagem de resíduos sólidos, estimuladas pelos sindicatos municipais, onde há a segregação para reaproveitamento e reciclagem. Doravante, oportunidades de expansão de bolsa de resíduos⁶ do setor a ser ofertados entre outros setores, inclusive, podem ser fomentadas.

⁶Bolsas de Resíduos têm como propósito a promoção da livre negociação entre indústrias, conciliando ganhos econômicos com ganhos ambientais, através do anúncio de resíduos para compra, venda, troca ou doação. Os resíduos podem ser classificados por categorias de procedência e sub-divididos em função da sua condição de qualidade, acondicionamento, uso ou negociação pretendida (SBRI, 2016).

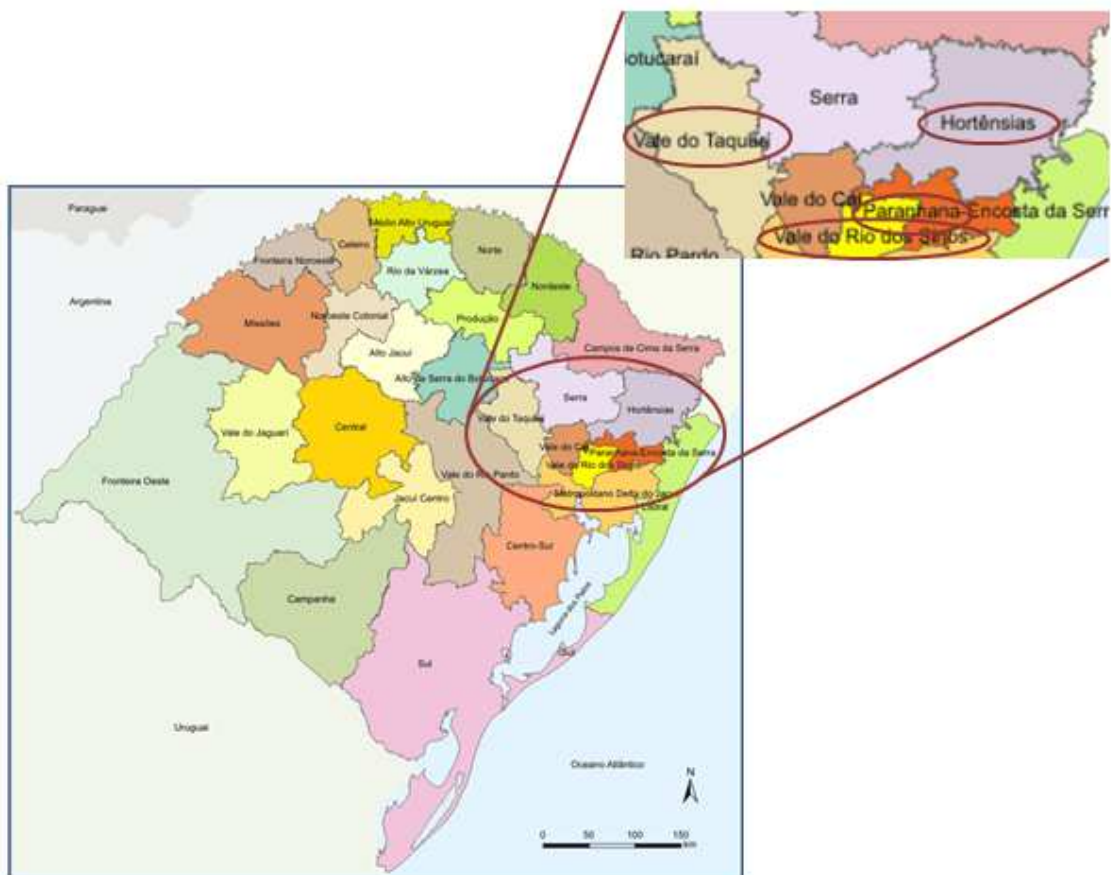


Figura 20 - Mapa do Rio Grande do Sul e destaque às regiões com presença de empresas calçadistas associadas

Fonte: atlassocioeconomico.rs.gov.br/upload/COREDEs (2013)

Já a Figura 22 ilustra os principais pólos calçadistas brasileiros, e a Figura 22 apresenta com destaque o Rio Grande do Sul, objeto de estudo. A Figura apresenta as cidades com presença de empresas associadas, e dentro destas as cidades denominadas como *respondentes* aquelas em que se localizam empresas que retornaram o questionário respondido, e *não respondentes* aquelas em que se localizam empresas que não retornaram o questionário respondido e/ou justificaram porque não responderam.

Quanto a análise de cidades participantes, teve-se o total de 6 cidades como empresas respondentes e 12 cidades não respondentes, total de cidades estas que abrigam as 57 empresas associadas.

As cidades respondentes: Dois Irmãos, Igrejinha, Nova Hamburgo, Parobé, Três Coroas e Sapiranga, estão situadas nos vales do Paranhana- Encosta da Serra e do Rio dos Sinos. Estes vales são importantes pólos calçadistas no estado do Rio Grande do Sul e com participação significativa no Produto interno bruto (PIB) do estado. O Vale do Rio dos Sinos apresenta, conforme dados de 2013, uma população de 1.318.804 habitantes, com área de

1.398,5 km² e PIB de R\$ mil 37.647.564 (no ano de 2012). A região possui 13.841 empresas da indústria, além do calçadista, os segmentos metalmeccânico, comunicação, borracha, couros e peles, químico, vestuário, alimentos e bebidas, papel, madeira e móveis são os mais expressivos. (ASSOCIAÇÃO COMERCIAL, INDUSTRIAL E DE SERVIÇOS, 2015). O Vale do Paranhana possui uma população total (ano de 2014) de 217.017 habitantes e área (ano de 2013) de 1.732,8 km² (FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA SIEGFRIED EMANUEL HEUSER, 2016), e em 2012, um Produto Interno Bruto (PIB) de aproximadamente R\$ 3,8 bilhões, o que representava 1,4% do total do Estado. As principais atividades econômicas são: couro e calçado, alimentos, borracha e material plástico, produtos de metal, confecções e vestuário, celulose, produtos de madeira e bebida (BERTÊ et al., 2016).



Figura 21 – Mapa com os principais pólos calçadistas brasileiros

Fonte: Elaborado a partir do ARCGIS®

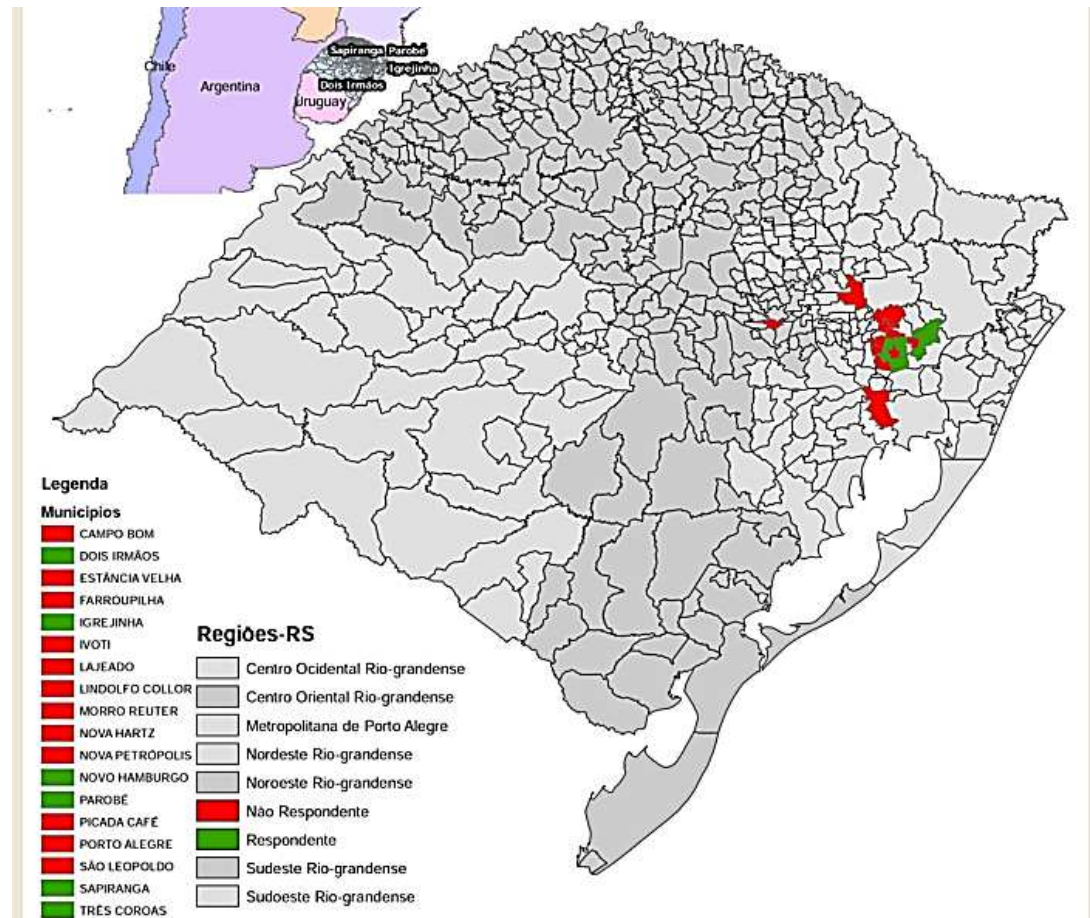


Figura 22 – Mapa do Rio Grande do Sul com destaque para as cidades com empresas participantes na pesquisa

Fonte: Elaborado a partir do ARCGIS®

4.2 QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS EMPRESAS CALÇADISTAS

Nos itens a seguir serão analisadas as informações obtidas a partir do questionário aplicado.

4.2.1 Avaliação do envio dos questionários

Dos questionários enviados, obteve-se o retorno de 15 empresas com informações de 22 unidades fabris. A Tabela 11 apresenta o resumo do envio dos questionários.

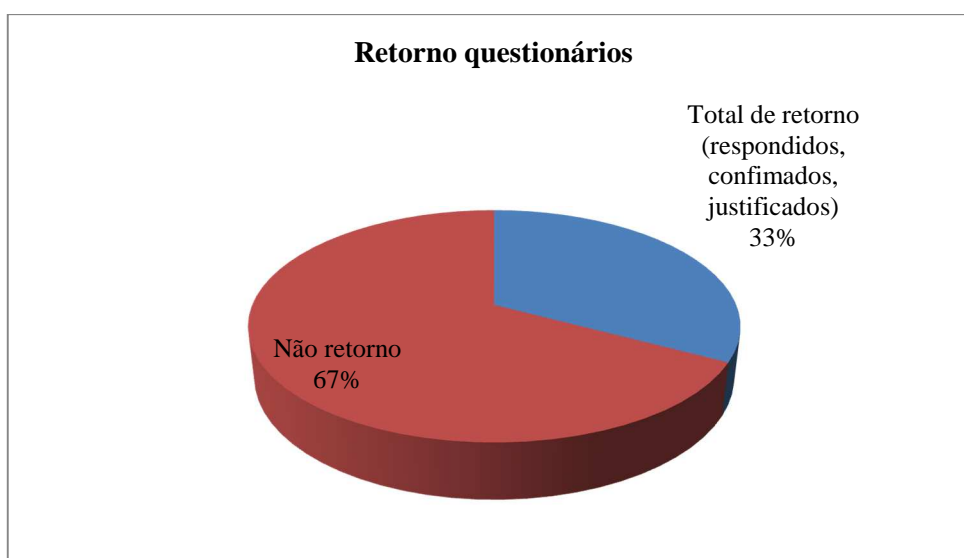
Tabela 11- Resumo sobre o envio dos questionários

Informações	Valor
Empresas associadas ABICALÇADOS (Brasil)	125
Empresas associadas ABICALÇADOS (RS) (indústrias)	57
Questionários enviados	56
Questionários respondidos	9
Confirmaram o recebimento mas não responderam	2
Justificaram não participar	2
<hr/>	
Respondidos pelo <i>Google docs</i> ®	5
<hr/>	
Empresas não associadas participantes	3
Questionários enviados	3
Questionários respondidos	1
<hr/>	
Total questionários enviados	59
<hr/>	
Total questionários respondidos	19

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Comparando todas as empresas entrevistadas que disponibilizam em seus sites informações sobre ações sustentáveis e melhorias ambientais e as empresas respondentes ao questionário, 4 empresas do total de 19 respondentes possuem estas informações divulgadas. Isto demonstra que houve a iniciativa em responder o questionário independentemente de ter iniciativas de meio ambiente divulgadas ao público.

Já a Figura 23 apresenta o gráfico com o resumo sobre o retorno obtido dos questionários enviados.

**Figura 23 – Resultado dos questionários enviados**

Fonte: elaborado pelo autor (2015)

No resultado de retorno foram considerados os questionários daquelas empresas que responderam confirmando o recebimento e também daquelas que responderam justificando não participar, pois neste tipo de pesquisa, com uso de questionário, pode-se considerar quantificáveis todos os dados que podem ser analisados (VIEIRA; CASTRO; JUNIOR, 2010).

As duas empresas que confirmaram o recebimento e não responderam, foram procuradas novamente e não houve retorno. Dentre as que não retornaram sem justificativa, tal situação pode ter ocorrido em função da divulgação de dados referentes a matérias-primas e geração de resíduos, embora tenha sido comunicado que os dados de identificação não seriam mencionados. Em consulta ao site destas empresas, observou-se que algumas possuem projetos e ações relacionados a gestão ambiental e de cunho social. Em relação a gestão ambiental, há ações de economia de energia, reutilização de resíduos, reciclagem de resíduos. Já no perfil social, há projetos de saúde do trabalhador, inclusão de jovens aprendizes e ações com a comunidade ao redor da empresa.

4.2.1.1 Informações gerais das empresas

Relativamente às respostas obtidas, sete (7) delas foi respondido pelo técnico da produção, quatro (4) respondidos pelo responsável de gestão ambiental, um (1) respondido pela coordenadora de marketing e um (1) pela consultoria ambiental, das quais, quatorze (14) são empresas (93,3%) de médio e grande porte, conforme número de funcionários (SEBRAE, 2015), ou seja, com mais de 100 funcionários.

Verificou-se que todas as quinze (15) empresas possuem Licença de operação (LO). Apenas uma (1) não possui plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS), o que significa que 93,3% das empresas estão de acordo com esta condicionante da PNRS 12305 (BRASIL, 2010), que instituiu o PGRS. De qualquer forma, salienta-se que o PGRS é passível de requisito para o processo inicial ou de renovação da licença de operação (LO) de empresas.

O sistema de gestão ambiental (SGA) está presente em dez (10) empresas correspondendo a 66,7% das empresas, e quatorze (14); 92,9% das empresas não possuem certificação ISO 14001, e uma (1) empresa não respondeu.

Com os resultados obtidos, foi possível verificar que as empresas podem ser classificadas quanto ao gênero de calçados fabricados. Dentre as empresas participantes do questionário observou-se que:

- quatro (4) empresas confeccionam somente calçado do estilo masculino;
- oito (8) empresas confeccionam calçado do estilo feminino, sendo uma (1) calçados de luxo e uma (1) todos os estilos do gênero social ao esportivo;
- uma (1) empresa confecciona somente calçados de segurança;
- e duas (2) produzem calçados do gênero masculino, feminino e esportivo.

A Figura 24 apresenta o gráfico com as respectivas respostas.

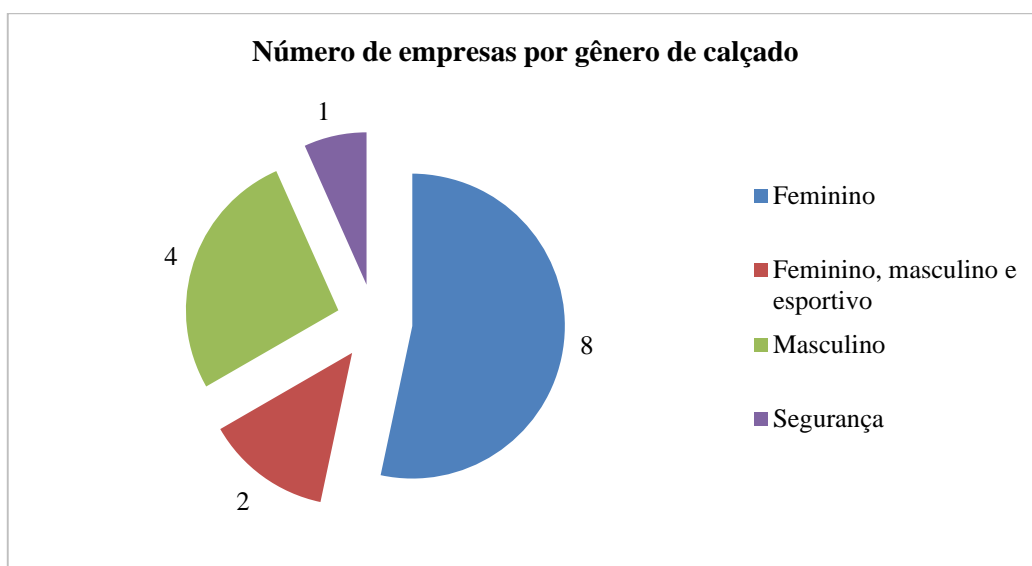


Figura 24 – Número de empresas quanto ao gênero de calçado fabricado

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Os dados quanto ao gênero refletem o mercado nacional. Segundo o estudo de quantificação dos materiais na indústria calçadista para a temporada outono-inverno 2015, elaborado pelo setor de Inteligência Competitiva do *Footwear Components by Brasil* (FC by Brasil, 2015), o número de empresas fabricantes de calçados femininos na amostragem realizada, foi de 68%, seguido do gênero masculino com 33,3%. A Figura 25 apresenta o gráfico realizado pelo estudo para o número de empresas por tipo de calçado.

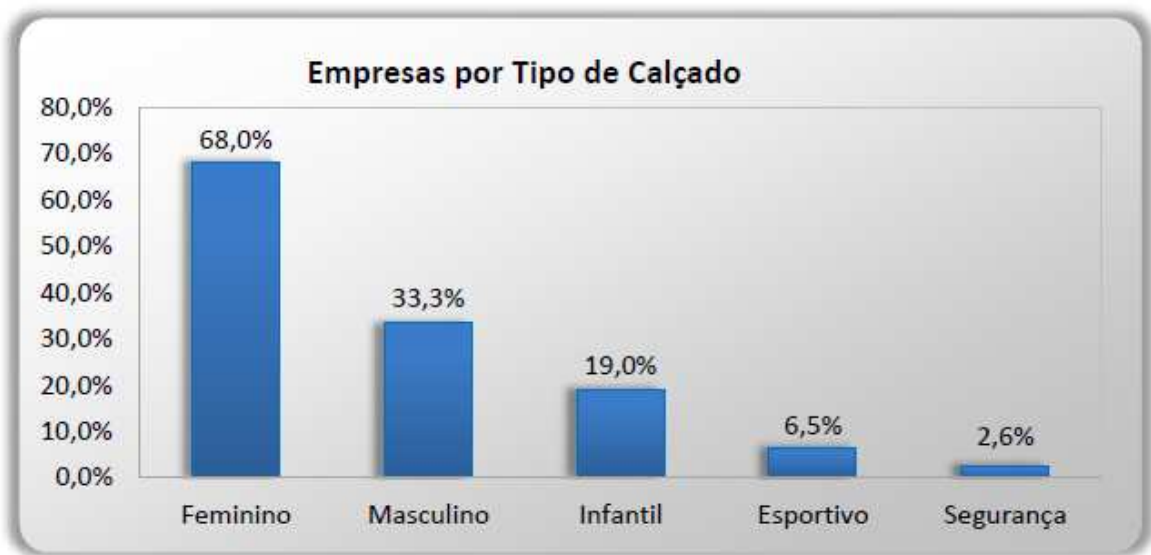


Figura 25 – Empresas por tipo de calçado

Fonte: Footwear Components by Brasil (2015)

A produção das empresas que responderam ao questionário, treze (13) empresas (86,6%) produzem mais de 1.000 (mil) pares diários. Dentre as principais matérias-primas utilizadas na fabricação destes calçados estão: couro, tecido, sintético, metais, EVA, PVC, celulose e outros.

4.2.1.2 Geração de resíduos

Quanto a geração de resíduos, a Figura 26 traz o percentual de empresas que geram um determinado tipo de resíduo. Percebe-se a porcentagem de empresas que geram resíduos de couro e material sintético, reforçando que são materiais muito utilizados na fabricação de calçados. A Figura 27 e a Figura 28 na sequência, apresentam graficamente a compilação da comparação por tipo de resíduos em média kg/mês, e também comparada pela tipologia dos resíduos gerados pelas 22 unidades fabris de 15 empresas respondentes, de fato que entre as empresas respondentes há qual possua mais de uma unidade fabril. Uma (1) empresa não informou as quantidades.

Porcentagem de empresas respondentes que geram cada tipo de resíduo

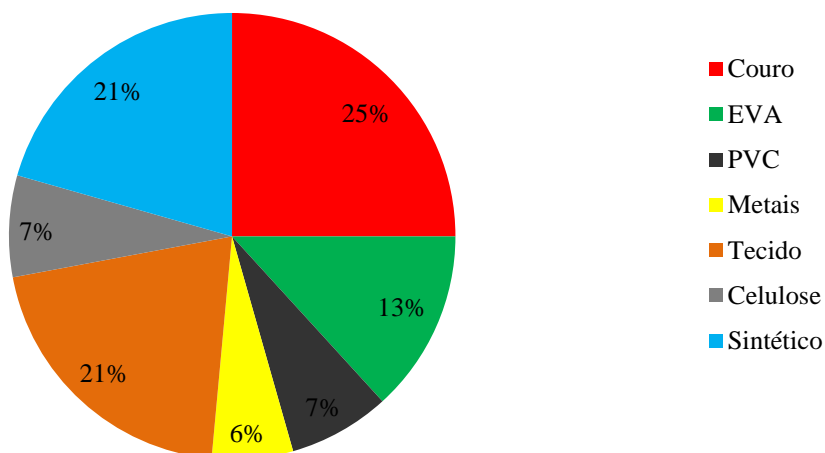


Figura 26– Porcentagem de empresas respondentes que geram cada tipo de resíduo mencionado nos questionários

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Os dados apresentados no Figura 26 mostram que os resíduos com maior geração tanto em quantidade quanto em frequência nas unidades fabris são: o couro, o sintético e o têxtil.

Com as informações dos questionários verificou-se que a geração mensal total de resíduo de couro das unidades fabris é de 123.447,13 kg, o resíduo de sintético de 13.751,35 kg e o resíduo de têxtil de 12.619,37 kg. Como era esperada, a geração de resíduos está diretamente relacionada com as principais matérias-primas utilizadas, conforme ilustrado anteriormente. Isto pode indicar perdas de matéria-prima durante o processo de fabricação.

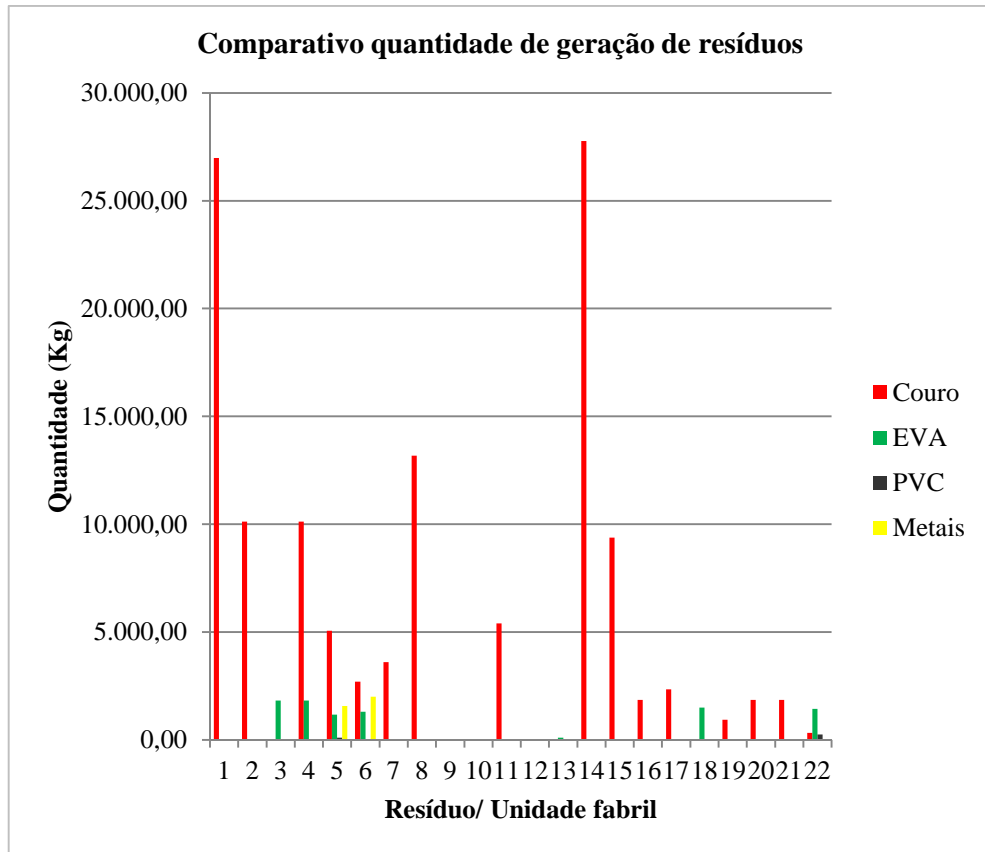


Figura 27– Gráfico comparativo de geração de resíduo por unidade fabril

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Verifica-se que o resíduo de couro (Figura 27) é gerado em maior quantidade quando comparado aos demais, isso se deve pelo fato do couro ser uma matéria prima usada em maior quantidade, principalmente na fabricação de cabedal utilizados em calçados de segurança e calçados do gênero masculino (FC by Brasil, 2015). O cabedal em couro também está presente em 52,2% dos calçados femininos produzidos. Já nos calçados esportivos e infantis o couro tem participação menos significativa (FC by Brasil, 2015).

Como material para forro, o couro tem pequena participação (8,6%). O destaque da utilização do couro como forro são os calçados masculinos (25,5%).

Algumas empresas mantêm o couro como principal matéria-prima devido ao seu valor agregado como valor final. A Figura 28 apresenta uma comparação quantitativa da geração de resíduos de couro e de material sintético.

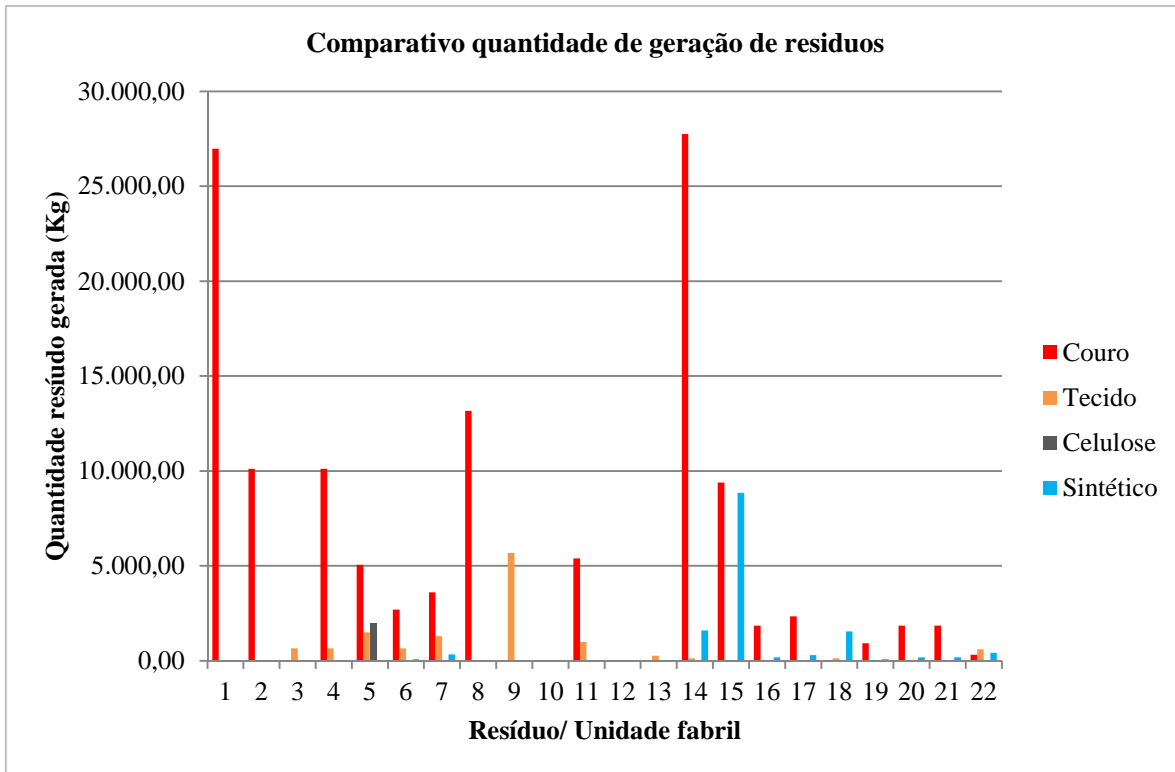


Figura 28– Gráfico comparativo de geração de resíduo por unidade fabril

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Os têxteis aparecem como o material mais utilizado como forro, sendo que apenas nos calçados femininos não é o material mais utilizado. Destaca-se a participação deste material nos calçados infantis e de segurança, com mais de 90% dos pares produzidos em forro de tecido, conforme a FC by Brasil (2015).

4.2.1.3 Oportunidades de Melhoria

As empresas também foram questionadas quanto a realização de ações para a minimização da geração de resíduos, dez (10) 66,6% das empresas responderam que realizam ações, três (3) 20% não realizam, e duas (2) 13,3% não responderam.

A Figura 29 apresenta a relação das etapas no processo em que as ações estão implementadas, conforme respostas ao questionário e também sobre quais ações são realizadas.

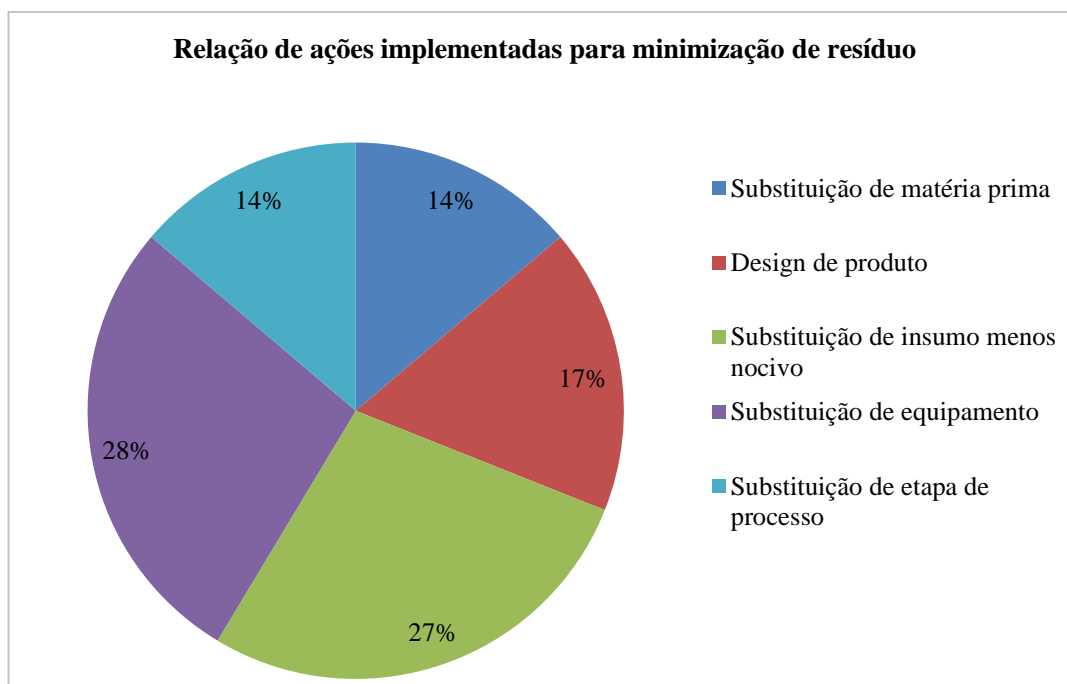


Figura 29 – Gráfico da relação de ações implementadas para minimização de resíduos em percentual de respostas

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

A partir dos dados apresentados observa-se que as principais ações implementadas estão relacionadas com a substituição de equipamentos (28%), seguido da substituição de insumo (27%) e design de produto (17%). O estudo de design de produto, sob o foco no ecodesign, que embora o foco principal seja a minimização do impacto ambiental, inclui outros benefícios como um aumento da competitividade através de redução de custos, entrada em novos mercados e o lançamento de novos produtos, conforme Borchat et. al (2011). Ainda segundo estes autores, no Brasil, em algumas indústrias, tais como as de componentes para calçados e fabricantes de calçados inteiros, foi possível observar alguns movimentos iniciais do mercado para uma posição mais rigorosa e crítica sobre produtos e processos que não são “amigos do ambiente” (BORCHAT et. al, 2011). Esta conscientização pode estar relacionada com a preocupação das empresas em relação ao uso de produtos e componentes com menor impacto ambiental o que pode gerar uma possível vantagem competitiva no mercado local.

Naime (2014) reforça a percepção da necessidade de aplicação do ecodesign na área da indústria calçadista, de acordo com Staikos e Rahimifard (2007), a rápida mudança de mercado e as tendências de moda exigidas pelo consumidor geram um grande fluxo de resíduos descartados no fim de vida útil do produto. Dessa maneira, as novas legislações ambientais, a demanda de um novo público consumidor consciente e a própria

responsabilidade dos fabricantes, desafia a indústria calçadista a solucionar o problema da grande geração de resíduos.

Uma das empresas comenta que as suas ações para minimização se fazem presente “desde 2012, quando lançaram um modelo feito de aparas de couro e começaram a aplicar workshops para todos os colaboradores mostrando a importância da separação de resíduos e o uso racional de matéria prima”.

4.2.1.4 Destinação dos resíduos

Quanto ao tipo de destinação de resíduos, treze delas realizam reciclagem externa (na maioria é a venda de material para reciclagem), cinco delas, além da reciclagem externa também destinam alguma quantidade de seus resíduos para aterro industrial. Duas empresas, além da reciclagem externa, realizam outro tipo de destinação, mas não especificaram qual tipo de reciclagem. Quatro outras, além da reciclagem externa destinam para coprocessamento. A Figura 30 apresenta o gráfico com a compilação das informações, com a relação em unidades e porcentagem.

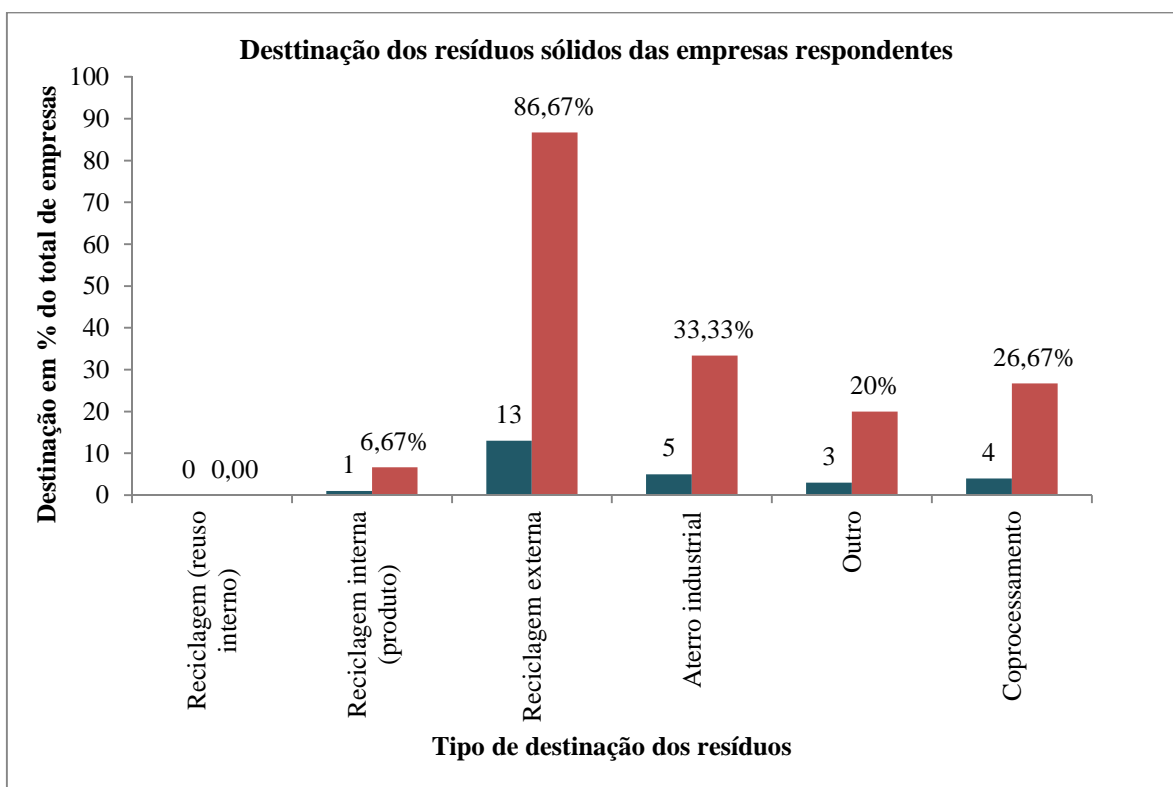


Figura 30– Destinação dos resíduos sólidos das empresas respondentes

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Comparando os dados obtidos, apresentados na Figura 30 com as informações a respeito da destinação de RSI, contidas no PERS (RIO GRANDE DO SUL, 2014) ilustradas

na Tabela 12, verifica-se que as indústrias calçadistas corroboram com estes dados oficiais apresentados, mas ao mesmo tempo também os contradizem. Vê-se que 6,67% das empresas respondentes realizam reciclagem interna, e a maioria das empresas (83,3%) destinam seus resíduos para reciclagem externa e segundo dados do PERS também apresentam que a maioria, 73,3% da destinação de RSI envolvem reprocessamento e reciclagem no próprio processo industrial ou em outras indústrias para reciclagem. Já a destinação para coprocessamento compreende 26,67% realizado pelas empresas entrevistadas, já de acordo com os dados do PERS (RIO GRANDE DO SUL, 2014), este valor é baixo, sendo de apenas 0,02% identificado como destinação para unidade de blindagem (preparação do resíduo para coprocessamento).

Tabela 12 – Tipo de destinação final de RSI no estado

Tipos de destinação	Percentual de destinação (%)
Resíduo enviado para reprocessamento/reciclagem	73,3
Resíduos enviados para compostagem - Prestadores de Serviços	11,7
Destinação para fora do Estado	6,5
Resíduos enviados para centrais com aterros de prestadores de serviços	3,5
Resíduos enviados para aterros e aterros de uso próprio	2,9
Resíduos enviados para compostagem - para uso próprio	2,2
Resíduos enviados para unidades de Blendagem	0,02
Total	100,0

Fonte: PERS-RS (Rio Grande do Sul, 2014); pg .279

Quanto ao custo relacionado a destinação de resíduos, a Tabela 13 compila as informações como foram fornecidas pelas empresas, em comparativo com a geração de resíduos.

Tabela 13 – Custo de destinação x total de geração de resíduos por empresa

Empresa	Custo de destinação	Observações	Quantidade total de resíduos gerados (kg)
1	R\$ 700,00/mês	-	26.982,39
2	Custo de R\$ 4.000,00 a R\$ 6.000,00	-	10.118,40
3	R\$ 90,00/m ³	Frete transporte R\$ 580,00/mês	2.483,18
4	Nãoinformou		12.601,58
5	Nãoinformou		11.373,79
6	R\$ 650,00/T	Venda de couro (wet blue) que é transformado em adubo	6.735,63
	R\$ 90,00 m ³	Materiais dispostos no aterro licenciado	
	-	Venda de alguns materiais	
	-	Embalagens vazias contaminadas Encaminhadas para logística reversa	
7			5.265,00
8	R\$ 55.000,00/ mês		13.175,00
9	R\$ 30.000,00/ mês		5.715,60
10	Nãoinformou		8,00
11	R\$ 1.500/ mês		6.391,84
12	Não informou		0,00
13	Não informou		371,67
14	R\$ 47.430,71/mês		60.646,93
15	Nãoinformou		3.011,20

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

As informações sobre os custos apresentam uma grande variação nos valores, mas está diretamente relacionada com a quantidade de resíduos gerada, e também ao tipo de destinação. Sabe-se também que há casos em que o valor do transporte (que deve ser licenciado) poderá estar incluso no valor para destinação. Quanto ao valor de destinação para resíduos Classe I - Perigoso, através da informação de profissionais da área de gestão de resíduos (maio de 2016), o valor é em torno de R\$ 150,00 a R\$ 200,00/ m³ para destinação em aterro industrial, e para destinação para coprocessamento o custo é entre R\$ 300,00 e R\$ 600,00/ tonelada, sem contemplar valor de frete.

Algumas empresas ainda observaram que no caso de lâmpadas fluorescentes, por exemplo, são enviadas para a descontaminação adequada mas não informaram este custo.

Questionou-se também às empresas se há envolvimento com iniciativas relacionadas com inovação, sustentabilidade de produto, processo e meio ambiente. Do total de empresas questionadas, 60% (9) realizam alguns destes tipos de iniciativa, já 26,67% (4) não realizam iniciativas e 13,3% (2) se abstiveram. A Figura 31 apresenta o gráfico com as porcentagens das respostas.

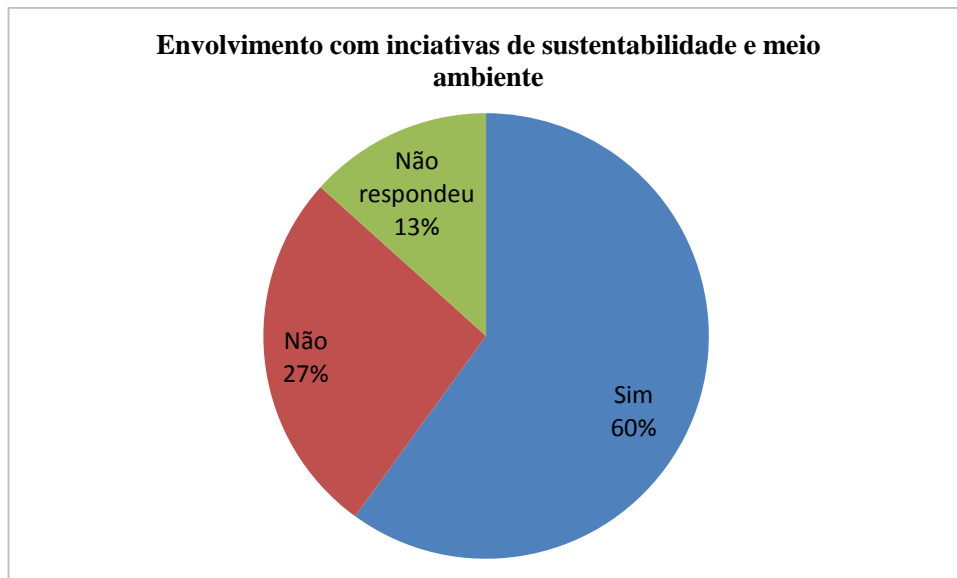


Figura 31 – Envolvimento com iniciativas de sustentabilidade e meio ambiente

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Dentre as iniciativas realizadas que foram expostas estão:

- “eficiência energética (redução do consumo de energia/água)”;
- Participação do “projeto: Produção Consciente = Amanhã mais feliz”;
- “projeto confidencial”;
- Lançamento de projeto de substâncias restritivas um projeto inovador para a Indústria Calçadista Brasileira, em parceria com o IBTEC (Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçados e Artefatos), visando monitorar e adequar todos os nossos fornecedores, para que os mesmos estejam alinhados com as mais diversas Legislações Internacionais no que se refere a Substâncias Tóxicas na matéria prima que utilizamos em nosso processo produtivo, fabricação de tênis com aparas de couro”;
- Participação no projeto “caminho sustentável, Selo origem sustentável Bronze”;

- “projeto Eco Aproveitamento de Resíduos de Couro, que irá utilizar das aparas de couro para confeccionar palmilhas de montagem para os calçados”.

As empresas não informaram o status completo destas ações, se são contínuas, ações para implantar no futuro ou já foram concluídas. Porém o projeto “Eco Aproveitamento de Resíduos de Couro” sabe-se que está iniciado, onde foram realizadas amostras pilotos, pois se trata da empresa a qual realizou-se a visita técnica e o projeto foi mencionado.

4.2.2 Visita técnica

Para melhor entendimento das etapas de fabricação e matérias-primas utilizadas, realizou-se uma visita a uma das empresas respondentes.

A empresa fabrica calçados femininos, e suas principais matérias-primas são couro, têxtil, sintético, PVC e EVA. A empresa possui desde setor de design e modelagem, até as etapas de corte, chamfro, montagem, colagem, acabamento, inspeção final (controle de qualidade) e expedição.

A empresa possui Sistema de Gestão ambiental (SGA) e participa do projeto “Origem Sustentável” (descrito anteriormente).

Em relação ao meio ambiente, a empresa utiliza modelagem CAD (Desenho Assistido por computador) para o corte das matérias-primas já contribuindo para um menor desperdício. A Figura 32 apresenta ao uso do CAD.

Também são utilizados materiais reciclados na produção em mistura com materiais virgem, como exemplo o TPU (poliuretano termoplástico) utilizado para a confecção dos solados. A Figura 33 traz a mistura dos materiais. O material é reciclado na própria empresa a partir de dos saltos com defeitos que são triturados originando o material reciclado.



Figura 32 – Modelagem CAD sendo utilizada para o corte de couro



Figura 33 – Material reciclado de TPU já misturado com material virgem

A empresa também possui a ação de destinar os calçados usados devolvidos pelas lojas de varejo para comunidades na África.

Já os calçados que saem da linha de produção e apresentam defeitos são desmontados e os materiais passíveis são reutilizados no processo, e os demais são destinados como resíduo.

Os resíduos tem a disposição temporária em área específica, que estava em expansão e melhorias, e são destinados já separados para a central de resíduos sólidos do sindicato do município, a qual todos os resíduos recebidos das empresas associadas que os destina para disposição final.

4.2.3 Avaliação dos questionários enviados às centrais de resíduos sólidos

Dos 8 questionários enviados, obteve-se o retorno de 4 centrais com informações do recebimento de resíduos. A Tabela 14 apresenta o resumo do envio dos questionários.

Tabela 14 – Resumo o envio dos questionários

Informação	Valor
Respondidos	4
Confirmou recebimento e não respondeu	1
Não respondeu	3
Total enviados	8

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Já a Figura 1Figura 34 apresenta o gráfico com o resumo sobre o retorno obtido dos questionários enviados.

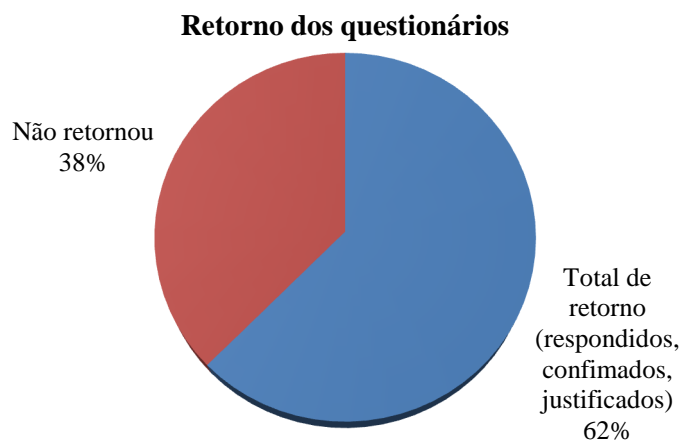


Figura 34– Gráfico de retorno dos questionários

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

A seguir serão apresentados os resultados dos questionários enviados a centrais de resíduos sólidos.

As funções dos respondentes foram: gerente, responsável de gestão ambiental, técnico/ responsável de gestão ambiental e gerente/ técnico. Quanto ao ramo de atividade, duas das empresas, informaram que de acordo com a LO, são consideradas Central de Resíduos Sólidos Industriais Classe I e II; uma (1) é considerada como Central de Resíduos

Classe I e II e uma (1) está denominada como Blendagem de resíduos para co-processamento em fornos de cimento. Sendo assim, todas as centrais possuem LO, sendo que uma delas já está em funcionamento desde 1992.

As quatro (4) centrais responderam que possuem no máximo 50 funcionários, e sobre ter o sistema de gestão ambiental (SGA) duas (2) centrais (50%) possuem e duas (2) não possuem sendo que destas trata-se das centrais municipais. Nenhuma das centrais são certificadas pela ISO 14001, mas uma (1) delas informou que há um projeto para respectiva implantação previsto para o ano de 2016.

As centrais de resíduos recebem resíduos das cidades conforme Tabela 15 a seguir.

Tabela 15 – Relação de cidades que destinam seus resíduos às centrais entrevistadas

Cidades	Central 1	Central 2	Central 3 (município)	Central 4 (município)
Campo Bom	√	√		
Caxias do Sul	√			
Dois Irmãos	√		√	√
Estância Velha	√			
Gramado	√			
Igrejinha	√	√	√	
Ivoti	√			
Lajeado	√	√		
Lindolfo Collor	√			
Nova Hartz	√			
Nova Petrópolis	√	√		
Novo Hamburgo	√	√		
Parobé	√	√		
Picada Café	√	√		
Rolante			√	
Santa Clara do Sul	√	√		
Santo Antônio da Patrulha			√	
Sapiranga	√	√		
Teutônia			√	
Três Coroas	√	√		
Observações			Empresas com sua matriz em Igrejinha e filiais em outros municípios do RS	

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Os dados apresentam a gama das cidades com empresas que destinam os seus resíduos às centrais, além dos dados das centrais municipais de resíduos sólidos.

Uma das centrais municipais de resíduos sólidos é licenciada para receber os resíduos sólidos Classe I – Perigoso e Classe II- Não perigoso, das empresas associadas ao Sindicato das indústria calçadistas do município. No local existem dois galpões para recebimento, pesagem, enfardamento e armazenamento dos materiais até as destinações finais. Além disso, também existem duas valas encerradas, onde antigamente os resíduos eram dispostos.

Toda a área da Central conta com diversos profissionais para sua manutenção e controle, cumprindo com as legislações em vigor e buscando constantemente o aprimoramento na gestão dos resíduos. Em 2014 um sistema de rastreabilidade foi adotado para otimização dos serviços, sendo reforçada a importância da correta separação dos resíduos nas empresas e em todas as etapas gerenciais.

Isto representa que é possível explorar este meio de destinação de resíduos através de uma gestão municipal por meio dos sindicatos.

Os principais resíduos do processo de fabricação de calçados recebidos pelas centrais estão listados na Tabela 16.

Tabela 16 – Centrais x tipos de resíduos recebidos

Central	Couro	EVA	PVC	Metal (fivelas, etc.)	Tecido	Celulose	Embalagens plásticas	Embalagens metálicas
1	√	√	-	√	√	√	√	√
2	√	√	√	√	√	√	√	√
3 (município)	√	√	-	-	√	-	√	√
4 (município)	√	√	-	√	√	--	√	√

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A periodicidade é mensal relativamente à quantidade de resíduos recebida do setor calçadista pelas centrais, e as quantidades recebidas são apresentadas na Tabela 17. As quantidades de cada tipo de resíduo não foram informadas individualmente por cada central, por isto os resultados estão apresentados somente em tabela, para manter a veracidade dos dados.

Tabela 17 – Tipos de resíduos recebidos x quantidade/ mês

Central	Couro	EVA	PVC	Sintético	Metal (fivelas, etc.)	Tecido	Celulose	Embalagens plásticas	Embalagens metálicas	Observações
1	√	√	(-)	(-)	(-)	√	√	√	√	Aproximadamente de 500 a 600 toneladas
2	√	√	√	√	√	√	√	√	√	6.000 m ³
3 (município)	29 t	0,7t	(-)	18,100t	-	1,200 t	(-)	0,1 t		
4 (município)	60 t	2 t	(-)	25 t	2 t	5 t	(-)	2 t	√	

√: resíduo é recebido

(-): resíduo não é recebido

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Os dados da Tabela 17 apresenta a quantidade recebida por mês nas centrais, sendo 60 toneladas de couro em umas das centrais de município e de 29 toneladas em outra. Os resíduos de material sintético também apresenta quantidade significativa que são enviadas as centrais, com valor próximo de 18 toneladas e 25 toneladas, o que corrobora com os resultados oriundos das empresas, vistos anteriormente, sendo estes os materiais com maior utilização e conseguinte geração de resíduo.

A destinação final dada aos resíduos informados na Tabela 17 anterior: couro; EVA; PVC; sintético; metal (fivelas, etc.); tecido; celulose; embalagens plásticas e embalagens metálicas estão informadas na Tabela 18. As centrais 3 e 4, que são de sindicatos municipais recebem os resíduos e realizam a separação (triagem) por tipo de resíduo e encaminham para a destinação final. As centrais 1 e 2 recebem os resíduos para a destinação, umas delas possui apenas aterro como destinação final e a outra além da destinação para coprocessamento através de *blends*, por exemplo, pode enviar as embalagens plásticas e metálicas para descontaminação e reciclagem (que não será o coprocessamento), e as embalagens metálicas encaminhadas para a indústria siderúrgica.

Tabela 18 – Tipo de Resíduo x destinação final por central de resíduos sólidos

	Coprocessamento	Reciclagem (descontaminação)	Reciclagem (siderurgia)	Hidrólise térmica/ Coprocessamento	Reutilização	Aterro
Couro	1	nc	nc	3; 4	nc	2
EVA	1; 4	nc	nc	nc	3	2
PVC	1; 4	nc	nc	nc	nc	2
Sintético	1; 3; 4	nc	nc	nc	nc	2
Metal (fivelas, etc.)		nc	1; 4	nc	nc	2
Tecido	1; 3; 4	nc	nc	nc	nc	2
Celulose	1	nc	nc	nc	nc	2
Embalagens plásticas	3	1	nc	nc	nc	2
Embalagens metálicas	3	nc	1	nc	nc	2

1: Central 1

2: Central 2

3: Central 3 (município)

4: Central 4 (município)

nc: não consta

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se a predisposição de destinação final para o co-processamento para diversos os tipos de resíduo. Porém também se observa que a central 2 realiza a disposição final em aterro.

Nos últimos 20 anos, tem havido crescente preocupação sobre o descarte inadequado de resíduos industriais. A busca de soluções sustentáveis que protegem o meio ambiente e garantir uma boa qualidade de vida tornou-se necessário. O coprocessamento em fornos de clínquer, é uma técnica que pode ser utilizada para destruir ou reduzir o volume de resíduos perigosos, que de outra forma pode levar meses ou mesmo anos para se degradar em um aterro sanitário (GARCIA et al., 2013).

Em síntese, a reutilização de materiais em coprocessamento tem desempenhado importante papel, tanto em preservação do ambiente, que é poupado do descarte, quanto econômico, pois uma parte do valor do produto é resgatada e reutilizada (SELLITO et al. 2013).

4.3 INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA

A realização do inventário de ciclo de vida de entradas e saídas de energia e materiais relevantes para o sistema em estudo consiste basicamente em um balanço de massa



e energia em que todos os fluxos de entrada devem corresponder um fluxo de saída quantificado como produto, resíduo ou emissão (RIBEIRO, 2009).

Para a avaliação do inventário de ciclo de vida foram considerados dados de campo, através da quantificação de materiais componentes nos calçados escolhidos para estudo, e dados da literatura.

Para visualização e identificação dos materiais e em seguida montar o fluxograma de avaliação, fez-se o registro fotográfico de alguns modelos disponíveis assim como da massa de cada calçado. Para os modelos de chinelo, sapatilha, sapato e tênis desmontou-se um pé de cada com o objetivo de quantificar a massa de cada material individualmente conforme dados da Tabela 19. Para a elaboração do inventário com dados quantitativos foram avaliados somente os modelos feminino de salto baixo e o modelos sapatilha. A nomenclatura dos modelos está de acordo com a norma ABNT 15172:2014, já explanada anteriormente.

Tabela 19 – Quantificação de materiais dos calçados

(continua)

Calçado	Massa (par) (g)	Massa componente (material) (g) (pé direito)
 Rasteira	269,4	(-)
 Chinelo	332,0	(-)

Calçado	Massa (par) (g)	Massa componente (material) (g) (pé direito)
	279,9	(-)
 <p data-bbox="288 1041 384 1070">Rasteira</p>	(-)	<p data-bbox="965 741 1337 981"> Palmilha interna + Sola (TR+ palmilha montagem + sola): 126,3 “Flor” (couro): 9,7 Plástico: 0,4 Tiras (sintético): 3,5 Tiras (têxtil): 0,2 Reforço tiras (sintético): 0,89 Linhas: 0,15 </p>
 <p data-bbox="284 1352 389 1382">Sapatilha</p>	353,1	(-)
 <p data-bbox="284 1711 389 1740">Sapatilha</p>	323,0	(-)

Calçado	Massa (par) (g)	Massa componente (material) (g) (pé direito)
 <p>Sapatilha</p>	221,9	(-)
 <p>Sapatilha</p>	304,1	(-)
	285,4	(-)
	(-)	<p> Tope (sintético): 8,2 Fivela (plástico): 1,1 Forro interno (têxtil): 14,4 Forro externo (têxtil): 3,6 Forro (espuma): 0,6 Cabedal (sintético): 18,0 Linha: 0,16 </p>
 <p>Sapatilha</p>	(-)	<p> Sola (TR): 52,2 Arremate sola (sintético): 1,7 Palmilha de montagem: 19,8 Debrum palmilha interna (sintético): 2,1 Espuma: 0,6 Palmilha interna (sintético): 11,1 </p>

(Calçado)	Massa (par) (g)	Massa componente (material) (g) (pé direito)
	345,0	(-)
	(-)	Cabedal (couro): 24,7 Averso (couro): 7,8 Intermédio avesso (sintético): 2,0 Contraforte: 5,4
	(-)	Reforço Palmilha interna (couro): 7,1 Palmilha interna (sintético): 8,5 Sola (TR): 23,99-
 <p data-bbox="220 1742 451 1771">Feminino salto baixo</p>	(-)	Palmilha de montagem com alma de aço (celulose + aço): 60,2 Salto (PU): 25,8 Parafuso e tachinhas: 1,4

(conclusão)

Calçado	Massa (par) (g)	Massa componentes (material) (g) (pé direito)
	568,0	(-)
	(-)	Solado (EVA): 153,4 Palmilha interna: 15,1 Cabedal (têxteis variados): 23,3 Cadarço (têxtil): 4,7
 Tênis	(-)	Cabedal (têxtil): 8,0 Cabedal (têxtil + espuma): 6,4 Cabedal (sintético): 19,2 Espuma : 0,4 Contraforte: 25,3

(-): Sem pesagem

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Os dados apresentados mostram uma variação da massa de cada modelo de calçado. Segundo o estudo de Gottfridsson e Zhang (2015) o impacto por par de sapatos depende do peso do sapato, o que significa que os pesos considerados afetam largamente os resultados do estudo. Também indicam que a escolha por sapatos mais leves em vez de sapatos mais pesados podem reduzir o impacto ambiental pela metade. Isto pode ser explicado pelo fato de que o peso de sapatos diz respeito ao consumo de matéria-prima, de transporte e de tratamento de resíduos, o que significa uma menor utilização de recursos e emissões de sapatos mais leves.

Os resultados da tabela também indicam a presença dos materiais têxteis na maioria dos modelos, o tênis, por exemplo, possui em sua composição a maioria em têxtil,

sintético e EVA (presente na sola), o calçado feminino confeccionado em couro possui este material na composição de seu cabedal e também no forro interno, já o calçado feminino confeccionado em material sintético, além deste material possui o têxtil em sua composição, e o plástico como uso de enfeite, apresentando mais um uso dos materiais poliméricos, além do uso em saltos e solas.

O modelo chinelo apresentou uma mescla de materiais incluindo o material sintético e o couro, além do plástico (em um pequeno arremate).

Percebe-se que os materiais, destes diversos modelos estudados, validam os dados informados pelos questionários das empresas avaliadas e conforme o estudo do FC by Brasil (2015), os principais materiais utilizados para o cabedal são: couro, laminado em PVC, laminado em PU e têxtil, assim também para o forro. E os principais materiais utilizados para o solado e salto são: PVC, TR, PU, EVA e couro.

4.3.1 Avaliação inventário de ciclo de vida

Para a construção do inventário, foi criado um cenário genérico, mas considerando as informações obtidas dos questionários aplicados nas empresas, dos dados da análise dos calçados, por meio da desmontagem, apresentados anteriormente e dados da literatura. O cenário é a partir de uma média do setor calçadista e dos dados coletados, além de dados da literatura.

A unidade funcional é a produção de 1000 pares de calçados/ mês. A produção do cenário é de uma indústria de calçados femininos, de matéria-prima couro ou sintético.

A Figura 35 ilustra o fluxograma genérico avaliado para o cenário do inventário. Os estágios considerados foram a entrada de matérias-primas, produção e o produto final, geração de resíduos e emissões. Para o cenário avaliado considerou-se que não há a produção de solas, saltos, palmilha de montagem e contraforte pela empresa.

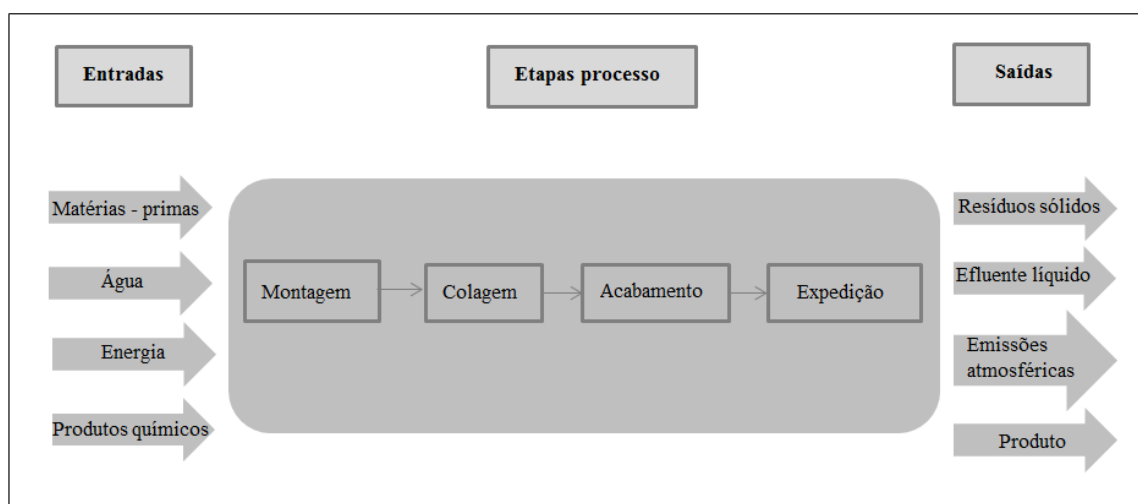


Figura 35 – Fluxograma do processo para a análise de inventário

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Os fluxogramas a seguir exibem com maior detalhe as entradas e saídas para a produção de 1.000 pares/mês de calçado feminino, sendo os modelos confeccionados com couro ou sintético.

A Figura 36 traz o fluxograma de inventário para o calçado confeccionado em couro, sendo neste caso o modelo de salto baixo.

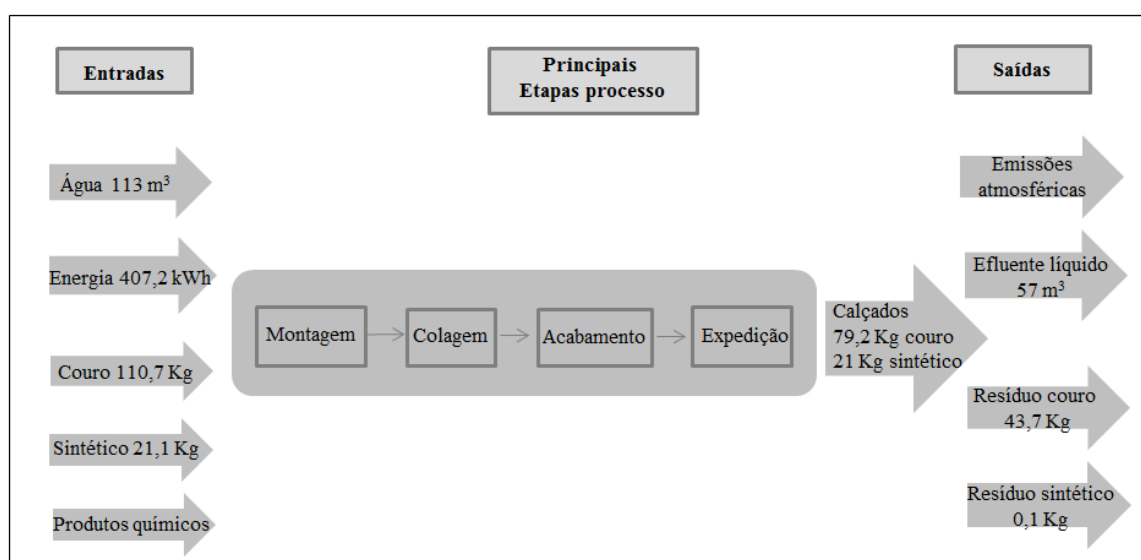


Figura 36– Fluxograma com inventário para o calçado confeccionado em couro

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O processo de fabricação do calçado feminino confeccionado em couro resulta em desperdício de 28,6% da matéria-prima couro, que é originado de um processo complexo e com uso de produtos químicos, geração de resíduos sólidos, líquidos e emissões.

A Figura 37 apresenta o fluxograma de inventário para o calçado confeccionado em material sintético, modelo sapatilha.

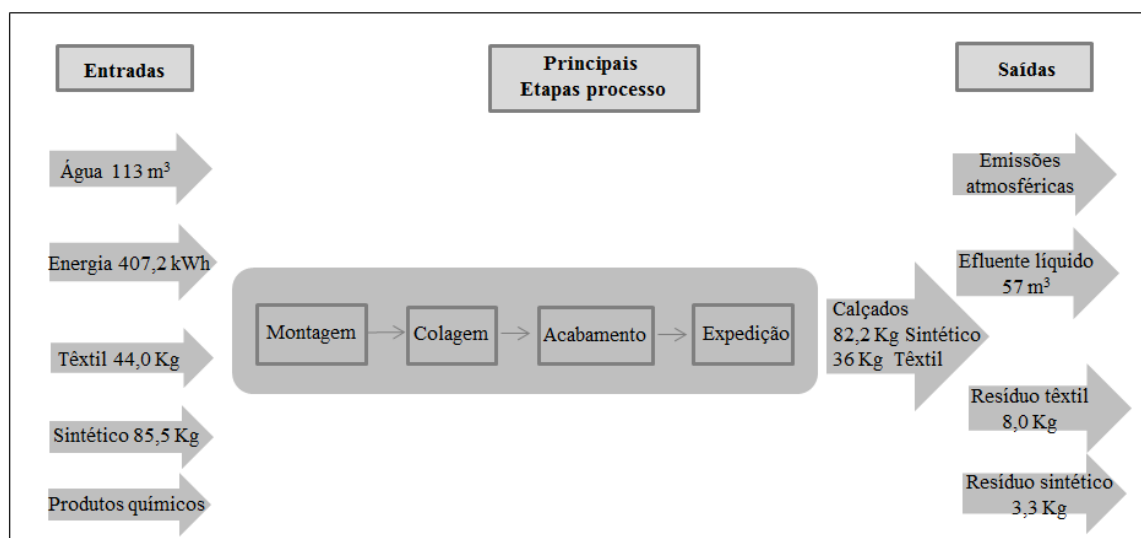


Figura 37 – Fluxograma com inventário para o calçado confeccionado em sintético

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O processo de fabricação do calçado feminino confeccionado em sintético resulta em desperdício de 18,1% da matéria-prima têxtil, que é originado de um processo complexo com uso de produtos químicos e grande geração de efluente líquido, com consumo estimado de 150 litros de água para produção de um quilo de tecido, sendo 88% desse volume descartado como efluente líquido e os 12% restantes sendo perdido por evaporação (FIEMG, 2015).

4.3.2 Avaliação de Aspectos e Impactos ambientais

A Tabela 20 apresenta a planilha de levantamento, caracterização e avaliação dos aspectos conforme fluxograma dos processos apresentados anteriormente.

Tabela 20 – Avaliação dos potenciais aspectos e impactos ambientais

Nº	Aspecto	Impacto	Abrangência	Severidade	Frequência	I/C	Impacto	Significância	
1	Consumo de recurso natural	Água	Uso de recursos naturais não renováveis ou escassos	4	3	4	C	11	Sim
2	Consumo de recurso natural	Energia elétrica	Uso de recursos naturais não-renováveis ou escassos	4	3	4	C	11	Sim
3	Emissões atmosféricas	Etapas do processo de fabricação calçado (montagem, colagem, acabamento)	Alteração da qualidade do ar	2	3	4	C	9	Sim
4	Geração de efluentes líquidos	Etapas do processo de fabricação calçado (montagem, colagem, acabamento)	Alteração da qualidade do solo e da água	4	3	3	C	10	Sim
5	Geração de resíduos sólidos - desperdício de matéria-prima e outros	Etapas do processo de fabricação calçado (montagem, colagem, acabamento)	Alteração da qualidade do solo e da água	4	3	4	C	11	Sim
6	Uso de produtos químicos	Etapas do processo de fabricação calçado (montagem, colagem, acabamento)	Diminuição dos recursos naturais	4	3	3	C/I	10	Sim
			Irritação das vias aéreas respiratórias e do trato respiratório; Irritação dos olhos; Irritação da pele	1	3	4	C/I	8	Sim
			Alteração da qualidade do ar	4	3	4	C/I	11	Sim
7	Geração de ruído	Etapas do processo de fabricação calçado (montagem, colagem, acabamento, expedição)	Poluição sonora	1	2	4	C	7	Não
8	Geração do produto final	Processo de fabricação calçado	Geração de receita e impostos	4	1	4	C	9	Sim
			Geração de emprego	3	1	4	C	8	Não

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A avaliação de aspectos e impactos ambientais resultou em 9 (nove) aspectos significativos, de um total de 11 (onze) aspectos identificados. Dentre estes, um (1) está avaliado como significativo benéfico, que é resultado da atividade econômica, gerando receitas e impostos para a própria empresa, município e estado.

Os aspectos significativos estão relacionados com consumo de recursos naturais e geração de resíduos sólidos do processo de fabricação do calçado. O aspecto de uso de produtos químicos também está como significativo, pois como apresentado na Figura 10 este aspecto é relevante devido a emissões atmosféricas e VOC (Compostos orgânicos voláteis), que podem prejudicar a saúde do trabalhador.

Quanto aos aspectos de consumo de recursos naturais, segundo o próprio Ministério de Meio Ambiente (MMA, 2015) as indústrias respondem por cerca de 20% do consumo total de água, utilizando grandes quantidades de água limpa. O uso nos processos industriais vai desde a incorporação da água nos produtos até a lavagem de materiais, equipamentos e instalações, a utilização em sistemas de refrigeração e geração de vapor. Dependendo do ramo industrial e da tecnologia adotada, a água resultante dos processos industriais (efluentes industriais) pode carregar resíduos tóxicos, como metais pesados e restos de materiais em decomposição. Estima-se que a cada ano acumulem-se nas águas de 300 mil a 500 mil toneladas de dejetos provenientes das indústrias.

Estes dados reforçam a necessidade de políticas de conscientização e fiscalização do uso da água nas indústrias, bem como o monitoramento do lançamento de efluentes conforme exigência do órgão ambiental.

Conforme dados do Ministério de Minas e Energia (MME, 2015a) o consumo de energia elétrica do setor industrial no ano base de 2014 foi de $38,8 \cdot 10^3 \text{tep}^7$ (aproximadamente $451244 \cdot 10^3 \text{ kW/h}$).

Em 2014, a Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) chegou a 624,3 TWh, montante 2,1% superior ao de 2013 (611,2 TWh). Por fonte, merecem destaque os aumentos de 85,6% na oferta por eólica, de 43,4% por óleo, e de 30,9% por gás natural e outras renováveis. A geração por gás natural e carvão, de sustentação do sistema interligado, cresceram 17,5% e 24,2%, respectivamente. A supremacia da geração hidráulica ficou menos acentuada em 2014, ficando com 65,2% na estrutura da OIEE, incluindo a importação de Itaipu, contra 70,6%

⁷Tonelada equivalente de petróleo (tep): Unidade de energia. A tep é utilizada na comparação do poder calorífero de diferentes formas de energia com o petróleo. Uma tep corresponde à energia que se pode obter a partir de uma tonelada de petróleo padrão (Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, 2008)

verificados em 2013 (MME, 2015b) Estes dados demonstram o aumento do interesse por fontes renováveis de energia, o que deve continuar sendo incentivados nas indústrias, além de economia monetária, visando também a economia de recursos naturais não renováveis.

A geração de resíduos sólidos, conforme observado nos diagramas de blocos (Figuras 33 e 34) demonstra que a geração de resíduo de couro em comparativo com a entrada de matéria-prima é maior quando relacionado com o material têxtil e sintético, sendo um desperdício de 28,6% para o couro e 18,1% para o têxtil e 3,8% para o sintético, no segundo cenário genérico.

A utilização do sintético resulta em menor geração de resíduo por se tratar de um material mais uniforme, sem defeitos, ao contrário do couro, que por se tratar de uma matéria-prima de origem animal, apresenta maiores deformidades e defeitos, o que resulta em maior quantidade de resíduos, conforme observado pelos dados obtidos no questionário.

O material sintético já representa 56,5% em produção por matéria-prima de calçado, conforme Figura 8, ilustrada anteriormente (IEMI, 2015).

Nos últimos anos, os laminados sintéticos para cabedais tiveram avanços em sua disponibilidade, qualidade e propriedades físicas. Estes avanços tornaram os sintéticos, materiais cada vez mais comuns, já que são utilizados na fabricação de quase todo tipo de calçado.

O laminado sintético de PVC não é respirável, nem absorvente. Pode apresentar-se expandido ou compacto. Quando submetido ao calor, já a partir de 80°C, sofre processo de degradação química. Normalmente é um material mais espesso, com toque mais encartonado, principalmente para cabedais. Torna-se mais rígido em baixas temperaturas (ASSINTECAL, 2015).

O PVC apesar de um material considerado reciclável tem seu viés de não ambientalmente amigável, conforme estudos, como por exemplo a certificação *Cradle to Cradle^{CM}* (2013) que o considera nocivo devido aos aditivos utilizados em sua produção quando necessário, para conceder características específicas, como os ftalatos (plastificantes) e os retardantes de chama. Assim, o *Cradle to Cradle^{CM}* sugere que pode ser necessário testar materiais reciclados, além do PVC, que contenham produtos químicos banidos para assegurar o uso seguro de materiais nos fluxos de reciclagem. Há também diretivas, por exemplo da marca *Nike* quanto ao uso de PVC em seus calçados. A partir de informações científicas, consultoria técnica própria, agências governamentais e grupos de controle independentes, que

indicam que o PVC pode representar um risco de dano aos sistemas vivos, especialmente se ele é fabricado ou eliminado de forma inadequada, a política corporativa é proibir o uso de PVC (NIKE, 2015).

Assim, deve-se incentivar a busca por materiais mais ambientalmente amigáveis em toda a sua cadeia, desde a extração da matéria-prima até o seu uso para reutilização ou reciclagem. O estudo intitulado “*Sustainable Footwear*” (INTERTEK, 2011) apresentou que 70% dos impactos ambientais dos produtos são determinados no seu desenvolvimento e design.

Este estudo também propõe o uso de materiais como cortiça, papel reciclado, borracha natural, lã, fibras de coco, algodão orgânico, couro certificado, pneus reciclados.

O uso destes e outros materiais, além de ser necessário estudos de aplicabilidade, como já apresentados em capítulo anterior, possui a questão regional (a disponibilidade de matérias primas e o consumo).

A partir dos resultados expostos neste capítulo verifica-se as oportunidades de gestão e melhorias no setor calçadista nos seguintes âmbitos:

- gestão do gerenciamento de resíduos do setor como um todo, oportunizando mais cooperativas de segregação e posterior destinação e/ou reciclagem de resíduos e expandindo o modelo de bolsa de resíduos no setor;
- enfatizar o gerenciamento do uso da matéria-prima nas indústrias a fim de minimizar os desperdícios e geração de resíduos;
- difundir a ideia de ecodesign para a fabricação de calçados a partir dos resíduos gerados, visto que já existem estudos e produtos nesta tendência;
- promover esforços em conjunto com os fornecedores do setor para garantir o desempenho ambiental do calçado, o uso consciente dos recursos naturais e insumos.
- promover maior divulgação das ações relacionadas a gestão de resíduos e meio ambiente das empresas calçadistas para além do setor; como incentivo e também como mérito daquelas empresas que já estão engajadas;

- incentivar a proximidade das empresas com grupos de pesquisas de instituições educacionais a fim de promover estudos para fomentar e aumentar a sustentabilidade ambiental do setor;
- estimar a valorização da gestão de resíduos como ganho ambiental e por consequência, econômico.

Considera-se que este trabalho, como outros que tenham o objetivo de apresentar dados de inventário de ciclo de vida, contribuem para que se tenha um banco de dados nacional e setorizado, por tipo de indústria ou serviço.

Esta pesquisa, em complemento com pesquisas futuras do setor, poderá subsidiar justificativas para a criação de uma norma técnica, a exemplo da norma DIN EN ISO 12940:2004, citada neste trabalho, para a normatização e condução da tratativa para identificação, quantificação, classificação e definição da destinação para os resíduos do setor calçadista.

5 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados a partir da aplicação dos questionários no setor calçadista e avaliação de inventário de ciclo de vida permitem concluir que:

As matérias-primas mais utilizadas na confecção de calçados são o couro e o sintético.

A geração mensal total de resíduo de couro das unidades fabris atingiu a quantidade de 123.447,13 kg, o resíduo de sintético de 13.751,35 kg e o resíduo de têxtil de 12.619,37 kg.

As ações relatadas como implementadas para a minimização de resíduo estão relacionadas com a substituição de equipamento com 28%, seguido da substituição de insumo com 27% e design de produto com 17%.

A destinação dada aos resíduos sólidos industriais (RSI) a maioria é reciclagem externa (com venda de material) com 86,67%, destinação para aterro industrial apresentou 33,33% e também destinação para coprocessamento com resultado de 26,67%.

Quanto às centrais de recebimento de resíduos, verifica-se a predisposição de destinação final dos resíduos sólidos do setor calçadista para o coprocessamento para diversos os tipos de resíduo. Porém também se observa que uma das centrais realiza a disposição final em aterro, situação que deve ser observada como prática não ambientalmente correta, já que conforme estabelecido na lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010) que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos e seu decreto regulamentador – Decreto no. 7.404/201° (BRASIL, 2010b), deve-se eliminar os lixões e aterros controlados e promover a disposição final ambientalmente adequada somente de rejeitos e promove a reciclagem dos resíduos.

A avaliação de aspectos e impactos potenciais mostrou que os aspectos significativos estão relacionados com o consumo de recursos naturais, uso de produtos químicos e geração de resíduos sólidos do processo de fabricação do calçado.

Por fim, pode-se concluir que o setor calçadista gera significativas quantidades de resíduos e de uso de recursos naturais. As indústrias do setor já realizam ações de minimização de geração de resíduos, porém outras estratégias devem ser enfatizadas assim como envolver a cadeia de suprimentos do setor e oportunizar aumento de cooperativas de segregação para posterior destinação e/ou reciclagem.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros sugere-se considerar o custo de matéria-prima em comparativo da geração de resíduos, assim como incluir na avaliação do ciclo de vida do calçado os aspectos e impactos das destinações dos resíduos e também do calçado pós-consumo.

Sugere-se também contabilizar as emissões atmosféricas, considerando um mapeamento entre as empresas e as centrais de resíduos sólidos.

Ainda se propõe o levantamento da situação das ações das iniciativas de sustentabilidade e meio ambiente nas empresas frente a lançamento de produtos sustentáveis.

Por fim, apresenta-se como sugestão o estudo de mercado através do levantamento do consumo populacional x faixa de preço de mercado, com o interesse de relacionar com o consumo de matéria prima utilizada e geração de resíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Relatório de acompanhamento setorial – Couro e calçados Volume IV**. 2009. Disponível em: < <http://www.abdi.com.br/Estudo/Couro%20e%20Cal%C3%A7ados%20-dez09.pdf>>. Acesso em: 3 set. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Agência Nacional de Energia Elétrica. 3. ed. – Brasília : Aneel, 2008. Fatores de conversão. pg. 143.

ALBER, Kyle; CANEPA, Peter; MILLER, Jennifer. **Analyzing the Environmental Impacts of Simple Shoes**. Master of Environmental Science and Management from the Donald Bren School of Environmental Science and Management, University of Santa Barbara, California. 2008.

ANDRADE, José Eduardo Pessoa; CORRÊA, Abidack Raposo. **Panorama da indústria mundial de calçados, com ênfase na América Latina 2001**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. ABETRE. **Panorama das estimativas de geração de resíduos industriais**. ABETRE/FGV, São Paulo, 2003. Disponível em: < <http://www.abetre.org.br/biblioteca/publicacoes-2>>. Acesso em: dez. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. – ABETRE. **Perfil do setor de tratamento de resíduos e serviços ambientais**. São Paulo, 2006. Disponível em: < <http://www.abetre.org.br/biblioteca/publicacoes/publicacoes-abetre/ABETRE%20-20Perfil%20do%20Setor%20de%20Trat.%20de%20Residuos%20e%20Servicos%20Ambientais%202006.pdf>>. Acesso em: dez. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14040: Gestão Ambiental: Avaliação do ciclo de vida: Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro, 2009.

_____ **NBR ISO 15172: Calçados - Terminologia**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS (ABICALÇADOS). **Comércio exterior de calçados – Exportação. Período: Janeiro a Junho de 2014. Evolução da exportação de calçados brasileiros e os principais países de destino (pg.3)**. Novo Hamburgo, RS. 2014. Disponível em: < <http://www.brazilianfootwear.com.br/uploads/novidade/5f391b107e781a70c9260432ccacc84e.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2014.

_____ **Associados**. Disponível em: < <http://www.abicalcados.com.br/site/associados.php>>. Acesso em: set 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE COMPONENTES PARA COURO, CALÇADOS E ARTEFATOS (ASSINTECAL). **Cartilha de adesivos.**

AGÊNCIA BRASILEIRA DE PROMOÇÃO DE EXPORTAÇÃO E INVESTIMENTOS (APEX BRASIL). **Perfil exportador do setor brasileiro de calçados de couro 2013 (pg 4-5).** Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://www2.apexbrasil.com.br/media/estudo/calçados_20131210175532.pdf> Acesso em: 01 de maio de 2014.

ASSOCIAÇÃO INDUSTRIAL E COMERCIAL DE NOVO HAMBURGO (ACINH). **Informações Socioeconômicas do Vale dos Sinos.** Depto. de Economia e Estatística ACINH/CB/EV. Atualização: 01/2015

BAILEY, R., ALLEN, J.K., BRAS, B., 2004. **Applying ecological input-output flow analysis to material flows in industrial systems- part I: tracing flows.** J. Ind. Ecol. 8 (1e2) pg. 45-68.

BASEGIO, T.; BECK LEÃO, A.P; BERNARDES, A.M; BERGMANN, C.P. **Vitrification: An alternative to minimize environmental impact caused by leather industry wastes.** Journal of Hazardous Materials. 2009. Elsevier. Volume 165, Issues 1–3, 15 Junho 2009, Pg. 604–611.

BERTÊ, Ana Maria de Aveline; LEMOS, Bruno de Oliveira; TESTA, Grazieli; ZANELLA, Marco Antonio Rey; OLIVEIRA, Suzana Beatriz de. **Perfil socioeconômico – Corede Paranhana – Encosta da Serra.** Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, n. 26, p. 665-700. Fev. 2016

BJÖRKLUND, Anna. **Life cycle assessment as an analytical tool in strategic environmental assessment. Lessons learned from a case study on municipal energy planning in Sweden.** Environmental Impact Assessment Review. 2012. Elsevier. Volume 32, Issue 1, January 2012, pages 82–87.

BOVEA, M.D; IBÁÑEZ-FORÉS, V.; GALLARDO, A.; COLOMER-MENDOZA, F.J. **Environmental assessment of alternative municipal solid waste management strategies. A Spanish case study.** Waste management. 2010. Elsevier. Volume 30 (2010), pages 2383–2395.

BORCHARDT, Miriam; WENDT, Marcos H.; PEREIRA, Giancarlo M.; SELBITTO, Miguel A. **Redesign of a component based on ecodesign practices: environmental impact and cost reduction achievements.** Journal of Cleaner Production. 2011. Elsevier. Volume 19, Issue 1, January 2011, Pages 49–57.

BRASIL. **Balço energético nacional 2015. Ano Base 2015.** 2015a. Brasília, DF. pg 34

_____. **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010.** Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a

Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm>. Acesso em: 06 mar. 2016.

_____. **Lei nº 4.888, de 9 de dezembro de 1965.** Proíbe o emprêgo da palavra couro em produtos industrializados, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L4888.htm>. Acesso em: 20 jan. 2016.

_____. **Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2 de agosto de 2010. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/lei12305.pdf>>. Acesso em: jan. 2015

_____. **Resenha Energética Brasileira.** Ministério de Minas e Energia Exercício de 2014. 2015b. Edição de junho de 2015. Brasília, DF. pg 6.

BULJAN, J.; REICH, G. e LUDVIK, J. **Balanco de massa no processamento do Couro.** Revista do Couro ABQ TIC, Estância Velha, n.138, p. 45-56, 1999

BÜTTENBENDER, Pedro Luís; SIENDENBERGER, DieterRugard; ALLEBRANDT, Sérgio Luís. **Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDES) RS: Articulações regionais, referenciais estratégicos e considerações críticas.** Revista desenvolvimento regional em debate. Ano 1, n. 1, dez. 2011. pg. 81-106. Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional da Universidade do Contestado. Campus Canoinhas, SC.

CAMPOS, Felipe Henrique Azevedo. **Análise do ciclo de vida na construção civil: um estudo comparativo entre vedações estruturais em painéis pré-moldados e alvenaria em blocos de concreto.** 2012. 123 f. (Mestrado em Engenharia civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais(UFMG), Belo Horizonte, 2012.

CARVALHO, Tereza Cristina Medo de Brito; DIAS, Sylmara Lopes Francelino Gonçalves; FRANCISCO, Gabriela Amorozo. **A cadeia reversa do calçado: uma revisão da literatura com foco no resíduo.** In: XVI Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. Agosto 2013. Berrini, São Paulo.

CAVALLI, Cleo. **O desafio do gerenciamento dos resíduos sólidos industriais no Rio Grande do Sul frente a legislação ambiental: um estudo para o setor metalmeccânico.** 2015. 188f. Dissertação (Mestrado). Programa de pós graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, RS, 2015.

CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUMES DO BRASIL (CICB). **A lei do couro.** Disponível em: <<http://www.usamoscouro.com.br/a-lei-do-couro/>>. 2016a. Acesso em: 20 jan. 2016.

_____. **Couro x sintético.** Disponível em: <<http://www.usamoscouro.com.br/couro-x-sintetico/>>. 2016b. Acesso em: 20 jan. 2016.

COATES, Gareth; RAHIMIFARD, Shahin; STAYKOS, Theodoros. **Recycling of Footwear Products. Centre for Sustainable Manufacturing and Reuse/recycling Technologies (SMART).** Loughborough University. Dezembro 2007.

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION (CEN). **Footwear manufacturing wastes – Waste**

classification and management. EN 12940:2004 prepared by Technical Committee CEN/TC 309 “Footwear”; 2004. Commission of the European Communities. Decision 2000/532/EC establishing a list of wastes.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 303, de 29 de outubro de 2002.** Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Brasília, DF, 22 de novembro de 2002. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2002_313.pdf>. Acesso em: fev. 2015.

_____. **Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002.** Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Diário Oficial da União (DOU), Brasília, DF, nº 226, de 22 de novembro de 2002, Seção 1, páginas 85-91. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

CRADLE TO CRADLE. **Certified^{CM} product standard. Version 3.0.** 2013. MBDC in collaboration with Environmental Protection Encouragement Agency, GmbH.

CRUZ, Jorge Manuel Mendes de Pinho da. **Gestão Integrada de Resíduos Industriais: análise comparativa entre o estado de São Paulo e Portugal.** Dissertação (Mestrado). 224f. 2014. Programa de pós-graduação em Engenharia hidráulica e saneamento. Universidade de São Carlos. São Carlos, SP, 2014.

CULTRI, Camila do Nascimento; MANFRINATO, Jair W. de Sousa; RENÓFIO, Adilson. **Resíduos sólidos do setor coureiro-calçadista e os fundamentos para a produção mais Limpa.** In: XXI Simpósio engenharia de produção. Novembro 2006. Bauru, São Paulo.

DEMERTZI, Martha; DIAS, Ana Claudia; MATOS, Arlindo; ARROJA, Luís Manoel. **Evaluation of different end-of-life management alternatives for used natural cork stoppers through life cycle assessment.** Center of Environmental and Marine Studies (CESAM), Department of Environment and Planning, University of Aveiro. Elsevier. Waste Management 46 . pg. 668–680. 2015

DETTMER, Aline; NUNES; Keila Guerra Pacheco; GUTTERRES, Mariliz; MARCÍLIO, Nilson Romeu. **Obtaining sodium chromate from ash produced by thermal treatment of leather wastes.** Chemical Engineering Journal. 2010. Elsevier. Volume 160, Issue 1, 15 May 2010, Pages 8–12.

DIN Standards. DIN EN ISO 12940. **Footwear manufacturing wastes - Waste classification and management.** 2004.

EUREKA. **Sobre o EVA.** Disponível em: <<http://www.eurekaeva.com.br/sobre-eva.html#>>. Acesso em 02 set. 2015.

FAGUNDES, Alexandre Borges; OLIVEIRA, Ivanir Luiz de.; SELIG, Paulo Mauricio; VAZ, Caroline Rodrigues. **Conceitos e metodologia pra um mundo sustentável: uma reflexão da PL, P+L e produção enxuta**. Gestão da produção, operações e sistemas Ano 6; nº1, Jan/Mar 2010, p. 83-99. Disponível

em: <<http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/325/330>>. Acesso em: dez. 2014.

FEDERAL ENVIRONMENT AGENCY. **Environmental Standards in the textile and shoe sector a guideline on the basis of the breffs – Best available techniques reference documents of the EU**. 2011. Disponível em: <

<http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4289.pdf>>.

Acesso em: set. 2014.

FEPAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. **Relatório sobre a geração de resíduos sólidos industriais no estado do Rio Grande do Sul**. Maio 2003.

Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/rsi.asp>>. Acesso em: mar. 2015.

FERREIRA, Maria J.; ALMEIDA, Manuel F.; FREITAS, Fernanda. **Formulation and Characterization of Leather and Rubber Wastes Composites**. *Polymer and engineering and Science*. Volume 51, Issue 7, pag. 1418–1427, Julho 2011.

FOOTWEAR COMPONENTS BY BRASIL (FC by Brasil). **Quantificação dos materiais na indústria calçadista outono inverno 2015**. Estudo elaborado pelo setor de Inteligência Competitiva do Footwear Components by Brasil (FC by Brasil). 2015.

FRANÇA, Pollyanna Xavier Nunes. **Análise dos impactos sócio-econômicos e ambientais das indústrias de calçados da cidade de Campina Grande - PB**. 2006. 91f. Dissertação (Tese de mestrado). Programa regional de pós graduação em desenvolvimento e meio ambiente. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 2006.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA SIEGFRIED EMANUEL Heuser (FEE). **Corede Paranhana-Encosta da Serra**. Disponível em: <<http://www.fee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/coredes/detalhe/?corede=Paranhana-Encosta+da+Serra>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

GALDIANO, Guilherme de Paula. **Inventário do ciclo de vida do papel offset produzido no Brasil**. Dissertação (mestrado). 303f. 2006. Escola Politécnica da Universais de São Paulo. Departamento de Engenharia Química. São Paulo, SP, 2006.

GARCIA, Ricardo Iorio; MOURA, Francisco José; BERTOLINO, Luiz Carlos; BROCCHIB, Eduardo de Albuquerque Brocchib. **Industrial Experience with Waste Coprocessing and its Effects on Cement Properties**. American Institute of Chemical Engineers. Wiley Online Library. Outubro, 2013.

GARLET, Givanildo. **Aproveitamento de resíduos de E.V.A. (EthyleneVinylAcetate) como agregado para concreto leve na construção civil**. 1998. 162f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, RS, 1998.

GATELLI, Elisia; ZEVE, Carlos Mário Dal Col; SIKILERO, Claudio Bastos. **Impacto ambiental da cadeia produtiva do setor calçadista do Vale do Rio dos Sinos**. In: XXX Encontro nacional de engenharia de produção. Outubro 2010. São Carlos, São Paulo.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010. Livro eletrônico.

GORES, Jaume Cot. **Recycling of wastes & thermal energy stourage**.2002. Dissertação (Tese doutorado). Universitat de Lleida, Espanha, 2002.

GOTTFRIDSSON, Marie; ZHANG, Yuqing. Environmental impacts of shoe consumption - Combining product flow analysis with an LCA model for Sweden. Master's thesis in Industrial Ecology. Department of Energy and Environment Division of Environmental Systems Analysis. Chalmer University of Techonology. Gothenburg, Sweden 2015. Report no. 2015:8

GRAAFF, P.; NEILL M.; NG B.; GIORGIO, X.S. **BEST FOOT FORWARD. A new approach to sustainble footwear**. 2009. WM0922 Techonology in sustainabledevelopment.

GUTTERRES, M.; SCHNEIDER, P.S.; VIELMO, H.A.; MARCÍLIO, N.R.; DANIELI, R. e CONCEIÇÃO, S.T. **Empleo de gas natural encurtiembres para el suministro de demandasenergéticasapartir del sistema de co-generación**. Congress of the International Union of Leather Technologists and Chemists Societies, 27., 2003, Cancun.

INSTITUTO DE ESTUDOS E MARKETING INDUSTRIAL (IEMI). **Brasil Calçados 2014 Relatório setorial da indústria de calçados do Brasil**. São Paulo. 2014.

INSTITUTO DE ESTUDOS E MARKETING INDUSTRIAL (IEMI). **Indicadores**. 2015. Disponível em: <<http://www.iemi.com.br/indicadores-producao-fisica-de-calçados-aumentou-17-em-outubro/>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

INSTITUTO DO PVC. **O PVC: fabricação, meio ambiente e reciclagem**. Disponível em: <http://www.institutodopvc.org/publico/?a=conteudo&canal_id=3 >. Acesso em: 20 ago. 2015.

INTERTEK. **Sustainable Footwear. Environmental Impact Solutions**. Intertek Group. 2011.

JAEGER, Sílvio Aurélio. **Medidas de minimização da geração de resíduos sólidos industriais em curtume – estudo de caso**. 2008. 177f. Dissertação (Tese de mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Gestão Tecnológica. Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo, RS, 2008.

JACQUEMIN, Leslie; PONTALIER, Pierre-Yves; SABLAYROLLES, Caroline. **Life cycleassessment (LCA) appliedtotheprocessindustry: a review**. *International Journal of Life Cycle Assessment*. 2012. Vol. 17, n. 8. p. 1028-1041.

JACQUES, Joceli Jacques de. **Estudo de Iniciativas de desenvolvimento sustentável em produtos em empresas calçadistas a partir do conceito berço ao berço**. 2011. 322 f.

Dissertação (tese de doutorado). Programa de pós-graduação em engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/31997>>. Acesso em: mar. 2014.

KANTARLI, Ismail Cem; YANIK, Jale. **Activated carbon from leather shaving wastes and its application in removal of toxic materials.** Journal of Hazardous Materials. 2010. Elsevier. Volume 179, Issues 1–3, 15 Julho 2010, Pages 348–356.

KLEMMANN, Liliane. **Verificação e utilização de dados de relatórios ambientais na elaboração de inventários do ciclo de vida.** Dissertação (Mestrado). 89f. 2012. Programa de pós-graduação em Engenharia mecânica e de materiais - PPGEM. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, PR, 2012.

KORRES, Nicholas E., SINGH, Anoop; NIZAMI, Abdul -Sattar.; MURPHY, Jerry D. **Is grassbiomethane a sustainable transport biofuel?** Biofuels, Bioproducts. Biorefining, 2010. Volume 4. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bbb.228/epdf>>. Acesso em: mar. 2015

KOUGOULIS, I.S., 2008. **Symmetric Functional Modeling in Life Cycle Assessment.** Shaker Verlag GmbH, Germany.

LEE, Michael James; RAHIMIFARD, Shahin. **An air-based automated material recycling system for postconsumer footwear products.** Centre for Sustainable Manufacturing and Reuse/Recycling Technologies (SMART), Loughborough University, Loughborough, United Kingdom, 2012. Resources, Conservation and Recycling. Elsevier. Volume 69, December 2012, Pages 90–99. 2012.

LOPES, Diana; FERREIRA, Maria J.; RUSSO, Rui; DIAS, Joana M. **Natural and Synthetic rubber/waste e EVA (Ethylene-Vinyl Acetate) composites for sustainable application in the footwear industry.** Journal of clean production. 2014. Elsevier. Volume 92, Pg. 230-236.

MILA, Llorenç; DOMENÉCH, Xavier; RIERADEVALL, Joan; FULLANA, Pere; PUIG, Rita. **Application of Life Cycle Assessment to Footwear.** International Journal of Life Cycle Assessment. 1998. V.3. p. 203–208.

MOREIRA, Marina Vergílio; TEIXEIRA, Regina Cánovas. **Estado da arte tecnológico em processamento do couro: revisão bibliográfica no âmbito internacional.** Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2003.

MOYSÉS, Gerson Luís Russo; MOORI, Roberto Giro. **Coleta de dados para a pesquisa acadêmica: um estudo sobre a elaboração, validação e aplicação eletrônica de questionário.** XXVII Encontro nacional de engenharia de produção. Foz do Iguaçu, PR. Outubro 2007. Anais.

NAIME, Roberto. **Panorama da compreensão atual do conceito de ecodesign com ênfase na indústria coureiro calçadista.** Eco debate Cidadania e meio ambiente. Publicado em abril 24, 2014. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2014/04/24/panorama-da->

compreensao-atual-do-conceito-de-ecodesign-com-enfase-na-industria-coureiro-calcadista-artigo-de-roberto-naime/>. Acesso em: 20 jan.2016.

NETO, R. V. N. **Impacto da Adoção da Internet em Pesquisas Empíricas: Comparações entre Metodologias de Aplicação de Questionários**. Anais do Enanpad, 2004.

NIKE, INC. **Packing restricted substance list & packing design requirements**. Versão 3.0 Fevereiro, 2015.

OLIVEIRA, Diana Quintão Lima; CARVALHO, Kele Tatiane Gomes; BASTOS, Ana Rosa Ribeiro; OLIVEIRA, Kuiz Carlos; MARQUES, João José Granate de Sá e Melo; NASCIMENTO, Robervone Severina de Melo Pereira do. **Utilização de resíduos da indústria de couro como fonte nitrogenada para o capim-elefante**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa , v. 32, n. 1, p. 417-424, Feb. 2008.

PACHECO, José Wagner Faria. **Guia Técnico Ambiental de Curtumes. (Série P+L)**. 2ª ed. São Paulo. . Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). 2014.

PE-INTERNATIONAL. **Life Cycle Assessment An Executive Overview of Applications, Market Drivers and Business Benefits – GABI**. Green Research. Julho 2011.

PEREIRA, Júlio César Dias. **Análise das Ações Estratégicas de Empresas Produtoras de Componentes para Calçados do Arranjo Produtivo do Vale do Rio dos Sinos**. 2013. 102f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós-graduação em Economia. Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). São Leopoldo, RS, 2013.

PIMENTEL, Ubiratan H. O.; ROCHA, Fabiano M. D.; MELO, Aluízio Braz de. **Utilização De Resíduos Da Indústria De Calçados Em Blocos De Vedação Com Novas Dimensões - Leveza E Produtividade**. In 6º Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2006 Florianópolis, Santa Catarina. Universidade Federal da Paraíba (UFPB) João Pessoa, 2006.

PERS. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul**. Rio Grande do Sul. 2014.

PORTUGUESE FOOTWEAR, COMPONENTS AND LEATHER GOODS MANUFACTURES' ASSOCIATION (APICCAPS, 2012). **World Footwear 2012 Yearbook**.

PORTUGUESE FOOTWEAR, COMPONENTS AND LEATHER GOODS MANUFACTURES' ASSOCIATION (APICCAPS, 2014). In: Footwear technology forum, Milan October 14th - 15th.2015.

PROGRAMA ORIGEM SUSTENTÁVEL .**Apresentação**. Brasil. 2015. Disponível em: <<http://www.origemsustentavel.org.br/site/apresentacao.php>>. Acesso em: mar. 2015.

PVC Europe. **Eco-profilesand LCA. 2016**. Disponível em:< <http://www.pvc.org/en/p/eo-profiles--lca>>. Acesso em Mar. 2016.

REIS, Everson Andrade dos. **Fluxo e tecnologias de informação no contexto brasileiro de inventário de ciclo de vida**. Tese (doutorado). 107f. 2015. Programa de pós-graduação em Ciência da informação. Faculdade de filosofia e ciências. Universidade Estadual Paulista – UNEP. Marília, SP, 2015.

Hamburgo: Ano 33/ nº1, Ed.268. jan/fev. 2012.

_____. EPIs, Calçados, Artefatos, Máquinas e Componentes. Novo Hamburgo: IBTeC, Ano 33/ nº2, Ed. 269, mar. 2012.

_____. EPIs, Calçados, Artefatos, Máquinas e Componentes. Novo Hamburgo: IBTeC, Ano 33/ nº3, Ed. 270, abr. 2012.

_____. EPIs, Calçados, Artefatos, Máquinas e Componentes. Novo Hamburgo: IBTeC, Ano 33/ nº5, Ed. 272, ago./set. 2012.

_____. EPIs, Calçados, Artefatos, Máquinas e Componentes. Novo Hamburgo: IBTeC, Ano 33/ nº7, Ed. 273, out./ nov./ dez. 2012.

_____. EPIs, Calçados, Artefatos, Máquinas e Componentes. Novo Hamburgo: IBTeC, Ano 34/ nº3, Ed.276, maio/jun. 2013.

_____. EPIs, Calçados, Artefatos, Máquinas e Componentes. Novo Hamburgo: IBTeC, Ano 34/ nº6, Ed.279, nov./dez. 2013.

_____. EPIs, Calçados, Artefatos, Máquinas e Componentes. Novo Hamburgo: IBTeC, Ano 35/ nº3, Ed.282, maio/jun. 2014.

_____. EPIs, Calçados, Artefatos, Máquinas e Componentes. Novo Hamburgo: IBTeC, Ano 35/ nº6, Ed.285, nov./dez. 2014.

RIBEIRO, Fabiana de Araújo. **Avaliação do ciclo de vida na indústria calçadista do Rio Grande do Sul**. 2009. 76f. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em engenharia e tecnologia de materiais. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Engenharia, Faculdade de Física, Faculdade de Química, Porto Alegre, RS, 2009.

RODOLFO Jr, Antonio; NUNES, Luciano Rodrigues; ORMANJI, Wagner. **Tecnologia do PVC**. 2 ed. São Paulo: Braskem. 2006.

SANTOS, Ronise Ferreira dos. **Investigação do método de desenvolvimento de calçados no pólo calçadista do Vale do Rio dos Sinos e Paranhama no estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação de mestrado. 2008. Programa de pós graduação de engenharia de produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2008.

SANTOS, Renato de Souza. **Evolução e condicionantes da gestão ambiental nas empresas**. Read. Edição especial 30. 2002, vol. 8, n.6, nov-dez 2002.

SCORNAVACCA JR., Eusébio; BECKER, João Luiz; ANDRASCHKO, Rafael. **E-survey: concepção e implementação de um sistema de survey por Internet**. In: Encontro da Associação Nacional de Programas de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (Enanpad), 25. 2001, Anais.

SELITTO, Miguel Afonso; KADEL JR., Nelson; BORCHADT, Miriam; PEREIRA, Giancarlo Medeiros; DOMINGUES, Jeferson. **Coprocessamento de cascas de arroz e pneus inservíveis e logística reversa na fabricação de cimento**. Ambiente & Sociedade v. XVI, n. 1 .p. 141-162. jan.-mar. 2013.

SILVA, Cristiano Alves da; RODRIGUES, Luciano Brito; WILLERS, Camila Daniele. **Avaliação do ciclo de vida no Brasil: uma investigação nas principais bases científicas nacionais**. Prod. [online]. 2013, vol.23, n.2, pp. 436-447 .

SIMIÃO, Juliana. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma empresa de usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa**. Dissertação (Mestrado). 170f. 2011. Programa de pós- graduação em Engenharia hidráulica e saneamento. Universidade de São Carlos. São Carlos, SP, 2011.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE CALÇADOS. **Apresentação**. Três Coroas. 2015. Disponível em: <<http://www.amanhamaisfeliz.com.br/apresentacao>>. Acesso em: mar. 2015.

SINGH, Anoop; OLSEN, Stig Irving. **A critical review of biochemical conversion, sustainability and life cycle assessment of algal biofuels**. Appliedenergy. 2011. Elsevier. Volume 88, Janeiro 2011, pg. 3548–3555.

SISTEMA INTEGRADO DE BOLSAS DE RESÍDUOS (SIBR). **Bolsa de resíduos**. Disponível em:<http://www.sibr.com.br/sibr/index_bolsa.jsp>. CNI - Confederação Nacional da Indústria Acesso em: 14 mar. 2016.

SOBRAL, José Eduardo Campo; CARNEIRO, Arnaldo Manoel Pereira. **Utilização Do Resíduo De Eva Da Indústria De Calçados Como Agregado Em Concretos De Consistência Plástica**. In XIX Coinc, 2011. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, 2011.

SPÍNOLA, Vera. **Indústria de calçados: características, evolução recente e perspectiva para o segmento baiano**. RevistaDesenbahia nº 8 / mar. 2008.

STAIKOS, Theodoros et al..**End-of-life management of shoes and the role of biodegradable materials**. In: 13th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, 13, 2006.Leuven.Anais. Leuven: 2006, p.497-502.

STRAVOS, E. Daniel; COSTAS, P. Pappis; VOUTSINAS, Theodore G. **Applying life cycle inventory to reverse supplychains: a case study of lead recovery from batteries**. Resources, Conservation and Recycling Elsevier. 2003. Volume 37, pg 251-281.

SUH, S., HUPPES, G., 2005. **Methods for life cycle inventory of a product**. J. Clean. Prod. 13 (7), pg 687-697.

TATÀNO, Fabio; ACERBI, Nadia; MONTERUBBIANO, Chiara; PRETELLI, Silvia; TOMBARI, Lucia; MANGANI, Filippo. **Shoe manufacturing wastes: Characterisation of properties and recovery options**. Resources, Conservation and Recycling 66. 2012. p. 66–75.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Life Cycle approaches: The road from analysis to practice**.

VIEIRA, Henrique Corrêa; CASTRO, Aline Eggres de; JUNIOR, Vitor Francisco Schuch. **O uso de questionários via e-mail em pesquisas acadêmicas sob a ótica dos respondentes**. XII Semead - Seminários em Administração. Programa de Pós-graduação em Administração da FEA-USP. São Paulo, 2010.

ZHANG, Yingzhong; LUO, Xiaofang; BUIS, Jennifer J.; SUTHERLAND, John W. **LCA-oriented semantic representation for the product life cycle**. Journal of Cleaner Production. Elsevier. Janeiro 2015. Volume 86 , pg.146-162.

ZIDONIEN, Sigita; KRUIPIEN, Jolita. **Life Cycle Assessment in environmental impact assessments of industrial projects: towards the improvement**. Journal of clean production. Elsevier. Novembro 2015. Volume 106, pg. 533-540.

WHITELAKE. **O Couro**. Disponível em: <<http://www.whitelake.com.br/port/couros.asp>>. Acesso em: 16 ago. 2015.

WIONCZYK, Barbara; APOSTOLUB, Wieslaw; CHAREWICZ, Witold A.; ADAMSKI, Zbigniew. **Recovery of chromium(III) from wastes of uncolored chromium leathers. Part I. Kinetic studies on alkaline hydrolytic decomposition of the wastes**. Separation and Purification Technology. 2011. Elsevier. Volume 81, Issue 2, 22 Setembro 2011, Pages 223–236.

WEIB, M. **Recycling alter schuhe**. In: Schuh-Technik; 1999. p. 26–9.

ZORN, Gerson. **Processo de fabricação do calçado. Dossiê técnico**. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) – RS. Centro Tecnológico do Calçado. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT. 2007.

APÊNDICE A



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
 Unidade Acadêmica de Pesquisa e Pós-Graduação
 Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC)

Questionário

Levantamento do perfil do setor calçadista

Este questionário tem como objetivo o levantamento de dados do processo de fabricação de calçados, matérias primas utilizadas, geração e destinação de resíduos sólidos, a fim de contribuir para a pesquisa de caráter científico do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), mais especificamente para a dissertação de mestrado da aluna Adriana Hoenisch da Silva, orientanda de Professor Doutor Carlos Alberto Mendes Moraes e Doutora Regina Celia Espinosa Modolo, e também a partir do estudo realizado, pretende-se colaborar para o desenvolvimento do setor calçadista.

Responsável pela elaboração do questionário

Mestranda: Adriana Hoenisch da Silva

email: adrihoenisch@gmail.com

cel: (51) 98856106

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes | cmoraes@unisinos.br

Dados gerais da empresa

Razão social:

Nome fantasia:

Cidade:

Nome entrevistado:

Ano de fundação da empresa:

1	Qual a função que desempenha na empresa?	Gerente	()
		Técnico	()
		Responsável Ambiental	Gestão ()
		Responsável Produção	()
2	Qual o número aproximado de funcionários?	Até 50	()
		51 a 99	()
		Mais de 100	()

3	Qual (is)é (são) gênero de calçado fabricado(s)?	Masculino () Feminino () Esportivo ()	Quais (especificar) (social, esportivo, chinelo) Quais (especificar) (social, esportivo, chinelo) Quais (especificar) (tênis, chuteira)
---	--	--	---

4	Qual a produção média mensal (Nº pares)	Até 500 () de 501 a 1000 () Mais de 1000 ()
---	---	--

5	Quais matérias primas são utilizadas na fabricação do calçado?	Couro () EVA () PVC () Metal (fivelas, etc.) () Tecido () Celulose () Outros () Quais?
---	--	--

6	A empresa possui licença ambiental de operação? Desde quando?	Sim () Não ()
	A empresa tem PGRS (Plano de gerenciamento de resíduos sólidos)? Desde quando?	Sim () Não ()

7	A empresa possui SGA (Sistema de Gestão ambiental)?	Sim () Não ()
	A empresa possui ISO 14001?	Sim () Não ()

8	A empresa realiza a segregação de resíduos (perigosos e não-perigosos)? Se Não por quê?	Sim () Não ()
---	---	-----------------

9	Qual é a quantidade de resíduos gerada?	Couro _____ () tonelada () m ³ () kg Sintético _____ () tonelada () m ³ () kg EVA _____ () tonelada () m ³ () kg Metal (fivelas, etc.) _____ () tonelada () m ³ () kg Tecido _____ () tonelada () m ³ () kg Celulose _____ () tonelada () m ³ () kg Produto químico (solventes, adesivos etc.) _____ () tonelada () m ³ () kg
---	---	---

Outros _____ () tonelada () m³ () kg

10 A empresa realiza ações para minimização da geração de resíduos? Desde quando?	Sim () Não ()
Quais ações estão implementadas? (marque mais de uma opção se necessário)	Substituição de matéria prima () Design de produto () Substituição de insumos por menos nocivo () Substituição de equipamento () Substituição de etapa de processo ()

11 Qual é a destinação atual dos resíduos?	Reciclagem (reuso interno)	Reciclagem interna (produtos)	Reciclagem externa	Aterro industrial
Couro _____	()	()	()	()
Sintético _____	()	()	()	()
EVA _____	()	()	()	()
Metal (fivelas, etc.) _____	()	()	()	()
Tecido _____	()	()	()	()
Celulose _____	()	()	()	()
Produto químico (solventes, adesivos, etc.) _____	()	()	()	()
Outros _____	()	()	()	()

12 No caso de efetuarem reciclagem externa ou deposição em aterro, qual é o custo aproximado de operação?

13 A empresa está envolvida em iniciativas relacionadas com inovação, sustentabilidade de produto, processo e meio ambiente?	Sim () Qual? _____
	Não ()

14 Por favor, acrescentar comentários ou informações relevantes que se fazem necessários.

APÊNDICE B



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
 Unidade Acadêmica de Pesquisa e Pós-Graduação
 Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC)

Questionário

Levantamento do perfil do setor calçadista

Este questionário tem como objetivo o levantamento de dados da destinação dos resíduos oriundos do processo de fabricação de calçados, a fim de contribuir para a pesquisa de caráter científico do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), mais especificamente para a dissertação de mestrado da aluna Adriana Hoenisch da Silva, orientanda de Professor Doutor Carlos Alberto Mendes Moraes e Doutora Regina Celia Espinosa Modolo, e também a partir do estudo realizado, pretende-se colaborar para o desenvolvimento do setor calçadista. Fica garantido o sigilo de todas as informações fornecidas, sendo que os nomes das empresas entrevistadas não será divulgado no trabalho de dissertação, além disso é um estudo do setor como um todo e não de cada empresa entrevistada.

Responsável pela elaboração do questionário

Mestranda: Adriana Hoenisch da Silva

email: adrihoenisch@gmail.com

cel: (51) 98856106

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes | cmoraes@unisinobr

Dados gerais da empresa

Razão social:

Nome fantasia:

Cidade:

Nome entrevistado:

Ano de fundação da empresa:

Ramo de atividade (conforme LO):

-
- | | | | |
|---|--|-----------------------|------------|
| 1 | Qual a função que desempenha na empresa? | Gerente | () |
| | | Técnico | () |
| | | Responsável Ambiental | Gestão () |

		Responsável Produção	()
2	Qual o número aproximado de funcionários?	Até 50	()
		51 a 99	()
		Mais de 100	()
3	A empresa possui licença ambiental de operação? Desde quando?	Sim () Não ()	
4	A empresa possui SGA (Sistema de Gestão ambiental)?	Sim () Não ()	
	A empresa possui ISO 14001?	Sim () Não ()	
5	Recebem resíduos da indústria calçadista	Sim	()
		Não	()
6	Quais os tipos de resíduos são recebidos da indústria calçadista?		
	Couro	()	
	EVA	()	
	PVC	()	
	Metal (fivelas, etc.)	()	
	Tecido	()	
	Celulose	()	
	Embalagens plásticas	()	
	Embalagens metálicas	()	
	Outros? Quais?		
7	Qual é a quantidade mensal de resíduos recebida das indústrias calçadistas?		
	Couro _____	() tonelada	() m ³ ()kg
	Sintético _____	() tonelada	() m ³ ()kg
	EVA _____	() tonelada	() m ³ ()kg
	Metal (fivelas, etc.) _____	() tonelada	() m ³ ()kg
	Tecido _____	() tonelada	() m ³ ()kg
	Celulose _____	() tonelada	() m ³ ()kg
	Produto químico (solventes, adesivos etc.) _____	() tonelada	() m ³ ()kg
	Embalagens plásticas _____	() tonelada	() m ³ ()kg
	Embalagens metálicas _____	() tonelada	() m ³ ()kg
	Outros _____	() tonelada	() m ³ ()kg

 8 Qual é a quantidade mensal total de resíduos recebida?

Couro _____	() tonelada	() m ³	() kg
Sintético _____	() tonelada	() m ³	() kg
EVA _____	() tonelada	() m ³	() kg
Metal (fivelas, etc.) _____	() tonelada	() m ³	() kg
Tecido _____	() tonelada	() m ³	() kg
Celulose _____	() tonelada	() m ³	() kg
Produto químico (solventes, adesivos etc.) _____	() tonelada	() m ³	() kg
Embalagens plásticas _____	() tonelada	() m ³	() kg
Embalagens metálicas _____	() tonelada	() m ³	() kg
Outros _____	() tonelada	() m ³	() kg

9 De quais cidades são as empresas calçadistas que destinam seus resíduos?

Campo Bom	()	
Igrejinha	()	
Lajeado	()	
Nova Petrópolis	()	
Novo Hamburgo	()	
Parobé	()	
Picada Café	()	
Santa Clara do Sul	()	
Sapiranga	()	
Três Coroas	()	
Outras	()	Especifique:

10 Qual a destinação final dos resíduos da indústria calçadista?

	Co-processamento (Blend para cimenteira)	Aterro Classe I	Aterro Classe II	Outro?Qual?
Couro _____	()	()	()	()
Sintético _____	()	()	()	()
EVA _____	()	()	()	()
Metal (fivelas, etc.) _____	()	()	()	()
Tecido _____	()	()	()	()
Celulose _____	()	()	()	()
Produto químico (solventes, adesivos, etc.)	()	()	()	()

Embalagens plásticas	()	()	()	()
Embalagens metálicas	()	()	()	()
Outros ()	Especifique:			

Observações:

11 Por favor, acrescentar comentários ou informações relevantes que se fazem necessários.
