

Universidade de Ribeirão Preto
Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental

MARA JULIANA BACHEGA MASIERO

DETERMINAÇÃO DE INDICADORES DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS NA PRODUÇÃO DE CALÇADOS FEMININOS
(SAPATOS, TÊNIS, SANDÁLIAS, SAPATILHAS E BOTAS)

RIBEIRÃO PRETO
2018

MARA JULIANA BACHEGA MASIERO

DETERMINAÇÃO DE INDICADORES DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS NA PRODUÇÃO DE CALÇADOS FEMININOS
(SAPATOS, TÊNIS, SANDÁLIAS, SAPATILHAS E BOTAS)

Defesa apresentada á
Universidade de Ribeirão Preto.
UNAERP, como requisito
parcial para obteção do título
de Mestre em Tecnologia
Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo
Pisani Junior

Ribeirão Preto
2018

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento
Técnico da Biblioteca Central da UNAERP

- Universidade de Ribeirão Preto -

M397d Masiero, Mara Juliana Bachega, 1975-
Determinação de indicadores de geração de resíduos sólidos
na produção de calçados femininos (sapatos, tênis, sandálias,
sapatilhas e botas) / Mara Juliana Bachega
Masiero. – Ribeirão Preto, 2018.
80 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Pisani Junior.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Ribeirão Preto,
UNAERP, Tecnologia Ambiental. Ribeirão Preto, 2018.

1. Resíduos Sólidos Industriais. 2. Indústria Calçadista. 3.
Calçados Femininos. 4. Indicadores de geração.
I. Título.

CDD 628

MARA JULIANA BACHEGA MASIERO

“ DETERMINAÇÃO DE INDICADORES DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA PRODUÇÃO DE CALÇADOS (SAPATOS FEMININOS)”.

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre pelo programa de Mestrado Profissionalizante em Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Pisani Júnior

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Data de defesa: 16 de fevereiro de 2018

Resultado: APROVADA

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Reinaldo Pisani Júnior
Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP
Presidente



Profa. Dra. Luciana Rezende Alves de Oliveira
Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP



Profa. Dra. Marcia Maisa de Freitas Afonso
Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP

Ribeirão Preto
2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter iluminado meu caminho, protegido-me e dado-me forças para que não esmorecesse em meu percurso até aqui, roborando a minha Fé.

À minha mãe Maria Tereza Bachega Masiero, ao meu irmão José Ricardo Bachega Masiero, à minha cunhada Fernanda Cristina da Silva Masiero, à amiga de infância Isabela Cury Coutinho e às amigas Amanda Estrela, Cristiane Rodrigues e Luciana Helena da Silva Cristino, que nos momentos difíceis me incentivaram para prosseguir mostrando a cada dia o quanto sou capaz e forte para alcançar os meus objetivos.

Aos meus amigos e colegas do mestrado, em especial, ao Plínio Alexandre Caetano, pelo suporte emocional, ao Gustavo Machado Rodrigues e Rodolfo Kurek por todas as conversas de apoio ao longo desse tempo.

À Sabrina Faiffer e Grasiela Rutiel Huff do Sindicato da Indústria de Calçados de Três Coroas por todo carinho, atenção e informações fornecidas.

Ao meu orientador Dr. Reinaldo Pisani Junior e minha coorientadora Dr^a. Luciana Rezende Alves de Oliveira, minha eterna gratidão, pela dedicação, carinho e competência com que me nortearam nesta jornada.

Aos docentes e colaboradores da divisão de pós-graduação da UNAERP que colaboraram desde o início dando o apoio necessário.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

„Wo ein Wille ist, ist auch ein Weg“ - Onde há vontade, há também um caminho.
(Provérbio Alemão)

RESUMO

A geração de resíduos industriais demanda mais fiscalizações e incentivos para o reuso, redução e a não geração, como disposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos, que institui responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos, que envolvem os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, até os usuários finais e cidadãos. A Legislação é clara quanto às etapas envolvidas no gerenciamento, desde a coleta até a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos norteadas segundo a classificação descrita na NBR 10004/2004, que classifica os resíduos sólidos industriais em resíduos Classe I – Perigosos, e resíduos Classe II – Não Perigosos. A obrigatoriedade da realização de um inventário de resíduos sólidos industriais para setores específicos, como por exemplo, indústrias de preparação e fabricação de artefatos de couro, é detalhada na Resolução CONAMA n.º 313/2002, instituída pelo Ministério do Meio Ambiente, que determina a responsabilidade das empresas na gestão dos resíduos gerados.

O diagnóstico da geração de resíduos e a construção de indicadores relacionados ao consumo de matérias-primas contribuem para projeção das quantidades de resíduos. A análise da produção dos resíduos sólidos de uma indústria calçadista foi realizada, com o intuito de propor soluções para um melhor aproveitamento dos materiais, bem como a diminuição de custos associados ao gerenciamento de resíduos. Com base nisso, este trabalho teve como objetivo analisar a geração de resíduos em uma empresa fabricante de calçados femininos no interior de São Paulo. A coleta de dados teve duração de 4 meses no ano de 2017. O levantamento de dados, que se respaldou no Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, presente na Resolução do CONAMA 313/2002, avaliou os seguintes parâmetros: matérias-primas e insumos utilizados, etapas do processo de produção, formas de armazenamento, tratamento, reutilização, reciclagem ou disposição final do resíduo fora da indústria. Como indicador para verificar o grau de geração de resíduos produzidos nos setores, foi determinado o peso para os tecidos, couros e afins.

Além de qualificar, quantificar e classificar os resíduos produzidos, indicadores de geração, parametrizados nas matérias-primas consumidas, foram obtidos. Para uma média mensal de pouco mais que 57.500 pares produzidos, foram gastos cerca de 37 mil kg de matéria-prima, que forneceu 2.800 kg de resíduos. O indicador de geração no período analisado ficou entre 7,55 % e 7,56 % de resíduo gerado. A quantidade de resíduos Perigosos no setor calçadista é inferior aos de resíduos Não Perigosos, que podem ser reutilizados, reciclados, recolhidos na logística reversa, submetidos ao coprocessamento ou passar por tratamento térmico. Alguns projetos e programas já estão sendo aplicados para o uso responsável de matérias-primas e a disposição ambientalmente adequada dos resíduos gerados, como os associados à produções sustentáveis e produção mais limpa. A fim de efetivar tal objetivo, um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos foi sugerido à empresa.

Palavras-chaves: Resíduos Sólidos Industriais. Indústria Calçadista. Calçados Femininos. Indicadores de Geração.

ABSTRACT

The generation of industrial waste demands more inspections and incentives for reuse, reduction and non-generation, as set forth in the National Solid Waste Policy, which establishes shared responsibility of waste generators, involving manufacturers, importers, distributors and traders, until end users and citizens. The legislation is clear as to the steps involved in the management, from the collection to the environmentally appropriate tailings according to the classification described in NBR 10004/2004, which classifies industrial solid waste as Class I – Hazardous, and Class II - Non-Hazardous. The obligation an inventory of industrial solid waste for specific sectors, such as industries for the preparation and manufacture of leather goods, is detailed in CONAMA Resolution No. 313/2002, established by the Ministry of the Environment, which determines the responsibility of companies to manage the waste generated. The diagnosis of waste generation and the construction of indicators related to the consumption of raw materials contribute to the projection of the quantities of waste. The analysis of the solid waste production of a footwear industry was carried out with the purpose of proposing solutions for a better use of the materials, as well as the reduction of costs associated to its waste management. Based on this, this work aimed to analyze the generation of waste in a company that manufactures women's shoes in the state of São Paulo. The data collection lasted four months in the year 2017. The survey data, which was restructured in the National Inventory of Industrial Solid Waste, presented in CONAMA Resolution 313/2002, evaluated the following parameters: raw materials and inputs used, steps in the production process, forms of storage, treatment, reuse, recycling or final disposal of the waste outside the industry. As an indicator to verify the degree of generation of residues produced in the sectors, the weight for the fabrics, leathers and the related was determined. In addition to qualifying, quantifying and classifying the waste produced, generation indicators, parameterized in the raw materials consumed, were obtained. For a monthly average of just over 57,500 pairs produced, about 37 thousand kg of raw material were spent, which provided 2,800 kg of waste. The generation period indicator analyzed was between 7.55% and 7.56% of waste generated. The amount of hazardous waste in the footwear sector is less than that of non-hazardous waste, which can be reused, recycled, collected in reverse logistics, submitted to coprocessing or pass by heat treatment. Some projects and programs are already being applied to the responsible use of raw materials and the environmentally sound disposal of waste generated, such as those associated with sustainable production and cleaner production. In order to achieve this objective, a Solid Waste Management Plan was suggested to the company.

Keywords: Industrial Solid Waste. Footwear Industry. Women's Shoes. Generation Indicators.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Informações consolidadas de produção, comércio exterior importações e exportações e consumo mundial de calçados, entre 2015 e 2018.....	18
Figura 2 - Principais países produtores de pares de calçados em 2016.....	19
Figura 3a - Principais países consumidores de calçados em pares - Participação em 2016.....	20
Figura 3b - Principais países consumidores de calçados em pares (2016)...	21
Figura 4 - Principais países exportadores de calçados em pares, referentes a 2016.....	22
Figura 5 - Principais países importadores de calçados em US\$, referentes a 2016.....	23
Figura 6 - Principais países importadores de calçados em pares Participação em 2016.....	24
Figura 7 - Variação anual da produção de calçados no Brasil.....	25
Figura 8 - Segmentação da produção brasileira de calçados por Unidades da Federação em 2017 - Milhões de pares.....	27
Figura 9 - Segmentação da produção brasileira de pares de calçados por regiões.....	28
Figura 10 - Produção de calçados no Brasil por material predominante em pares em 2017.....	29
Figura 11 - Produção identificada de calçados por gênero em 2017.....	29
Figura 12 - Segmentação da produção brasileira de calçados por tipo de uso em pares - Participação em 2017.....	30
Figura 13 - Concentração dos principais polos calçadistas na produção de calçados das Unidades da Federação do Brasil em 2017 - Participação em pares.....	31
Figura 14 – Principais destinos das exportações de pares de calçados em 2017.....	32

Figura 15 - Exportações de calçados em 2017 por Unidade da Federação em pares.....	32
Figura 16 - Origem das importações brasileiras de pares de calçados em 2017.....	33
Figura 17 - Etapas gerais do processo de produção de calçados.....	36
Figura 18 - Estratégia de gestão integrada de resíduos sólidos.....	43
Figura 19 - Distribuição das Certificações para as empresas participantes do Programa Origem Sustentável no ano 2017.....	46
Figura 20 - Matéria-prima utilizada na fabricação do WineLeather e o processo de acabamento.....	47
Figura 21 - Gianpiero Tessitore idealizador do couro de vinho com uma amostra do material.....	47
Figura 22 - Identificação dos principais componentes do calçado vegano.....	48
Figura 23 - Painel com fotos do início da desocupação da vala com resíduos Classe II.....	49
Figura 24 - Vala destinada aos Resíduos Classe II após recuperação	50
Figura 25 - Vala destinada aos Resíduos Classe I após a recuperação.....	50
Figura 26 - Prensas utilizadas no Sindicato das Indústrias de Calçados de Três Coroas -RS.....	51
Figura 27 - Material Sintético e Papelão.....	52
Figura 28 - Material Sintético e Couro Cromado.....	52
Figura 29 - Aparas e Varrição de Fábrica.....	53
Figura 30 - Principais etapas do processo produtivo de uma empresa calçadista e a geração de resíduos sólidos.....	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Geração de resíduos na produção de calçados.....	40
Quadro 2 – Situação dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos.....	45
Quadro 3 – Geração de Resíduos Sólidos de acordo com a etapa do processo produtivo de uma empresa calçadista.....	62
Quadro 4a – Classificação das Matérias-Primas e Resíduos na indústria de calçados: Perigoso - Classe I.....	63
Quadro 4b – Classificação das Matérias-Primas e Resíduos na indústria de calçados: Não Inertes - Classe IIA e Inertes – Classe IIB.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição dos Resíduos da Indústria Calçadista.....	44
Tabela 2 – Disposição de alguns resíduos sólidos gerados.....	65
Tabela 3 – Sapatos fabricados no período de maio a agosto de 2017.....	67
Tabela 4 - Quantidade de matéria-prima e resíduos gerados na produção de calçados femininos.....	69
Tabela 5 – Indicador de geração de resíduo sólido da geração de caçados femininos de maio até agosto de 2017.....	69
Tabela 6 – Destinação final ambientalmente adequada para resíduos sólidos Classe I gerados em empresas calçadistas do Pólo Calçadista de Três Coroas.....	73
Tabela 7 – Destinação final ambientalmente adequada para resíduos sólidos Classe II gerados em empresas calçadistas do Pólo Calçadista de Três Coroas.....	74
Tabela 8 – Destinação final ambientalmente adequada para resíduos sólidos recicláveis gerados em empresas calçadistas do Pólo Calçadista de Três Coroas.....	75

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnica
ABICALÇADOS	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS
ABS	acrilonitrilo-butadieno-estireno
ARIP	Aterro de Resíduos Industriais Perigosos
ASSINTECAL	Associação Brasileira de Empresas de Componentes para Couros, Calçados e Artefatos
CaCO ₃	carbonato de cálcio
CaO	cal virgem ou viva
CH ₂ O ₂	ácido fórmico
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
Cr ³⁺	cromo trivalente
Cr ⁶⁺	cromo hexavalente
Cr ₂ (SO ₄) ₃	sulfato de cromo
ETE	Estação de Tratamento de Efluente
EVA	acetato de etileno-vinil
H ₂ SO ₄	ácidos sulfúrico
MTR	Manifesto de Transporte de Resíduos
Na ₂ S	sulfeto de sódio
ONU	Organização das Nações Unidas
PET	Polietileno tereftalato
P+L	Produção Mais Limpa
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PU	Poliuretano
PVC	cloreto de polivinilo
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SICTC	Sindicato da Indústria de Calçados, Componentes para Calçados de Três Coroas
SGS	System & Service Certification
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
Suasa	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
USD	Dólar americano
VA	acetato de vinil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	18
3.1 PANORAMA MUNDIAL.....	18
3.2 HISTÓRIA DOS CALÇADOS.....	23
3.3 EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO BRASILEIRA DE CALÇADOS.....	26
3.4 CADEIA DO COUREIRO-CALÇADISTA.....	34
3.5 RESÍDUOS DA PRODUÇÃO DE CALÇADOS.....	36
3.6 GESTÃO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE CALÇADOS.....	39
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	54
4.1 IDENTIFICAÇÃO, QUALIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS, INSUMOS E OS RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CALÇADOS.....	54
4.1.1 Levantamento de Dados.....	54
4.1.2 Informações Gerais.....	55
4.1.3 Informações sobre o Processo de Produção Desenvolvido pela Empresa.....	55
4.1.4 Metodo de Obtenção dos Dados Referentes aos Residuos Gerados.....	56
4.2 PROPOR E QUANTIFICAR INDICADORES QUE PERMITAM O PLANEJAMENTO E PREVER AÇÕES CORRETIVAS.....	57
4.3 IDENTIFICAR FORMAS DE DESTINAÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADAS PARA OS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS IDENTIFICADOS.....	57
4.4 IDENTIFICAR NA LITERATURA AS POSSÍVEIS ALTERNATIVAS PARA A REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS.....	58
4.5 RECOMENDAÇÃO DE AÇÕES ESPECÍFICAS PARA A EMPRESA QUE POSSIBILITOU A COLETA DOS DADOS PARA ESSE TRABALHO.....	58
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59

5.1 IDENTIFICAÇÃO, QUALIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS, INSUMOS E OS RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CALÇADOS.....	59
5.1.1 Identificação.....	59
5.1.2 Classificação.....	61
5.1.3 Quantificação.....	65
5.2 PROPOR E QUANTIFICAR INDICADORES QUE PERMITAM O PLANEJAMENTO E PREVER AÇÕES CORRETIVAS.....	67
5.3 IDENTIFICAR FORMAS DE DESTINAÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADAS PARA OS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS IDENTIFICADOS.....	70
5.4 IDENTIFICAR NA LITERATURA AS POSSÍVEIS ALTERNATIVAS PARA A REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS.....	72
5.5 IDENTIFICAR AS ALTERNATIVAS MAIS VIÁVEIS ECONOMICAMENTE PARA A EMPRESA QUE POSSIBILITOU A COLETA DOS DADOS PARA ESSE TRABALHO.....	76
6 CONCLUSÕES.....	78
REFERÊNCIAS.....	81

1 INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) brasileira possui mecanismos apropriados para proporcionar soluções adequadas dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos oriundos do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Ou seja, incentiva ações referentes àquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado, dentre o que se encontra nos resíduos sólidos, e define ações para a destinação daquilo que não pode ser reaproveitado de alguma forma.

A PNRS ainda institui responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos, que envolve desde os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, até os usuários finais e cidadãos. Para isso, foram criadas metas importantes desde a esfera Nacional até a Municipal.

A Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010 definiu gerenciamento de resíduos sólidos como sendo um conjunto de ações nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos devem ser executados, obedecendo a normatização legal e técnica.

A destinação final ambientalmente adequada inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético, bem como outras destinações, desde que admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) e do Ministério do Meio Ambiente.

A disposição final ambientalmente adequada envolve a distribuição ordenada dos rejeitos, resíduos que foram processados por uma cadeia de etapas de gerenciamento, cujo aproveitamento se torne inviável técnica ou economicamente, em aterros licenciados, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e a minimizar os impactos ambientais.

No tocante à classificação dos resíduos sólidos, a NBR 10004/2004 os categoriza, segundo características de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade e patogenicidade, em resíduos classe I, Perigosos, e resíduos Classe II – Não Perigosos. Os Resíduos da classe II são subdivididos em resíduos Classe IIA – Não Inertes e resíduos Classe IIB – Inertes.

Os resíduos Classe IIA – Não Inertes podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Já os resíduos da classe IIB, são quaisquer resíduos que submetidos a contato com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, segundo ABNT NBR 10006/2004, não apresentem nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, com exceção das características cor, turbidez, dureza e sabor.

A Resolução CONAMA n.º 313/2002 instituiu a obrigatoriedade da realização do inventário de resíduos sólidos industriais para setores específicos, dentre eles as indústrias de preparação e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados (Divisão 19), conforme o Art 4º da Resolução. O documento deve conter as informações sobre a geração de resíduos, suas características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final.

A indústria calçadista é responsável por considerável impacto ambiental decorrente de suas atividades. No Brasil, apesar do setor sofrer uma queda na produção, de 996 milhões de pares em 2014 para 956 milhões em 2016 (ABICALÇADOS, 2017), Em 2016, as exportações de calçados somaram USD 998 milhões, frente a USD 343,7 milhões referentes às importações, resultando num saldo comercial de USD 654,3 milhões em divisas para o país.

As principais matérias-primas consumidas no setor são couro, presente em 19,9% da produção nacional, 46,4% são confeccionados de plásticos ou elastômeros, 27,4 % de material laminado sintético, 4,5 % de têxteis e 1,8 % de outros materiais (ABICALÇADOS, 2017). Consequentemente, os resíduos sólidos gerados são compostos por uma diversidade de componentes, como, por exemplo, aparas e sobras de couros, materiais sintéticos, como Etileno Acetato de Vinila (EVA), dentre outros.

Em algumas empresas do setor calçadistas, é prática comum permuta de aparas por matérias-primas ou descontos com fornecedores. Isso ocorre, por exemplo, com fornecedores de EVA. As aparas são reaproveitadas no processo de produção de fabricação de novas matérias-primas do próprio fornecedor.

Os principais materiais designados como produtos perigosos no setor calçadista são o couro atinado, couro cromo, sapatos com defeito, pó de couro, varrição de fábrica, rachado, miolo/vira/atinado, miolo/vira/recouro. O rachado é uma matéria-prima, geralmente couro, de espessura grossa, que precisa ser afinada

durante o processo de fabricação do calçado. A vira é uma tira de couro, borracha, plástico ou outro material resistente, que reveste a lateral da sola unindo a parte superior do sapato ao solado. O atanado é um couro que sofreu curtimento com curtentes de origem vegetal (taninos). Recouro é couro reconstituído, composto por sobras da indústria do couro (DARIVA, 2011).

Já, entre os produtos não perigosos não inertes destacam-se EVA, sola PU (sola Poliuretano – que é um material rígido e resistente), tecido PU (tecido Poliuretano, se aproxima mais do couro no acabamento, porém não é tão resistente quanto o couro), contraforte, borracha e palmilha (DARIVA, 2011).

Entretanto, outros resíduos produzidos são tóxicos ou ainda não tem uma aplicação definida como reciclagem ou reuso, necessitando de estudos para melhoria e adequação do processo produtivo às necessidades ambientais. Existem relatos de indústrias que negligenciam o gerenciamento de resíduos para não comprometerem seus lucros e perderem competitividade no mercado, o que é antiético e passível de sanção, visto que a Resolução CONAMA nº 313/2002 determina que é responsabilidade das empresas a gestão dos resíduos gerados.

O diagnóstico da geração de resíduos e a construção de indicadores parametrizados no consumo de matérias-primas contribuem para projeção dos montantes de resíduos uma vez que independem dos efeitos de aquecimento ou desaquecimento de mercado.

A análise da geração dos resíduos sólidos de uma indústria calçadista foi realizada, com o intuito de fomentar o gerenciamento, bem como a diminuição de custos a ele associados.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho teve como objetivo diagnosticar a geração dos resíduos sólidos em uma indústria calçadista, fabricante de sapatos femininos, e criar indicadores de geração que contribuam para o planejamento da gestão dos resíduos sólidos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

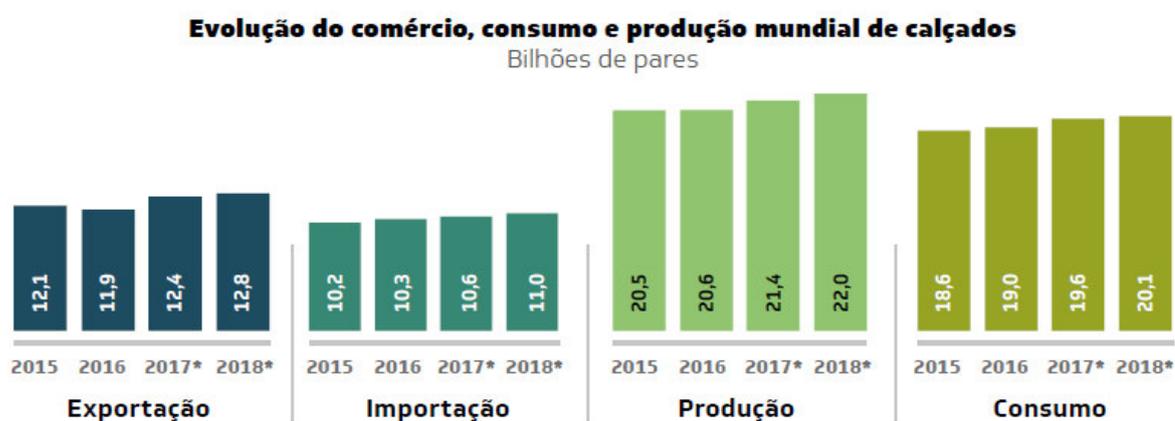
- Identificar, qualificar e quantificar as principais matérias-primas, os insumos e os resíduos gerados no processo de fabricação de calçados;
- Idealizar e quantificar indicadores de geração que permitam prever os montantes de resíduos produzidos, com base no consumo de matérias-primas;
- Propor formas de destinação final ambientalmente adequadas para os resíduos sólidos industriais identificados;
- Recomendar de ações específicas, como estratégias fundamentadas na gestão de Produção mais Limpa e em exemplos práticos já desenvolvidos ou em desenvolvimento em outros Pólos Calçadistas do Brasil, para a empresa que possibilitou a coleta dos dados para esse trabalho.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 PANORAMA MUNDIAL

Nas informações consolidadas de produção, comércio exterior e consumo mundial de calçados, entre 2014 e 2017, verifica-se uma taxa de crescimento de 3,4% entre 2016 e 2017 na produção, contra 1% de crescimento, ou seja produção quase estável, desse mesmo índice entre 2015 e 2016. Em média, 59% da produção mundial é destinada para as exportações, sendo 41% dessa produção para consumo doméstico. Na Figura 1 são mostradas as informações consolidadas para o período entre 2015 e 2018 no setor calçadista no âmbito mundial.

Figura 1 - Informações consolidadas de produção, comércio exterior importações e exportações e consumo mundial de calçados, entre 2015 e 2018



(*) Estimativa Abicalçados

Nota: Informações de exportação e importação reportadas, respectivamente, pelo país de origem e destino. A divergência no saldo mundial de exportações e importações dá-se em função do valor que é reportado pelos países bem como pela ausência de valores.

Fonte: WSR (World Shoe Review) – ABICALÇADOS, 2018

Na Figura 2 são mostrados os principais países produtores de calçados, em pares, com participação no ano 2016. China é responsável por 54% da produção mundial, seguida por outros países asiáticos: Índia (13,6%), Vietnã (4,7%) enquanto o Brasil é responsável por apenas 4,4 %, ficando a frente apenas a Indonésia que produz 3,7% da produção mundial de calçados.

De 2014 a 2016, China e Brasil apresentaram uma leve queda na produção, 1,8% e 0,6%, respectivamente. Já a Índia teve um aumento de 3,7% e Indonésia um aumento de 4,8% em suas produções entre os anos de 2014 e 2016 (ABICALÇADOS, 2017).

Figura 2 - Principais países produtores de pares de calçados em 2016



Milhões de pares

País	2014	2015	2016	Varição 2015-2016
China	11.693	11.322	11.116	-1,8%
Índia	2.579	2.698	2.797	3,7%
Vietnã	854	927	971	4,8%
Brasil	981	904	899	-0,6%
Indonésia	715	733	771	5,2%
Nigéria	393	406	415	2,2%
Paquistão	245	251	258	2,8%
México	240	250	253	1,2%
Tailândia	222	226	231	2,2%
Itália	197	191	188	-1,9%
Outros	2.000	2.568	2.693	4,9%
Total	20.118	20.477	20.592	0,6%

Fonte: WSR (World Shoe Review) – ABICALÇADOS, 2018

Referente aos maiores consumidores de calçados do mundo, nas Figura 3a e Figura 3 b são mostrados os principais países consumidores de calçados em pares, de acordo com a participação em 2016.

Figura 3a - Principais países consumidores de calçados em pares - Participação em 2016



Fonte: WSR (World Shoe Review) – ABICALÇADOS, 2018

Curiosamente, os dois maiores produtores mundiais de calçados, China e Índia, são, também, os maiores consumidores. Enquanto a China consome 16,8% e a Índia 14,1%. Com esses dados, pode-se afirmar, portanto, que a China produz quase 3,5 vezes mais calçados do que produz, enquanto que no caso da Índia, a porcentagem de produção e consumo são equivalentes. Ainda entre os maiores consumidores de calçados em pares, destacam-se os Estados Unidos, com 12,3%, o Brasil, com 4,2 % e o Japão, com 3,9% de pares consumidos.

Entre os anos de 2014 e 2016, houve um aumento no consumo de pares de calçados na China (3%) e na Índia (3,8%), enquanto nos Estados Unidos e Brasil, ocorreu uma queda no consumo, sendo 4,4% e 2,1% respectivamente.

Figura 3b - Principais países consumidores de calçados em pares (2016)

Milhões de pares					Consumo per capita 2016
País	2014	2015	2016	Varição 2015-2016	
China	3.032	3.108	3.201	3,0% ↑	2,3
Índia	2.479	2.590	2.688	3,8% ↑	2,1
Estados Unidos	2.315	2.447	2.339	-4,4% ↓	7,2
Brasil	888	814	796	-2,1% ↓	3,9
Japão	693	724	744	2,8% ↑	5,9
Indonésia	452	461	482	4,5% ↑	1,9
Reino Unido	408	447	445	-0,5% ↓	6,8
Alemanha	439	451	438	-2,8% ↓	5,3
Nigéria	393	401	409	2,1% ↑	2,2
França	432	415	402	-3,1% ↓	6,2
Outros	6.252	6.746	7.068	4,8% ↑	1,7
Total	17.782	18.603	19.012	2,2% ↑	2,4

Fonte: WSR (World Shoe Review) – ABICALÇADOS, 2018

Apesar de uma leve redução na exportação da China entre os anos 2014 e 2016, este país continua sendo o país que mais exporta 67,7%. Na Figura 4 é ilustrada a situação de exportação por pares de calçados, considerando participações em 2016. O segundo colocado, Vietnã, conta com 5,5% , seguido de Indonésia (3,3%), Alemanha (2,1%) e Brasil, quinto colocado, responsável por 1,1% das exportações em pares em 2016.

A Figura 5 aborda o tema em termos de valores. Verifica-se algumas diferenças peculiares entre o ranking dos países exportadores por pares e os países exportadores em termos de valores. A Itália, por exemplo, destaca-se na 2ª posição em quantidade de pares, porém, encontra-se como 7º maior exportador em termos de valores. Isso demonstra que a Itália pratica os maiores preços no mercado internacional. Em contrapartida, a Indonésia se encontra na 3ª posição no ranking de quantidade de pares exportados, enquanto ocupa a 5ª posição em valor das suas exportações, o que permite concluir que esse país possui um preço médio abaixo do preço trabalhado no mercado mundial.

O Brasil também posiciona-se destintamente em relação à exportação em número de pares e em forma de valores, de 11ª colocação na medida de pares contra na 17ª na unidade de valor.

Figura 4 - Principais países exportadores de calçados em pares, referentes a 2016



Milhões de pares

País	2014	2015	2016	Variação 2015-2016
China	8.780	8.341	8.049	-3,5%
Vietnã	569	617	654	6,0%
Indonésia	354	366	387	5,5%
Alemanha	228	237	252	6,5%
Bélgica	228	239	236	-1,0%
Reino Unido	155	191	213	11,3%
Itália	215	208	206	-0,8%
Índia	165	177	181	2,2%
Espanha	158	158	160	1,1%
Holanda	163	142	146	3,0%
Brasil (11º)	130	124	126	1,2%
Outros	1.179	1.252	1.276	1,9%
Total	12.322	12.053	11.886	-1,4%

Fonte: WSR (World Shoe Review) – ABICALÇADOS, 2018

No que diz respeito a importações, em pares, os Estados Unidos é o grande importador, com 22,7%. O Japão (6,4 %) vem seguido da Europa, Reino Unido (6,3%) e Alemanha (6,3%) enquanto o Brasil importa apenas 0,2%. Na Figura 6 são representados os dados em relação a importação por pares do setor.

Figura 5 - Principais países importadores de calçados em US\$, referentes a 2016



Milhões de US\$

País	2014	2015	2016	Variação 2015-2016
China	53.836	51.096	44.886	-12,2%
Vietnã	10.318	12.013	12.996	8,2%
Itália	11.154	9.597	9.831	2,4%
Bélgica	5.565	5.403	5.948	10,1%
Alemanha	5.400	4.868	5.586	14,8%
Indonésia	3.972	4.386	4.526	3,2%
França	3.095	3.083	3.308	7,3%
Holanda	3.554	2.992	3.208	7,2%
Espanha	3.507	3.253	2.916	-10,3%
Hong Kong	4.014	3.578	2.765	-22,7%
Brasil (17°)	1.067	960	998	3,9%
Outros	26.059	23.880	23.448	-1,8%
Total	131.542	125.106	120.418	-3,7%

Fonte: UNComtrade – ABICALÇADOS, 2018

3.2 HISTÓRIA DOS CALÇADOS

No Brasil a indústria calçadista é um setor importante da economia, sendo responsável pela renda de muitas regiões e municípios do país. A história da produção de calçados no território brasileiro iniciou-se no final do século XIX nas regiões sul e no sudeste do país onde os imigrantes alemães e italianos, que já

dominavam técnicas de produção artesanal de produtos do couro, começaram a produzir calçados e outros utensílios em pequena escala (NETO, 2008).

Figura 6 - Principais países importadores de calçados em pares
Participação em 2016



Milhões de pares

País	2014	2015	2016	Varição 2015-2016
Estados Unidos	2.333	2.466	2.338	-5,2%
Japão	610	642	665	3,5%
Alemanha	641	654	654	-0,1%
Reino Unido	559	633	652	3,0%
França	509	500	486	-2,6%
Itália	330	328	336	2,4%
Espanha	316	283	294	3,9%
Bélgica	283	302	290	-3,8%
Holanda	277	264	259	-2,1%
África do Sul	164	168	170	0,9%
Brasil (55*)	37	33	23	-31,6%
Outros	3.928	3.906	4.140	6,0%
Total	9.986	10.179	10.306	1,2%

Fonte: WSR (World Shoe Review) – ABICALÇADOS, 2018

No Rio Grande do Sul, destaca-se a região do Vale do Rio dos Sinos, que ainda hoje é mundialmente conhecida pela produção de calçados, tradição esta que se iniciou por volta de 1824, com a chegada de imigrantes alemães que começaram

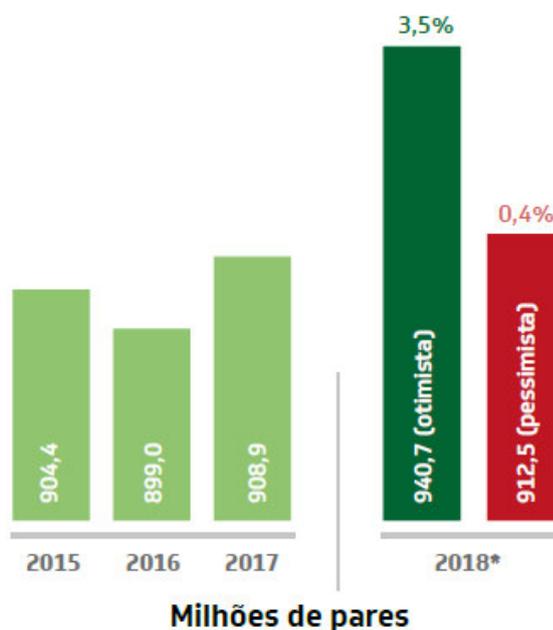
a produzir calçados de couro (COSTA; PASSOS, 2004). No oeste do Estado de São Paulo, os imigrantes italianos, por volta de 1850, também começaram a produção de calçados em Franca. (REZENDE, 2014).

Um fato que trouxe grande impacto para o setor foi a criação das máquinas de costura, por volta de 1870, permitindo o surgimento das primeiras fábricas brasileiras, quando chegaram ao Brasil, no início do século XX. O couro processado nos curtumes era matéria-prima neste processo industrial fazendo com que a indústria expandisse consideravelmente, juntamente com a tecnologia de produção.

Entre 1920 e 1960, o Brasil sofreu com a estagnação econômica no setor. A retomada do crescimento ocorreu a partir da década de 1960 e foi impulsionada principalmente pelo comércio com os EUA. Com processo de globalização, na década de 1990, intensificaram as exportações e também ocorreu a ampliação do setor produtivo. Na atualidade, o Brasil é o terceiro maior fabricante de sapatos no mercado mundial, atrás da China e da Índia no ranking internacional (BARBOSA, 2006; ABICALÇADOS, 2017).

Na Figura 7 é retratada a variação anual da produção de calçados no Brasil para o período entre os anos 2015 e 2017.

Figura 7 - Variação anual da produção de calçados no Brasil



Fonte: ABICALÇADOS, 2018

3.3 EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO BRASILEIRA DE CALÇADOS

A produção brasileira no setor de calçados inicialmente possuía dois grandes polos. O primeiro é a região do Vale dos Sinos (RS) que se especializou na produção de calçados femininos, sendo responsável por 40% da produção total do país; 75% das exportações totais e aproximadamente 50% dos empregos do setor.

A região de Franca (SP) era o segundo polo, especializou-se na produção de calçados de couro masculino, contribuindo com 7,54% da produção nacional e 2,85% de exportações brasileiras (BARBOSA, 2006; COSTA; PASSOS, 2004; REZENDE, 2014; SINDICATO DA INDÚSTRIA DE CALÇADOS DE FRANCA, 2017).

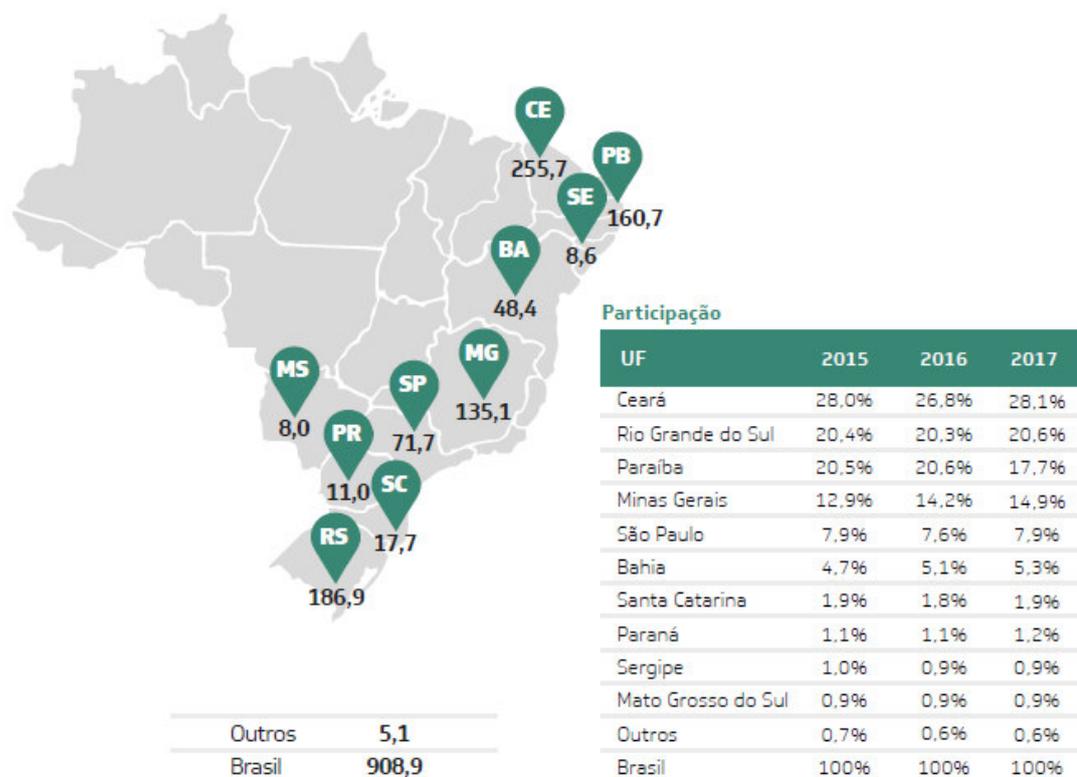
Birigüi (SP) se especializou na produção de calçados infantis, contribuindo com 2% da produção nacional e 2,5% do total de exportações. A região de Jaú (SP), também possui importante participação no setor de calçados, com 2% da produção brasileira e cerca de 0,5% de participação nas exportações totais. As três cidades paulistas juntas empregam 18% da mão-de-obra do setor (SUZIGAN et al., 2009; DE SIQUEIRA et al., 2011).

Outros dois estados brasileiros também têm relevante participação no mercado de calçados, que são Santa Catarina e Minas Gerais. O primeiro especializou-se em calçados femininos, sendo a principal cidade São João Batista, responsável por cerca de 1% da produção nacional. Em Minas Gerais, a região de Belo Horizonte, também especializada em calçados femininos e Nova Serrana, com a produção de tênis e chinelos de material sintético, eram juntas, responsáveis por aproximadamente de 10% da produção brasileira (REZENDE, 2014).

O panorama da produção nacional de calçados sofreu modificações a partir da década de 1990 após a migração de empresas provenientes do Sul e Sudeste, para o Nordeste, criando novos polos calçadistas. A migração foi decorrente de subsídios governamentais, especialmente nos estados do Ceará, Paraíba e Bahia; além do valor da mão-de-obra nestes estados que é significativamente menor que os praticados nos locais de origem (GALVÃO, 2001).

Na Figura 8 é encontrada a segmentação da produção brasileira de calçados por Unidades de Federação no ano de 2017, considerando a fabricação em quantidade de pares produzidos.

Figura 8 - Segmentação da produção brasileira de calçados por Unidades da Federação em 2017 - Milhões de pares



Fonte: ABICALÇADOS, 2018

Hoje, a produção de calçados se encontra distribuída pelo Brasil, com polos com principais polos situados no Nordeste com 58,2% da produção nacional, seguido de Sul, com 22,6% e Sudeste com 18,4%; a produção no Centro-Oeste e Norte do país é de 0,6 e 0,2%, respectivamente (Figura 08) (ABICALÇADOS, 2017).

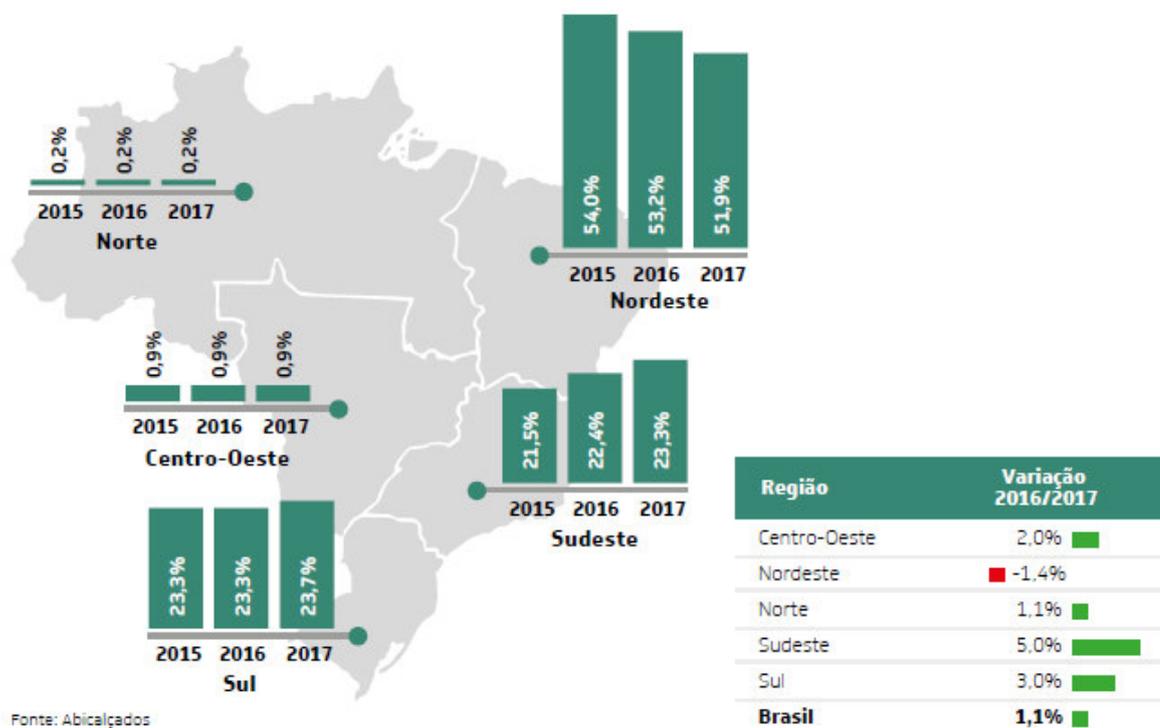
Devido à grave crise financeira no Brasil, o setor sofreu retração entre os anos de 2014 a 2016, entretanto existe expectativa de recuperação do setor a partir de 2017 (FIESP, 2017). Segundo relatório mais recente da ABICALÇADOS entre 2015 e 2016, o número de pares de sapatos foi de 942 milhões, com um faturamento no ano de 2016 de 20,8 bilhões de reais (ABICALÇADOS, 2017).

A segmentação da produção brasileira de calçados por Grandes Regiões é ilustrada na Figura 9.

As principais matérias-primas utilizadas na fabricação dos calçados no Brasil, são a borracha e os plásticos. Esses materiais estiveram presentes em 48,1% dos pares produzidos em 2015, e em 49,8% em 2017. Entretanto o uso de laminados

sintéticos como matéria-prima perdeu espaço na produção brasileira. (ABICALÇADOS, 2018).

Figura 9: Segmentação da produção brasileira de pares de calçados por regiões

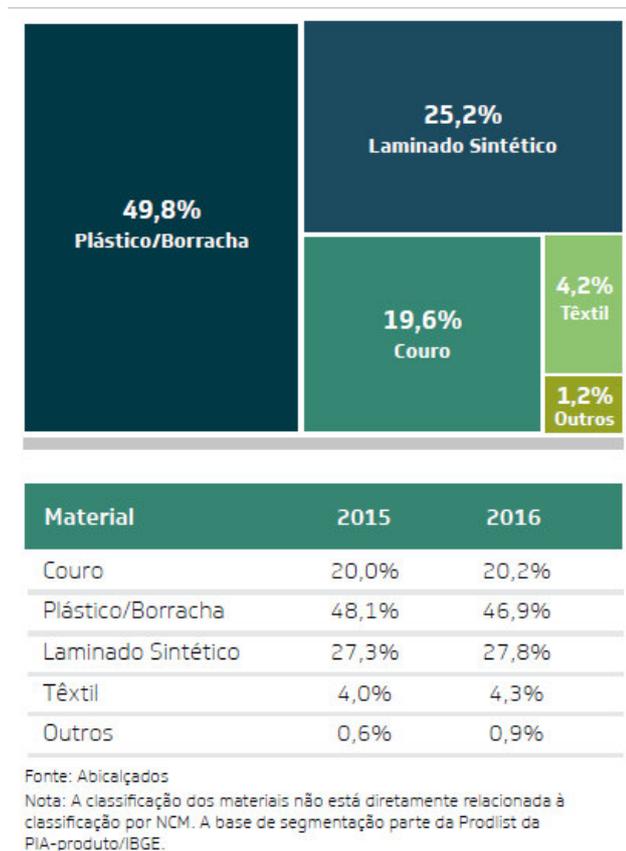


Fonte: ABICALÇADOS, 2018

Na Figura 10 é retratada a produção de calçados no Brasil por material predominante em pares, em relação ao ano de 2017.

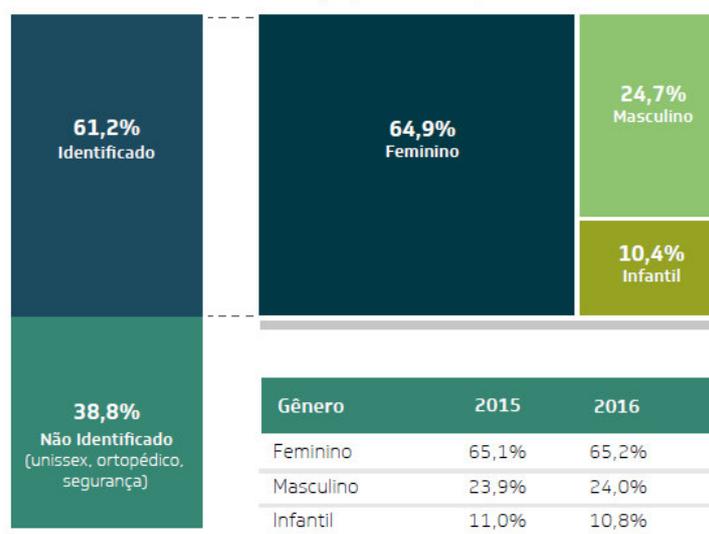
Na classificação por gêneros de calçados, a produção brasileira defini dois grupos distintos os identificados e os não identificados. O segmento do gênero não identificado é composto por calçados unisex, ortopédicos e de segurança. Um panorama dessa divisão de classificação pode ser observada na Figura 11, que exprime a produção identificada de calçados por gênero, considerando a participação em 2017.

Figura 10 - Produção de calçados no Brasil por material predominante em pares em 2017



Fonte: ABICALÇADOS, 2018

Figura 11 - Produção identificada de calçados por gênero em 2017

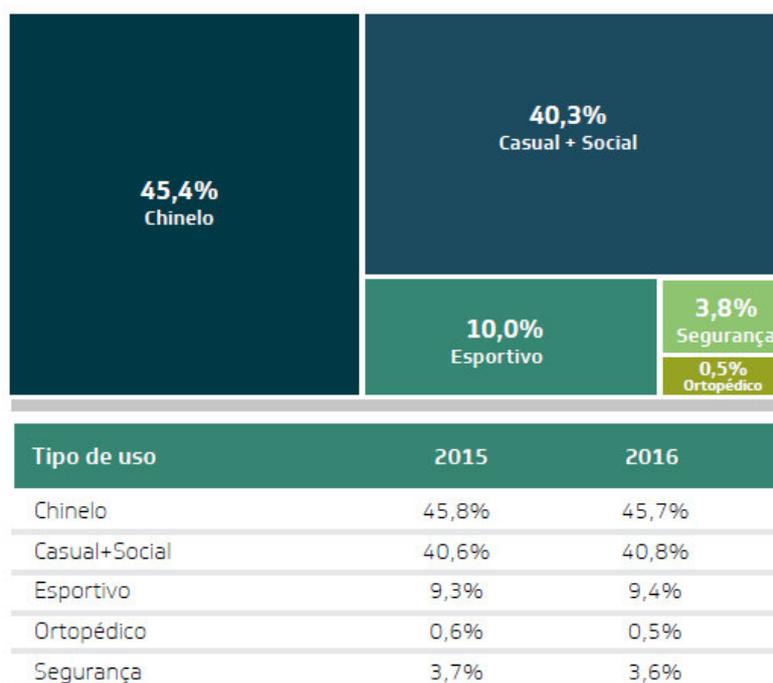


Fonte: ABICALÇADOS, 2018

No ano de 2017, a maior quantidade relativa de pares produzidos foi de chinelos, com 45,4% da produção nacional. Entretanto, em relação ao ano 2016, houve um decréscimo dessa porcentagem, uma vez que a produção de chinelos atingiu o valor de 45,8%. Já os sapatos esportivos tiveram um aumento na porcentagem da produção nacional, fato este que pode estar relacionado ao aumento do custo de importação para calçados esportivos. Outro fator favorável ao aumento da produção de modelos de calçados esportivos seria a moda, que em 2017 redesenhou vários modelos do gênero feminino para um design mais esportivo. (ABICALÇADOS, 2018).

Na Figura 12 é espelhada essa realidade, ilustrando a segmentação da produção brasileira de calçados por tipo de uso em pare, em relação ao ano 2017.

Figura 12 - Segmentação da produção brasileira de calçados por tipo de uso em pares - Participação em 2017



Fonte: ABICALÇADOS 2018

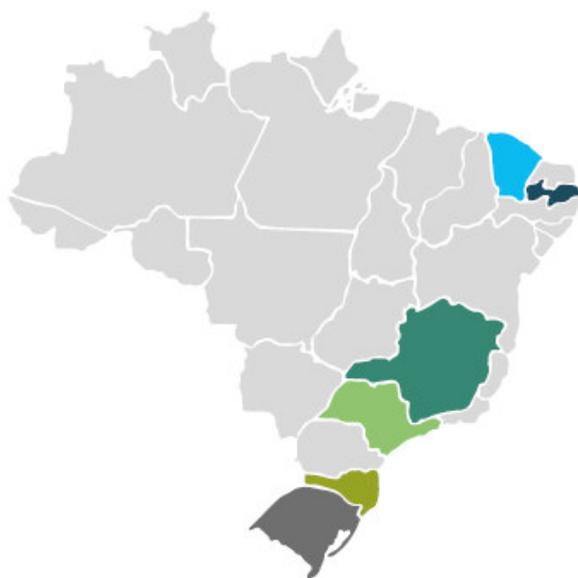
O Brasil ainda é o terceiro maior produtor de calçados mundial, atrás de China e Índia. O setor hoje enfrenta a grande competitividade dos mercados dos principais concorrentes asiáticos (SILVESTRIN; TRICHES, 2007; ABICALÇADOS, 2017).

Na Figura 13 são mostrados os principais polos calçadistas na produção de calçados das Unidades da Federação do Brasil em 2017, com participação em pares de calçados.

Os principais destinos das expotações de calçados da produção brasileira são mostrados na Figura 14, onde se destaca o Paraguai, com 11,9%, seguido de Argentina (9,1%), Estados Unidos (8,9%), Bolívia (7,2%) e Colômbia (5,9%).

As exportações de calçados por Unidade de Federação brasileira são retratadas na Figura 15. Ceará e Rio Grande do Sul são os grandes expotadores, com 39,3% e 22,1%, respectivamente. Paraíba é responsável por 17,2% dentro do território brasileiro, enquanto Minas Gerais e São Paulo possuem uma baixa participação na exportação, com apenas 6,2% das empresas calçadistas mineiras e 5,8% das empresas calçadistas paulistas.

Figura 13 - Concentração dos principais polos calçadistas na produção de calçados das Unidades da Federação do Brasil em 2017 - Participação em pares

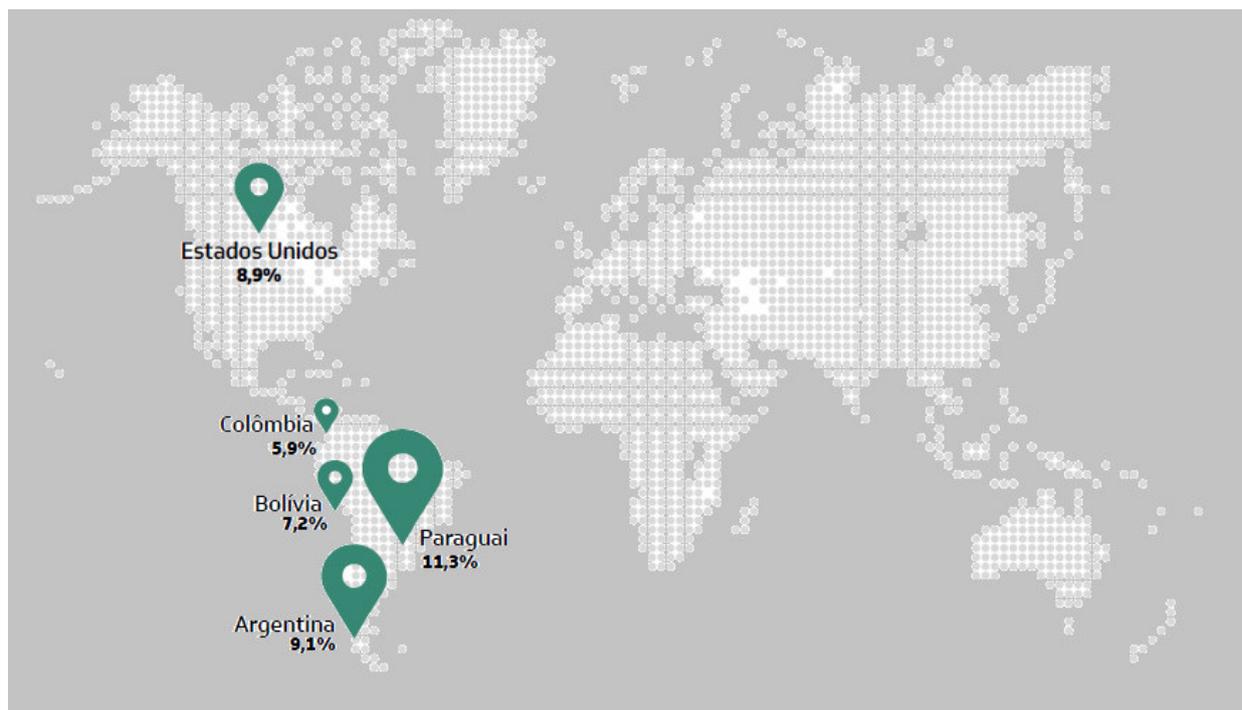


Ceará	2015	2016	2017
Polo de Sobral	65,0%	62,0%	61,3%
Polo de Juazeiro do Norte	12,8%	11,9%	8,9%
Polo de Horizonte	5,9%	5,8%	5,9%
Polo de Fortaleza	3,3%	3,1%	3,1%
Outros	13,0%	17,2%	20,8%
Paraíba	2015	2016	2017
Polo de Campina Grande	91,9%	92,9%	94,5%
Polo de João Pessoa	4,7%	4,6%	3,3%
Outros	3,4%	2,5%	2,2%
Minas Gerais	2015	2016	2017
Polo de Nova Serrana	52,9%	56,2%	56,1%
Outros	47,1%	43,8%	43,9%
São Paulo	2015	2016	2017
Polo de Birigui	45,3%	45,7%	44,8%
Polo de Franca	32,7%	33,5%	33,6%
Polo de Jaú	10,6%	10,5%	11,7%
Outros	11,4%	10,3%	9,9%
Santa Catarina	2015	2016	2017
Polo de São João Batista	69,8%	71,9%	73,6%
Outros	30,2%	28,1%	26,4%
Rio Grande do Sul	2015	2016	2017
Polo do Vale do Rio dos Sinos	40,2%	40,7%	40,1%
Polo do Vale do Paranhana/Encosta da Serra	23,8%	23,2%	22,5%
Outros	36,0%	36,1%	37,4%

Fonte: IBGE/Abicalçados
 Nota: Bahia e Pernambuco são estados com a produção descentralizada geograficamente, não consistindo na formação de polos calçadistas.

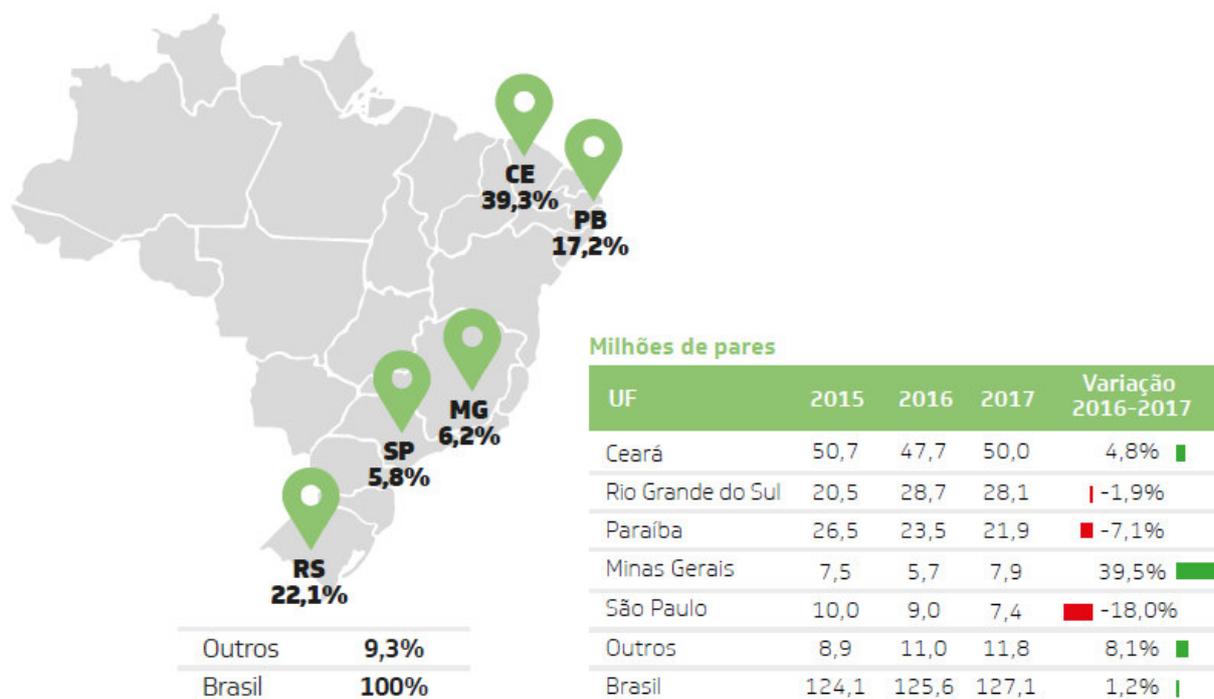
Fonte. ABICALÇADOS, 2018

Figura 14 – Principais destinos das exportações de pares de calçados em 2017



Fonte: MDIC (Abicalçados, 2018)

Figura 15 - Exportações de calçados em 2017 por Unidade da Federação em pares



Fonte: MDIC (ABICALÇADOS, 2018)

Em termos de importações, o Brasil compra calçados principalmente de países asiáticos, sendo eles Vietnã (45,7%), China (23,5%), Indonésia (16,9%) e Índia (2,6%). Da América Latina, o Brasil importa apenas do Paraguai (2,5%) (Figura 16).

Figura 16 - Origem das importações brasileiras de pares de calçados em 2017



Milhões de pares

País	2015	2016	2017	Varição 2016-2017
Vietnã	14,93	10,40	10,87	4,5%
China	6,34	5,82	5,60	-3,7%
Indonésia	6,50	4,06	4,03	-0,6%
Índia	0,36	0,35	0,63	78,0%
Paraguai	0,45	0,34	0,59	72,0%
Camboja	0,95	0,20	0,46	132,6%
Taiwan	0,02	0,22	0,36	65,3%
Bangladesh	0,14	0,09	0,25	175,7%
Tailândia	0,54	0,33	0,20	-38,6%
Itália	1,15	0,13	0,14	9,7%
Outros	1,90	0,80	0,70	-19,4%
Total	33,26	22,75	23,79	4,6%

Fonte: MDIC (ABICALÇADOS, 2018)

3.4 CADEIA DO COUREIRO-CALÇADISTA

A indústria calçadista está diretamente ligada a outros setores produtivos: a pecuária e a indústria do couro. É vital para que o setor se desenvolva, que a região seja produtora desta matéria-prima, ou que este deverá ser obtido de fornecedores externos, o que encarece o processo fazendo com que o produto perca competitividade (ZINGANO; OLIVEIRA, 2014).

Os curtumes são responsáveis pelo processamento do couro cru sendo considerados ponto-chave na cadeia coureiro-calçadista. É destes a responsabilidade pela qualidade do material que será utilizado, pela seleção adequada das características físicas do animal de origem. Ligado a este setor, também estão os abatedouros que fornecem o material para os curtumes (JACINTO et al, 2004).

A qualidade do produto final depende diretamente dos processos físicos e químicos que ocorrem no curtimento, sendo determinantes para a obtenção de bons resultados. Durante o curtimento há utilização de insumos químicos, sendo os dois principais o cromo e o tanino que são os agentes curtentes responsáveis por cerca de 50% dos custos nesta fase (NUSSHAUM, 2002; HOCH, 2009).

A indústria do calçadista também está ligada à indústria que produz partes semiacabadas do produto final, como por exemplo, os solados e as palmilhas, que de forma geral são adquiridas externamente (CORRÊA, 2001).

Dentro da indústria calçadista em si, os insumos são submetidos a transformações passando por fases definidas até a obtenção do produto final: sapatos, sandálias, tênis e outros. Para a produção do calçado, usa-se cerca de 40 matérias-primas diferentes, sendo estas de origem natural como couro e borracha; e também sintética como espuma e plástico. Materiais sintéticos como cloreto de polivinilo (PVC), poliuretano (PU) e acetato de etileno-vinil (EVA) são atualmente muito empregados (TÁTANO et al., 2012).

As etapas de transformação são determinadas de acordo com tipo do calçado que será confeccionado, podendo ser pertencente a quatro categorias básicas: injetados, sintéticos, couro e têxtil (GODINHO FILHO et al., 2009). Como exemplo de materiais comumente empregados, tem-se (TÁTANO, 2012):

- Couro curtido por taninos vegetais;
- Couro curtido em sais de cromo;

- Couro curtido em alumínio;
- Couro sintético (suporte revestido com resinas vinílicas);
- Fibra de celulose e combinada com polímeros (ex.: copolímero de estireno-butadieno) usado para palmilhas de sapato;
- Masonite, um material de madeira tradicionalmente utilizado para fabricação de calcanhares em calçados masculinos; e
- Borracha natural vulcanizada, tunit (uma mistura vulcanizada específica de borracha sintética adicionada partículas inertes) e borracha de espuma contendo acetato de etileno e vinil (EVA).

Quanto à classificação, a indústria calçadista ainda pode ser dividida na produção de calçados (FENSTERSEIFER; GOMES, 1995):

- Baixa complexidade: exige pouca mão-de-obra, a maior parte do trabalho é realizado por máquinas. Nesta categoria encontram-se os sapatos injetados, como as sandálias de praia.
- Alta complexidade: é necessário a junção de cabedal e solado. A produção é dividida em: modelagem, corte, costura, solados, montagem e acabamento. Nesta categoria estão os calçados sintéticos, de couro e têxteis.

De uma forma geral, embora existam diferenças, o processo de confecção do calçado possui um grande número de operações.

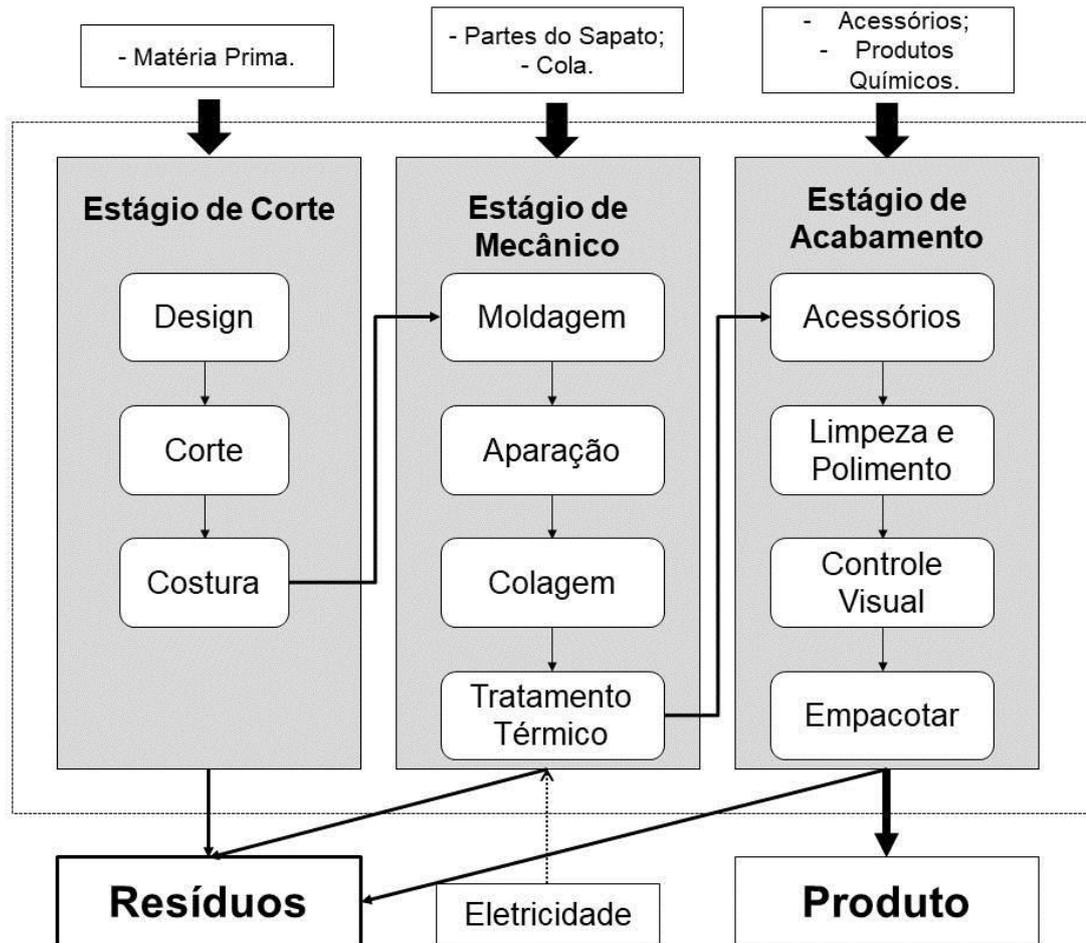
Inicialmente é necessário criar o projeto. Em seguida, a primeira etapa do processo de fabricação de calçados é o corte das peças que assumirão a forma de partes superiores. Esta operação precisa de um alto nível de habilidade, especialmente quando o material é de couro, para minimizar a geração de resíduos e para evitar os defeitos na superfície, o que significa perda no processo de produção de sapatos.

Em seguida, as peças componentes são costuradas para produzir a parte superior completa. As partes superiores completas são moldadas em uma forma de plástico que simula o formato de um pé. Mais tarde esta é removida do sapato acabado para ser usado na fabricação de outros sapatos. O excesso de material é cortado e as outras partes dos calçados (tampa do dedo do pé, reforço, palmilha, sola, etc.) são conectadas sequencialmente.

Após as etapas de colagem, ocorre um tratamento térmico para assegurar uma boa aderência. Uma vez que a estrutura principal do sapato está pronta, são incorporados acessórios (anéis, laços, rebites, etc.).

Na fase final, os sapatos são limpos; então, dependendo do material e seu uso final, eles podem ser pintados, polidos ou encerados para garantir um acabamento atraente. Após o controle visual, o calçado é embalado. Um esquema geral do processo está descrito na Figura 17.

Figura 17 - Etapas gerais do processo de produção de calçados



Adaptado de Herva et al., 2011.

3.5 RESÍDUOS DA PRODUÇÃO DE CALÇADOS

Apesar da grande importância da indústria coureiro-calçadista para a economia nacional e local, a indústria também é responsável por considerável impacto ambiental decorrente de suas atividades, com uma produção média de

1.400 t/d e 956 milhões de pares por ano (ALVES; BARBOSA, 2013; ABICALÇADOS, 2017).

Os curtumes, um setor de base dessa indústria, produzem grande quantidade de resíduos com cromo, além de resíduos com alto teor de matéria orgânica e de nutrientes. Durante o processo de transformação de pele em couro, e sequencialmente nos produtos fins da indústria calçadista, cerca de 40% da matéria-prima é descartada como contaminantes, que podem ser águas residuais e também de resíduos sólidos (GIANELLO et al., 2011).

Durante o processo de curtimento o couro recebe tratamentos com insumos químicos altamente poluentes como sulfato de cromo $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, cal (CaO) para intumescer e corrigir o pH das peles salgadas, o sulfeto de sódio (Na_2S) para remoção de pêlos presentes no couro animal, além dos ácidos sulfúrico (H_2SO_4) e fórmico (CH_2O_2) utilizados na preparação para o curtimento, também chamado de piquelagem (CULTRI, 2006).

Entre os resíduos classificados como perigosos, Classe 1, estão os que necessitam de armazenamento especial devido ao alto teor de cromo trivalente (Cr^{3+}) e de cromo hexavalente (Cr^{6+}) (BAJZA; VRCEK, 2001; FREITAS; MELNIKOV, 2006).

Entre os resíduos sólidos orgânicos, estima-se que a cada tonelada de pele bovina processada gera 100 kg lodo seco. Estes resíduos são ricos em colágenos e gorduras, são resíduos sólidos não curtidos (materiais como aparas não caleadas, aparas caleadas, carnaça e demais resíduos de beira da manta do couro) (CULTRI et al., 2006).

Outros tipos de resíduos são classificados como resíduos sólidos curtidos pois provém da estação de tratamento de efluentes e são ricos em cromo III e VI, do tratamento de efluentes, tem-se os lodos com cromo, das operações de rebaixe, lixamento e recorte em estágio final tem-se a serragem, o farelo, as raspas ou os retalhos e das operações de cortes de calçados e artefatos tem-se as aparas ou retalhos (VEIGAS; FRACASSO, 1998; BAJZA; VRCEK, 2001).

Outros resíduos sólidos provenientes do processo de fabricação de calçados são restos de couro, sola de couro, borracha, policloreto de vinila (PVC), poliuretano (PU), acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) e acetato de vinila EVA, sendo estes últimos polímeros classificados como resíduos classe II A - não inertes, devido à

capacidade de liberar substâncias químicas nocivas quando descartados no meio ambiente (CULTRI et al., 2006; DUBOIS et al., 2002; LIMA et al., 2010).

Estudos visando reduzir do impacto ambiental do setor têm buscado caminhos como o reaproveitamento. Resíduos de couro não curtidos em metais pesados são processados para fornecer adubo para a agricultura (KROGMANN et al., 2010). Para transformar couro em adubo existem métodos já descritos na literatura, desde mais simples, como maturação estática, até mais complexos, envolvendo tratamento com carbonato de cálcio (CaCO_3) em uma abertura de tambor rotativo, ou mesmo fermentação do material em alta temperatura para uso subsequente (TÁTANO et al., 2012).

Entretanto, nem todo couro pode ser utilizado para este fim. Durante o processo produtivo, nas fases de coloração e acabamento os couros são tratados com pigmentos e corantes contendo metais pesados gerando resíduos sólidos inutilizáveis. Além de tiras de couro contendo metais durante o processo produtivo, o próprio calçado, após o uso, se torna um poluente e potencial contaminante ambiental, podendo chegar ao meio ambiente e a cadeia alimentar trazendo prejuízos a saúde humana (ASLAN, 2009).

Os resíduos derivados de borracha são uma fonte importante de poluentes do setor. A borracha utilizada na indústria dos calçados não é apenas a de origem natural, mas também a sintética que tem um alto impacto ambiental por ser produzida a partir de um derivado do petróleo, ou seja, um recurso não renovável. Resíduos resultantes de vulcanização são os mais problemáticos do processo, no qual são submetidos a calor e pressão para alterar sua estrutura conferindo resistência e alterando a estrutura molecular do resíduo do material termoendurecível. Embora de difícil recapacitação, devido à necessidade de serem processados antes da reutilização por sofrerem alterações significativas estruturais, novos empregos para estes resíduos tem sido pesquisados (WEBER et al., 2011).

Outro resíduo importante é o EVA que é um copolímero formado pelos monómeros etileno e acetato de vinil (VA) com propriedades relevantes de resina e borracha que levaram à sua utilização em várias aplicações. Uma grande variedade de artigos que usam EVA estão sendo produzidos na indústria do calçado, incluindo solas e palmilhas com EVA apresentando conteúdo VA variando em geral de 18 a 20%. Devido à quantidade crescente de resíduos de EVA neste setor, que acabam

sendo depositados em aterro, entretanto, estratégias de gerenciamento e alternativas de reciclagem devem ser avaliadas.

Levando-se em consideração a legislação vigente, e a crescente preocupação com a responsabilidade ambiental, que deve envolver todos os integrantes da cadeia de fornecedores, incluindo a cadeia do couro, do plástico, do papel e de metais; faz-se necessário uma atuação integrada, junto ao setor produtivo para minimizar os impactos ambientais das atividades econômicas relacionadas a indústria calçadista brasileira (BORGES; CONCEIÇÃO, 2006).

Outro aspecto importante a ser ressaltado é que esses materiais possuem efeitos nocivos para a população humana, assim como para os próprios trabalhadores das fábricas de calçados. Um estudo publicado por Forand (2004) mostrou a relação entre a incidência de leucemia entre antigos trabalhadores de fábricas de sapatos. Outros estudos também demonstraram a correlação entre a incidência de câncer de pulmão e tireoide entre pessoas expostas aos produtos químicos utilizados pela indústria calçadista (JÖCKEL et al., 2000; LOPE et al., 2009).

No Quadro 1 estão descritos as principais etapas da produção de calçados e o potencial de geração de resíduos de cada etapa.

3.6 GESTÃO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE CALÇADOS

Dada a grande importância do setor calçadista para a economia nacional e regional, é necessária utilização de ferramentas que venham a minimizar os problemas ambientais decorrentes dos processos produtivos envolvidos. Em especial a utilização de tecnologia ambiental no gerenciamento e aproveitamento de resíduos sólidos, objetivando a utilização destes como matéria-prima na fabricação de novos materiais (BORGES; CONCEIÇÃO, 2006).

Os resíduos sólidos industriais são definidos segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) como aqueles oriundos do processo produtivo cujas particularidades tornem indesejável o seu lançamento no meio ambiente, ou que exijam para isto soluções técnicas e/ou econômicas em face da melhor tecnologia disponível (CONAMA; 2002).

Quadro 1 - Geração de resíduos na produção de calçados

Fase do Processo	Definição	Geração de Resíduos
Definição do modelo	<ul style="list-style-type: none"> - Fase de concepção; - Decisões: usuário, finalidade, design e tipo de construção. - Seleção de matérias-primas e os componentes a ser empregados na produção. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nesta etapa não há geração de resíduos em volume expressivo; - É uma etapa fundamental para o planejamento da diminuição da produção de resíduos.
Modelagem:	<ul style="list-style-type: none"> - Criação do design; - Desenvolvimento de fôrmas; - Destaque das peças; - Detalhamento da produção e fabricação de amostras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Volumes de resíduos não são tão expressivos.
Corte:	<ul style="list-style-type: none"> - Pode ser feito: <ul style="list-style-type: none"> • Manual, • Com moldes; • Mecânico; • Com balancins; • Informatizado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Etapa de maior geração de resíduos; - Aparas de couro curtido; - Restos de materiais sintéticos utilizados em cabedais e/ou solados: ex.: EVA. - Navalhas inutilizadas.
Chanfração	<ul style="list-style-type: none"> - Processo de desgaste das peças do calçado, a fim de facilitar os processos de colagem e montagem. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pós de couro curtido; - Pós de outros materiais alternativos (sintéticos).
Costura e preparação	<ul style="list-style-type: none"> - Costura: união das peças do cabedal (com adesivo e máquina); - Produção de dobras, picotes e viras também são feitos nessa etapa. 	<ul style="list-style-type: none"> Restos de linhas e de adesivos, pequenos pedaços de couro e/ou de materiais sintéticos são os resíduos mais comuns nessa etapa.
Pré-fabricação	<ul style="list-style-type: none"> - Montagem e/ou produção de todos os componentes de sustentação básica do calçado: <ul style="list-style-type: none"> • Solado; • Palmilha de montagem; • Contraforte; • Couraça. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aparas de couro; - Restos de materiais sintéticos derivados de corte ou de processos de injeção; - Restos de couro; - Restos de materiais não-tecidos. Ex.: espumas, nylon, poliéster, etc.
Montagem	<ul style="list-style-type: none"> Consiste na união entre o cabedal e os componentes do solado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Restos de pregos e tachas, panos, estopas; - Pincéis sujos com produtos químicos; - Restos de solventes, tintas e produtos químicos diversos.
Acabamento	<ul style="list-style-type: none"> Operações para deixar o calçado com boa aparência: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza; • Pintura; • Aplicação de cera, • Escovação. 	<ul style="list-style-type: none"> Resíduos semelhantes aos da montagem.

Fonte: VEIGAS; FRACASSO, 1998.

O Ministério do Meio Ambiente, através da Resolução CONAMA n.º 313/2002 instituiu a obrigatoriedade da realização do inventário de resíduos sólidos industriais. Este documento deve conter as informações sobre a geração de resíduos, suas características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final sendo uma exigência para as indústrias do país.

Cabe as empresas implementar ações para:

- Quantificar e caracterizar os resíduos industriais;
- Definir os sistemas de tratamento ou condicionamento mais adequados;
- Implementar tecnologias apropriadas com a finalidade de reutilizar a geração de sobras industriais;
- Minimizar os custos operacionais a partir do cumprimento das leis e normas ambientais do país;
- Minimizar os custos de produção a partir da utilização de tecnologias limpas (clean technologies) na forma de redução de energia, insumos e matérias-primas;
- Aplicar processos de inovação tecnológica para controlar e reduzir os impactos ambientais;
- Adotar mecanismos de integração entre empresas, órgãos governamentais e centros de pesquisa a fim de incentivar o desenvolvimento na área de tecnologia ambiental (STAIKOS; RAHIMIFARD, 2007).

Em Franca, para minimizar os problemas ambientais, foi implantado um Aterro de Resíduos Domiciliares e Industriais de Franca como uma forma de disposição final para os resíduos sólidos produzidos pela indústria local (EMDEF, 2017). O aterro foi construído sob critérios tecnicamente rigorosos visando à preservação ambiental com capacidade estimada para receber 100 e 200 toneladas por dia, respectivamente (ALVES; BARBOSA, 2013).

Muitas indústrias de diferentes setores estão realizando programas internos para o aproveitamento dos seus resíduos sólidos. Estes programas tem o objetivo de diminuir o volume total de resíduos, reduzir gastos operacionais e também gerar uma nova receita para a indústria. A recente demanda pela busca de soluções por parte das empresas e órgãos governamentais, para minimizar os problemas

decorrentes da geração de resíduos industriais, tem aumentado de forma considerável (METZ et al., 2014).

Alternativas como a reutilização dos resíduos orgânicos dos curtumes como fertilizantes em solos cultivados após corretivo a esses resíduos tem sido estudadas (GIANELLO et al., 2011).

A adoção de estratégias de diminuição de poluentes, bem como otimização de recursos também tem aplicações na diminuição indústria de produção calçados.

Em 1996 a United Nations Environment Program (UNEP, 1996) desenvolveu o conceito de Produção mais Limpa (P+L ou Cleaner Production). Através desse conceito, deve-se aplicar continuamente estratégias de prevenção ambiental a processos de produção, visando à minimização de riscos para os seres humanos e ao meio ambiente. Conservação de matérias-primas e energia, eliminação e/ou redução de materiais tóxicos, de emissões de gases e de resíduos fazem parte do conceito P+L.

A P+L que constitui uma estratégia contínua e integrada de prevenção de impactos ambientais. Pode ser aplicada a processos, produtos e também serviços e tem como objetivo aumentar a eficiência da produção e reduzir riscos ambientais (SANTOS et al., 2017).

Os objetivos desta estratégia são:

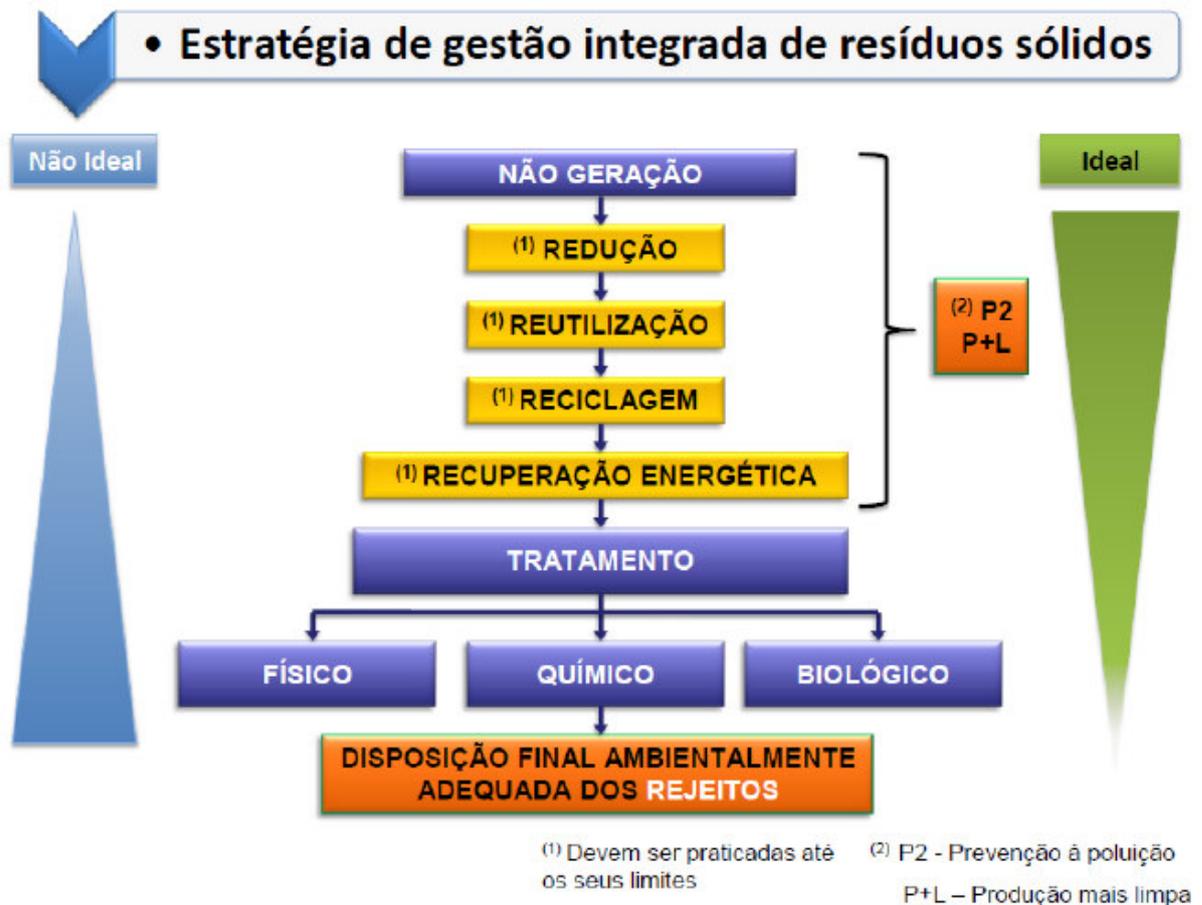
- Aumento da produtividade através da otimização do uso de matérias-primas, energia e água;
- Melhoraria do desempenho ambiental, reduzir fontes de desperdícios e emissão de poluentes;
- Diminuição do impacto do processo produtivo sobre o ambiente avaliando todo o ciclo de vida do produto, buscando aperfeiçoando do processo para diminuir o custo ambiental efetivo.
- Busca pela reciclagem dos resíduos e das emissões geradas, com benefícios ambientais e econômicos.

A P+L também proporciona aumento de rendimentos na sua implantação pois insere-se no contexto preventivo, não apenas minimizando o impacto ambiental dos resíduos através de tratamento e/ou disposição adequada, que são processos geralmente onerosos, mas evitando a geração de poluição. Estima-se que adoção de P+L reduz a emissões de poluentes em cerca de 20% a 50% pela minimização de desperdícios e emissões; e também pela eliminação de suas causas no processo

de fabricação e no desenvolvimento dos produtos de maneira proativa, resultando também, em ganho econômico (OLIVEIRA et al., 2016).

A Figura 18 representa graficamente como deve ser aplicada a estratégia para a gestão integrada de resíduos sólidos.

Figura 18 – Estratégia de gestão integrada de resíduos sólidos



Fonte: Schalch (2013, p. 8)

Um levantamento foi realizado em 2000 pela empresa Preservar, que era a responsável pela coleta dos resíduos gerados por cinco empresas do setor calçadista na região do Vale dos Sinos - RS. O estudo foi realizado com o objetivo de encontrar alternativas à disposição final dos mesmos. O autor constatou que em torno de 87% dos resíduos sólidos gerados na indústria calçadista não eram adequados à reciclagem, exceto em artigos de baixo valor agregado, como chaveiros, vestuário, pulseiras de relógio, entre outros. Por isso, tais resíduos

acabaram sendo aterrados (VIEIRA, 2004). Na Tabela 1 é mostrada a composição dos resíduos sólidos da indústria calçadista, resultado do levantamento realizado pela empresa citada por Vieira (2004).

Tabela 1 Composição dos Resíduos da Indústria Calçadista

Tipo de resíduo gerado	Quantidade gerada em relação ao total de resíduos (% em massa)
Aparas de Couro	50,54
Resíduo Geral ⁽¹⁾	12,30
Pó Desaguado ⁽²⁾	8,80
Papel/Papelão	6,94
Sintético não tecido	6,33
Borrachas	4,34
Sintético tecido	3,62
Pó de varredura	2,17
Outros ⁽³⁾	1,51
Borracha Látex	1,21
Plásticos	0,60
EVA	0,60
Papel Dublado e Resinado	0,42
Total Geral	100,0

(1) Resíduo misturado composto de panos, espumas, fitas adesivas, garrafas plásticas, embalagens plásticas e de papel, lixas gastas, restos de palmilhas e solas.

(2) Pó de lixadeira refinado de ciclones de via úmida e desaguado nos leitos de secagem da ETE, com teor de umidade ao redor de 80%

(3) Resíduos similares aos domésticos como cascas de frutas, restos de alimentos, pequenas embalagens vazias, bombonas vazias, parte de equipamentos danificados (não metálicos), etc

Fonte: Transcrição de VIEIRA, 2004.

Breda (2016) realizou um estudo sobre a situação e as principais características relacionadas aos resíduos do setor calçadista nos planos municipais de gestão integrada de resíduos dos polos calçadistas do Vale dos Sinos (RS), Franca, Jahu e Birigui (estes três no estado de São Paulo), e Juazeiro do Norte (CE), descrito no Quadro 2.

Quadro 2 – Situação dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos

Rio Grande do Sul	Vale dos Sinos	O Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – Pró-Sinos, composto de 26 municípios desenvolveu os planos municipais e o plano regional, que já estão disponíveis para consulta pública. As diretrizes e metas serão estabelecidas conforme a realidade de cada município. Não contempla informações detalhadas sobre os resíduos industriais.
São Paulo	Birigui	Carta enviada por meio de preenchimento de formulário no site da Prefeitura. Sem retorno. Plano lançado oficialmente em 31/03/2014 e instituído pela Lei Municipal 5.697 de 23/12/2014, porém o Plano não está acessível nem foi disponibilizado.
	Jahu	Plano aprovado pela Câmara Municipal em dezembro de 2013. Disponível no site da prefeitura para consulta pública. Embora na caracterização do município haja uma menção de que a cidade é conhecida como a capital do calçado feminino, o plano não faz nenhuma caracterização dos resíduos industriais apenas os domiciliares, os de varrição, os de serviços de saúde e os da construção civil e demolição estão contemplados no Plano Municipal.
	Franca	Apresenta um diagnóstico superficial sobre os resíduos industriais, porém aponta elevado índice de perdas, dificuldade técnica de reaproveitamento de materiais e deposição irregular de resíduos comum a muitas empresas calçadistas. Não estabelece metas claras para gestão de resíduos industriais, nem valores para execução dos serviços.
Ceará	Juazeiro do Norte	Carta enviada por meio de preenchimento de formulário no site da Prefeitura. Sem retorno. Sem informações no site da Prefeitura.

Fonte: Transcrição de Breda (2012), baseado em Prosinos (2012); Franca (2013); Jahu (2013)

Associações como a ABICALÇADOS e ASSINTECAL (Associação Brasileira de Empresas de Componentes para Couros, Calçados e Artefatos) criaram em 2013 um programa chamado PROGRAMA ORIGEM SUSTENTÁVEL que visa à origem sustentável da cadeia produtiva do calçado. Neste programa, o intuito é a distribuição de certificações, que seguem quatro escalas, sendo elas Branco, Bronze, Prata e Diamante, para as empresas que incorporam a sustentabilidade em seus processos produtivos, baseados nos quatro pilares avaliados: ambiental, econômico, social e cultural. O programa tem apoio do SEBRAE, conta com a certificação Origem Sustentável, que tem seu gestor o Instituto By Brasil e a

coordenação do Laboratório de Sustentabilidade da USP-SP. Vale ressaltar que os níveis de certificação Prata, Ouro e Diamante do programa estão sob a responsabilidade da SGS (System & Service Certification) e da ABNT(Associação Brasileira de Normas Técnicas) (ABICALÇADOS, 2017). Há 142 empresas que já aderiram ao programa, e obtiveram alguma certificação, o que permite uma competitividade maior no mercado internacional. Na Figura 19 é mostrado o balanço do Programa Sustentável para o ano de 2017.

Figura 19 – Distribuição das Certificações para as empresas participantes do Programa Origem Sustentável no ano 2017.



Fonte: ABICALÇADOS - Relatório Anual 2017.

Novas alternativas também estão sendo aplicadas, tanto no Brasil, quanto na Europa. Entre elas pode-se citar WineLeather, na Itália, e Insecta, originada em Porto Alegre, no sul do Brasil, mas com lojas nos EUA, Canadá, Alemanha, Espanha e França.

A empresa VEGEA Ltda, localizada na comuna de Rovereto, região de Trento, norte da Itália, produz o WineLeather ou couro de vinho. Produzido a partir de um tratamento especial das fibras e óleos contidos nos bagaços, é um material natural que utiliza as peles, sementes e caules de uvas que são obtidos durante a produção de vinho para a fabricação de couro, com características físicas e mecânicas semelhantes ao couro animal.

O material ganhou o Global Change Award 2017, premiação concedida pela H&M Foundation desde 2015 para as melhores ideias que possam ajudar a reinventar a fabricação da moda livre de resíduos.

Na Figura 20 é mostrada a matéria-prima utilizada na fabricação do produto e processamento de acabamento do mesmo, enquanto na Figura 21 é retratado o

fundador e idealizador do produto, Gianpiero Tessitore, segurando uma amostra do material.

Figura 20: Matéria-prima utilizada na fabricação do WineLeather e o processo de acabamento



Fonte: magmatextil.com.br, 2017.

Figura 21 - Gianpiero Tessitore idealizador do couro de vinho com uma amostra do material



Fonte: magmatextil.com.br, 2017.

A empresa Insecta Shoes Comercio de Artigos LTDA utiliza materiais como garrafas PET recicladas, algodão reciclado, borracha reaproveitada, peças de roupas usadas, tecidos de reuso e resíduos de produção que seriam jogados fora e os transformam em sapatos novos. Por não utilizar material oriundo de animal, a

empresa se auto-entitula fabricante de calçados e acessórios veganos e ecológicos. No último ano, a empresa reciclou 6.640,16 de garrafas plásticas, 391,69 m² de roupas e tecidos e 2.120,70 kg de borracha.

O contra-forte e a couraça são produzidos a partir de plástico reciclável. A palmilha, a partir de sobras e resíduos da produção e reciclados em formato de colméia. O cabedal é confeccionado utilizando tecido de garrafa PET reciclada, algodão reciclado, reuso e roupas de brechó. E finalmente a sola é fabricada a partir de borracha reciclada, excedente da indústria calçadista.

Na Figura 22 estão identificados os principais componentes do calçado vegano.

Figura 22 – Identificação dos principais componentes do calçado vegano



Fonte: Insecta Shoes Comercio de Artigos LTDA

Algumas indústrias têm buscado o fortalecimento e a valorização do calçado produzido no município de Três Coroas. A partir do argumento de que os empresários daquela região demonstram bastante preocupação com a questão

ambiental, além da participação de projetos locais voltados para o tema, o Sindicato da Indústria de Calçados, Componentes para Calçados de Três Coroas (SICTC) anunciou em julho de 2017 que, em parceria com seus associados, foi possível eliminar totalmente o passivo ambiental, sendo o primeiro polo calçadista do Brasil a realizar o feito.

De fevereiro de 2012 a fevereiro de 2017 foram retirados, progressivamente, aproximadamente 9 mil toneladas de resíduos industriais de seu Aterro de Resíduos Industriais Perigosos (ARIP), localizado na cidade de Águas Brancas. Todo o material foi encaminhado para coprocessamento, técnica utilizada para destruir resíduos industriais de forma responsável, sem a criação de passivos ambientais e/ou beneficiamento. A Figura 23 mostra o painel com fotos do início da desocupação da vala com resíduos Classe II.

Figura 23 – Painel com fotos do início da desocupação da vala com resíduos Classe II



Fonte: Autora, 2018.

As Figuras 24 e 25 retratam o processo de desocupação das valas do aterro para resíduos especiais após o projeto ser concluído, quando o pasivo ambiental do aterro foi zerado.

Figura 24- Vala destinada aos Resíduos Classe II após recuperação



Fonte: Autora, 2018.

Figura 25 – Vala destinada aos Resíduos Classe I após a recuperação



Fonte: Autora, 2018.

As fotos retratadas nas figuras foram tiradas em janeiro de 2018, mais ou menos 6 meses após as valas passarem pelo processo de recuperação e monitoramento periódico para confirmar a descontaminação do solo.

O investimento de R\$ 10 milhões contou com recuperação de três hectares do local degradado. Com um monitoramento do próprio sindicato e da prefeitura do município de Três Coroas, as indústrias calçadistas promovem a segregação e coleta dos seus resíduos gerados, enviando-os para a Central de Triagem. Os Resíduos são então revisados, pesados, cadastrados e prensados, sendo posteriormente enviados para seu destino final, que são as empresas de reciclagem ou coprocessamento (MELLO; POZZEBON, 2017).

Na Figura 26 são mostradas as prensas utilizadas para compactar o material recebido das empresas associadas que participam do projeto de coleta na Central de Triagem em Três Coroas.

Figura 26 – Prensas utilizadas - SICTC, Três Coroas – RS



Fonte: Autora, 2018.

Após serem prensados, os materiais são então armazenados em fardos e aguardam o transporte para sua destinação final conforme estipulado pela gestão do SICTC. Nas Figuras a seguir, é mostrado o setor de armazenamento dos materiais antes dos mesmos serem encaminhados ao seu destino final.

A Figura 27 ilustra o armazenamento de papelão e dos fardos de material sintético.

Figura 27 – Material Sintético e Papelão



Fonte: Autora, 2018.

A Figura 28 exibe pilhas de fardos de material sintético e couro cromado armazenados aguardando o transporte para suas respectivas destinações finais.

Figura 28 – Material Sintético e Couro Cromado



Fonte: Autora, 2018.

Já a Figura 29 mostra os fardos de aparas e os sacos de com resíduos de varrição de fábrica.

Figura 29 – Aparas e Varrição de Fábrica



Fonte: Autora, 2018.

Dentre as empresas associadas ao SICTC, duas bastante conhecidas no Estado de São Paulo são a Bebecê e a Bernardi Calçados. No ano de 2017 houve uma produção de pouco mais de 10.861.500 pares de calçados nas empresas da região (SICTC, 2017).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em uma indústria de calçados localizada no estado de São Paulo, na região pertencente à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré (CBH-TJ) (Portal SigRH – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo).

A região conta com cerca de 300 empresas calçadistas, gerando 5 mil postos de trabalhos diretos e 10 mil indiretos, o que corresponde a aproximadamente 45% da mão-de-obra da indústria local. A produção instalada estimada é de 100 mil pares de calçados por dia, sendo a sua grande maioria fabricantes de calçados femininos (Sindicato da Indústria de Calçados de Jaú – SINDICALÇADOS, 2017).

Existe uma cadeia completa no setor calçadista da região: fornecedores (desde curtumes a fornecedores de matérias-primas diversas e maquinário para o setor), indústrias de calçados (incluindo funcionários), lojas e shopping especializados em calçados, além, é claro, dos próprios compradores.

Uma das empresas desse grande polo calçadista foi selecionada para a coleta de dados do presente trabalho. A empresa em questão tem 20 anos de atividade e possui 65 funcionários que trabalham em regime semanal, de segunda a sexta, no período das 7:00 às 11:00h e das 12:30 às 17:18h. A empresa conta com uma produção anual de 200 mil pares. Atende ao mercado interno em todo Brasil, entretanto, é no estado de São Paulo que está a origem de sua maior clientela. A empresa realiza algumas exportações para Costa Rica e Venezuela. Possui picos de produção nos meses de dezembro e janeiro. Fabrica calçados femininos de numeração 33 a 40.

4.1 IDENTIFICAÇÃO, QUALIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS, INSUMOS E OS RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CALÇADOS

4.1.1 Levantamento de Dados

A coleta de dados teve início em maio de 2017 com duração de 4 meses. O levantamento dos dados tomou como base o Inventário Nacional de Resíduos

Sólidos Industriais, presente na Resolução do CONAMA 313, de 29 de novembro de 2002. Como o Inventário necessita de informações que não estavam disponíveis, foi feito um levantamento e adaptação na medida do possível.

4.1.2 Informações Gerais

Primeiramente foi feito contato com a gerência industrial da empresa apresentando a proposta e explicando o objetivo do trabalho. Com a aprovação por parte da empresa, a frequência das visitas na empresa era 3 vezes na semana no período de maio a agosto de 2017. Posteriormente, os intervalos das visitas ficaram mais espaçados, pois o objetivo passou a ser apenas a coleta dos resultados dos dados requeridos.

Após a autorização da empresa, foram feitas algumas visitas com o objetivo de conhecer seu processo produtivo. Nessa fase foram analisadas quais eram as etapas desde a chegada da matéria-prima até a saída do produto embalado para distribuição.

4.1.3 Informações sobre o Processo de Produção Desenvolvido pela Empresa

Foram realizadas visitas à empresa a fim de mapear o processo produtivo. Foi feita então um acompanhamento pelos setores da produção, desde o setor de matéria-prima, até o setor final, de embalagem/despacho.

Foram coletadas informações referentes ao processo produtivo, descrição da atividade industrial, características básicas, como o local e a geração de cada resíduo, informações sobre as matérias-primas e os equipamentos utilizados nos setores, bem como a maneira cada resíduo gerado era armazenado.

Foi verificado quais o tipo de matérias-primas a empresa utilizava em sua produção. Em seguida, verificou-se como eram empregadas e quais as quantidades utilizadas.

Foi solicitada uma listagem ao setor de compras com as matérias-primas empregadas e feita uma triagem para saber se haviam materiais obsoletos ou em desuso na lista.

Foram observadas quais eram as fontes geradoras de resíduos ao longo do processo de produção. Foram levados em consideração alguns aspectos,

observando-se como esses resíduos eram coletados, em qual volume e quantidade eram produzidos, a periodicidade em que os mesmos deveriam ser removidos do cesto coletor da máquina, qual a localização de cada um desses resíduos no processo, bem como o aspecto físico dos mesmos. Também foi considerado de que forma eram armazenados e como era realizada sua disposição final.

4.1.4 Metodo de Obtenção dos Dados Referentes aos Residuos Gerados

Os resíduos foram listados e catalogados conforme o Anexo II da Resolução CONAMA nº313/2002.

Para o preenchimento dos campos relacionados ao tratamento dos resíduos, reutilização, reciclagem ou disposição final na própria indústria ou fora dela, de forma a seguir as regras estabelecidas no Anexo III da Resolução do CONAMA nº 313/2002, os seguintes parâmetros foram avaliados: matérias-primas e insumos utilizados, etapas do processo de produção, formas de armazenamento, tratamento, reutilização, reciclagem ou disposição final do resíduo fora da indústria.

Como indicador para verificar o grau de geração de resíduos produzidos nos setores, foi determinado o peso para os tecidos, couros e afins.

Os rolos de tecidos foram pesados antes da produção, assim como estimado o peso dos demais componentes baseados no peso unitário das peças. Ao final da produção foi pesado todo o resíduo, incluindo as aparas e desperdícios.

Na pesagem de matéria-prima e do resíduo gerado, utilizou-se uma balança Balmak, modelo BKH1000, linha industrial-Advanced, com capacidade mínima de 4 kg, capacidade máxima 1.000 kg e desvio de 200 g.

A empresa trabalhava com o sistema de produção por encomenda. Isso significa que, para um determinado cliente, podia haver a confecção de um único par de um determinado modelo ou mesmo milhares de pares de um mesmo modelo.

A empresa recebia um pedido para a confecção de um determinado número de pares. O setor de pedidos da empresa determinava a quantidade de matéria-prima que a ser cortada, porém, havia um fator de cálculo utilizado, quando a quantidade não era pré-determinada pelo setor. O fator utilizado para o corte de matéria-prima era fixo para todos os tipos de calçados, de todas as coleções.

Sendo assim, a matéria-prima foi cortada de acordo com o pedido, ou calculada conforme o fator de cálculo supra citado. Essa matéria-prima foi pesada

antes de se iniciar o processo de produção. Após o processo de produção ter início, e ocorrer a geração dos resíduos, estes foram recolhidos em sacos plásticos. Os resíduos foram pesados.

Como a variação entre os pesos das matérias-primas foi muito pequena, foi estipulado um peso médio a ser considerado como peso da matéria-prima.

Foi então estipulado o início do mês de maio e o fim do mês de agosto como período de referência. Nesse período, foi analisada a produção média diária. Foi feito um cálculo para a média do peso, baseado no peso da matéria-prima utilizada para a confecção do dia. Ao fim do dia, quando o resíduo era recolhido, o mesmo era pesado e tinha seu valor anotado e em seguida o resíduo era prensado e armazenado.

Foi feito então um controle de matéria-prima baseada no peso médio, na quantidade de pares fabricados diariamente e posteriormente na quantidade de pares fabricados ao longo do mês. Os resíduos gerados também foram pesados diariamente e tiveram seus pesos somados para obter um valor do total acumulado ao longo do mês.

4.2 PROPOSTA DE QUANTIFICAÇÃO DE INDICADORES PARA O PLANEJAMENTO E AÇÕES CORRETIVAS

Um indicador foi obtido dividindo-se a massa de resíduo obtido no lote da produção pela massa aferida de matéria-prima utilizada. Foi calculado o indicador para o resíduo gerado diariamente e posteriormente para o resíduo gerado ao longo de cada mês no período de análise.

Utilizando esse fundamento, foram feitas anotações de lotes semelhantes que usavam a mesma matéria-prima.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DAS FORMAS DE DESTINAÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADAS PARA OS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS IDENTIFICADOS

Os resíduos obtidos foram catalogados e verificou-se a presença dos mesmos na listagem da Resolução CONAMA 313/2002. De acordo com sua classificação, foi sugerida a destinação final ambientalmente adequada disponível atualmente.

4.4 IDENTIFICAÇÃO NA LITERATURA DAS POSSÍVEIS ALTERNATIVAS PARA A REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS

Entre os objetivos de se encontrar alternativas para a reutilização dos resíduos, está a intenção de reduzir o custo que a empresa tem mensalmente com o descarte dos materiais classificados como Classe I e Classe II pelo CONAMA 313/2002. Portanto, a pesquisa por possíveis alternativas para o uso de tais resíduos foi feita buscando por publicações no banco de dados da CAPES, como WILEY ONLINE LIBRARY, SCIENCE DIRECT, NATURE, SPRINGERLINK, assim como em outras bases sobre Biotecnologia e Tecnologia Ambiental, Multidisciplinares, Ministério do Meio Ambiente, Associação e Sindicatos Calçadistas.

Uma visita técnica ao SICTC (Sindicato da Indústria de Calçados, Componentes para Calçados de Três Coroas), em Três Coroas, no Rio Grande do Sul, foi realizada em janeiro de 2018, a fim de reunir informações a respeito do gerenciamento de resíduos implementado, uma vez que haviam poucas referências publicadas sobre o assunto. O objetivo principal da visita foi conhecer as soluções encontradas para a destinação final dos resíduos, somando-se, assim mais conteúdo, para realizar a elaboração de ações de melhorias e gerenciamento sobre o tema na empresa que possibilitou a coleta dos dados que contribuiu para produção desta dissertação.

4.5 PROPOSTA DE AÇÕES ESPECÍFICAS PARA A EMPRESA QUE POSSIBILITOU A COLETA DOS DADOS PARA ESSE TRABALHO

A partir das estratégias de Produção mais Limpa P+L, bem como baseada em exemplos práticos já desenvolvidos ou em desenvolvimento em outros Pólos Calçadistas do Brasil, foram feitas algumas sugestões de melhoria e economia de recursos para a empresa que possibilitou a coleta dos dados a fim de reduzir o custo que a empresa possui atualmente para dispor os resíduos gerados de forma adequada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 IDENTIFICAÇÃO, QUALIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS, INSUMOS E OS RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CALÇADOS

A empresa trabalha com sistema de fabricação por encomenda. São fabricados entre 20 e 25 mil pares, numa média de 1.000 a 1.200 pares diários, exclusivamente de calçados femininos. Os meses de pico de produção são de fevereiro a maio e de julho a novembro. Janeiro, junho e dezembro são meses de produção moderada, além de haver paradas programadas para realização de manutenção nos equipamentos.

Devido à crise, a grande maioria das empresas presentes no polo calçadista em que a empresa analisada está inserida, foram levadas a produzir calçados com custos mais baixos, com materiais alternativos e, por consequência, o couro natural deixou de ser a principal matéria-prima.

Principais produtos fabricados pela indústria no período de apuração foram apenas sapatos, apesar da empresa também fabricar outros itens como tênis, sandálias, sapatilhas e botas.

5.1.1 Identificação

Após a autorização da empresa, foram feitas algumas visitas com o objetivo de conhecer seu processo produtivo. Nessa etapa foram analisadas quais eram as etapas desde a chegada da matéria-prima até a saída do produto embalado para distribuição.

Constatou-se a existência dos seguintes etapas e setores:

- Modelagem – Modelagem determinada por clientes, aonde é elaborado o design do calçado que será fabricado.
- Recebimento de matéria-prima. O recebimento e conferência da matéria-prima são realizados por ordem de pedido. A separação do material é realizada por artigo, cor e tipo de material.

- Corte – Realizado mecanicamente através de máquina de corte informatizada (geração de resíduo: aparas de couro curtido, restos de materiais sintéticos utilizados em cabedais e solados, como EVA)
- Chanfração – Realiza o desgaste das peças do calçado a fim de facilitar os processos de colagem e montagem. Nessa etapa ocorre o uso de máquina simples (geração de resíduo: couro curtido, materiais sintéticos)
- Os setores de Costura e Preparação são terceirizados, sendo tais procedimentos realizados fora da empresa. Na etapa da costura ocorre a união de peças como o cabedal (com adesivos e depois com reforço utilizando máquinas simples, que faz os chamados pesponto). Em seguida ocorre a preparação. É nessa etapa que são realizadas as dobras, picotes e viras. As peças são então encaminhadas para montagem. A preparação consiste em processo manual ou com uso de máquina simples (geração de resíduos como retalhos de couro curtido e materiais sintéticos resultantes das aparas).
- Pré-fabricação (solado/ palmilha, contraforte e couraça) – é a etapa aonde ocorre a junção de todos os componentes básicos que irão constituir a sustentação do calçado. São eles: solado, palmilha, contraforte e couraça. Uso de máquina simples (geração de resíduos como retalhos de couro curtido e materiais sintéticos).
- Montagem, que consiste na união do Cabedal com o solado – Nessa etapa ocorre a junção do cabedal e os componentes do solado. Uso de máquina simples (geração de resíduos como colas, etc)
- Acabamento, responsável pela limpeza, enceramento, escovação e demais controles visuais do sapato pronto para embalagem – processo manual que tem como objetivo deixar o calçado com boa aparência. Nessa etapa ocorre limpeza, ajuste de pintura, aplicação de cera, escovação (geração de resíduos como estopas, panos, pincéis etc)
- Embalagem e despacho

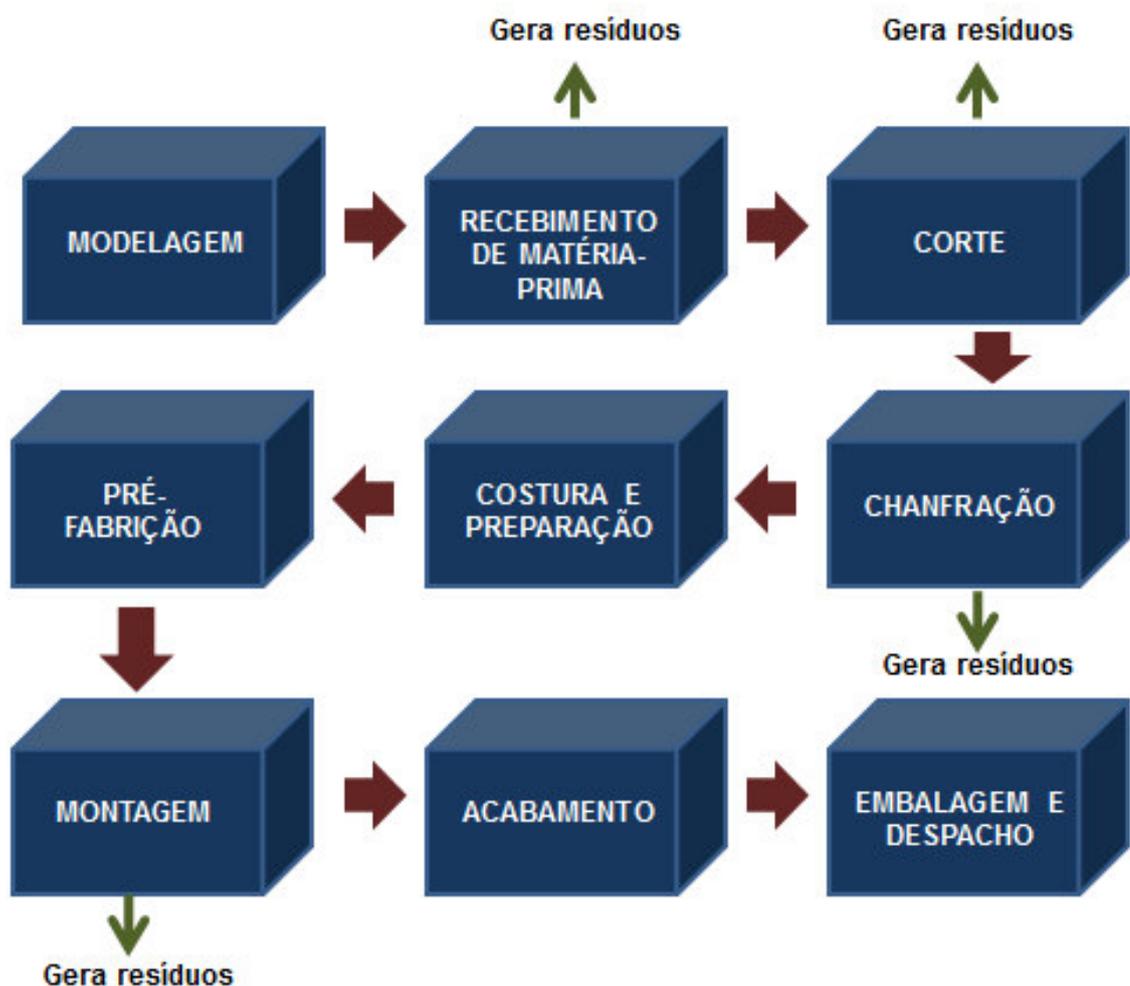
As principais matérias-primas utilizadas na empresa são couro sintético, restos sintéticos (alternativa para o EVA), EVA, placa e Sola PVC (policloreto de polivinila).

Além destas, utilizam-se vários materiais ao longo da montagem, como cola e adesivos. Produtos químicos mais usados ao longo do processo estão relacionados

com colas e adesivos. São eles: cola spray, primer catalisador, limpador, Adesivo de contato à base de Policloropreno (Adesivo Kisafix 290), cola beberou, cola benzina, solvente líquido, adesivo sintético, limpador siliconado, silicone spray, superbonder, pintura da sola/salto.

Na Figura 30 estão representadas as principais etapas do processo de produção do calçado bem como a geração de resíduos, caso ocorram.

Figura 30 – Principais etapas do processo produtivo de uma empresa calçadista e a geração de resíduos sólidos



Fonte: Autora, 2018.

5.1.2 Classificação

A maioria das matérias-primas e dos resíduos gerados no processo de fabricação do calçados é classificada na Resolução CONAMA 313/2002, além de possuírem um código de resíduo. No Quadro 3, é descrita a função ou atividade de cada etapa no processo de produção, além de detalhar quais são os resíduos gerados em cada uma delas.

Quadro 3 – Geração de Resíduos Sólidos de acordo com a etapa do processo produtivo de uma empresa calçadista

Nome da Etapa	Descrição	Resíduo Produzido
Modelagem	Elaboração do design do calçado que será fabricado	Não gera resíduos
Recebimento da matéria-prima	Produtos chegam em rolos embalados em sacos plásticos ou estopa	Papelão, sacos plásticos, etiquetas, papel, fitas adesivas
Corte	Mesa de corte	Sobras dos sintéticos, EVA, aparas de outros materiais OBS: forro – resíduos são encaminhados para aterro Coraça e contra-corte – as aparas são recicladas pelo fornecedor que as recolhe e abate o valor no fornecimento de nova matéria-prima
Corte	Manual (Balancin de Corte)	Aparas do material da palmilha, aparas da caloneira de couro
Chanfração	Máquina de dividir	Resíduos são os fiapos da divisão do material, sobras dos cartões (gabaritos) que vem do corte, couro, sintético, tecidos.
Chanfração	Material da piqueira que é escarneado	Aparas de biqueira e contra-corte, fitas de amarração
Costura e Preparação (terceirizado)	Costura: ocorre a união de peças como o cabedal Preparação: são realizadas as dobras, picotes e viras	Não gera resíduos
Pré-Fabricação	junção de todos os componentes básicos para a sustentação do calçado	Não gera resíduos
Revisão de Pesponto	Quando volta do terceirizado (costura)	Resto de linha, fita de amarração, plástico, elástico
Setor de amostra	Esporádico, apenas quando será confeccionado novo modelo	Sobras de cabedal (eventual), fitas, cola, linha de amarração, acessórios
Montagem	1) Agrupamento: palmilha e salto 2) Montar, colar, pregar, salto, cabedal, taloneira 3) Revisão 4) encaixamento	Saco plástico, fita de amarração, elástico, cabedal estragado, pincel, pano, lata de cola, restos de grampos, pregos, pó de lixadeira, pó de cabedal, pó de palmilha, lixa
Acabamento	ocorre a limpeza, enceramento, escovação e controles visuais	Não gera resíduos
Embalagem /Despacho		Não gera resíduos

Fonte: Autora, 2018

Para algumas embalagens vazias, deve-se levar em consideração se há contaminação com substâncias das listagens constantes na NBR 10004, classificando-as como resíduos perigosos. Se for esse o caso, haverá então um código correspondente.

Nos Quadros abaixo estão listadas matérias-primas e resíduos sólidos encontrados na indústria de calçados, e sua classificação de acordo com a Resolução CONAMA 313 de 2002 e seu respectivo código de resíduo.

O Quadro 4a ilustra a classificação das matérias-primas e resíduos encontrados pertencentes à Classe I, que corresponde aos produtos classificados como Perigosos.

Quadro 4a – Classificação das Matérias-Primas e Resíduos na indústria de calçados: Perigoso - Classe I

Produto	Classificação	Código
Varrição de fábrica	Perigoso – Classe I	A003

Fonte: Autora, 2018.

Os materiais classificados como Não Inertes, e pertencentes à Classe IIA, e os Inertes, pertencentes à Classe IIB, estão representados no quadro 4b. Alguns dos materiais listados possuem classificação quanto à classe de periculosidade, mas não possuem um código de correspondência na Resolução CONAMA 313/2002 (SICTC, 2018).

A empresa trabalhava com uma única linha de processo. Para cada pedido, mudava-se apenas o molde e a linha de produção é adaptada para diferentes modelos.

As latas vazias de cola e outros materiais como aço e alumínio eram vendidos como sucata. Biqueira e contra-forte retornam para o fornecedor. A empresa recebia desconto na compra do mês seguinte. Os rolos de papelão aonde os tecidos para a confecção do calçado vinham enrolados, eram vendidos.

Outros materiais que não eram vendidos como sucata, foram considerados resíduos passíveis de disposição final em aterro sanitário. Já as aparas foram enviadas para aterro de Resíduo Industrial fora do estado.

Quadro 4b – Classificação das Matérias-Primas e Resíduos na indústria de calçados: Não Inertes - Classe IIA e Inertes – Classe IIB

Produto	Classificação	Código
Aço	Não Inerte – Classe IIA	A004
Alumínio	Não Inerte – Classe IIA	A005
Borracha	Não Inerte – Classe IIA	A008
Canudos e papelão	Não Inerte – Classe IIA	A006
Cola	Não Inerte – Classe IIA	N.C.*
Espumas	Não Inerte – Classe IIA	A308
EVA	Não Inerte – Classe IIA	A108
Latas	Não Inerte – Classe IIA	A104
Metal	Não Inerte – Classe IIA	A004
Papel branco	Não Inerte – Classe IIA	A002
Papel reforço	Não Inerte – Classe IIA	A006
Papelão	Não Inerte – Classe IIA	A006
Papelão timbo	Não Inerte – Classe IIA	A006
Plástico	Não Inerte – Classe IIA	A207
Plástico mole	Não Inerte – Classe IIA	A207
Potes plásticos	Não Inerte – Classe IIA	A207
PVC	Não Inerte – Classe IIA	A207
Sola PU	Não Inerte – Classe IIA	A208
Tecido PU	Não Inerte – Classe IIA	A208
Vidro	Não Inerte – Classe IIA	A117
Contraforte	Inerte – Classe IIB	N.C.*
Cursel	Inerte – Classe IIB	N.C.*
Elástico	Inerte – Classe IIB	N.C.*
Forro sintético	Inerte – Classe IIB	N.C.*
Panos	Inerte – Classe IIB	A010
Sacos rafia	Inerte – Classe IIB	N.C.*
Sola TR	Inerte – Classe IIB	N.C.*
Telas de não tecido	Inerte – Classe IIB	N.C.*

N.C.* - Não consta na Resolução CONAMA 313/2002

Fonte: Autora, 2018.

Na Tabela 2 são listados alguns dos resíduos que a empresa costumava armazenar e como foram dispostos.

Tabela 2 – Disposição de alguns resíduos sólidos gerados

Descrição	Código do Resíduo	Código/ Armazenamento	Na área da empresa	Quantidade
Papel e papelão	A006	Z22 /S22 - A granel em piso impermeável, área coberta	sim	Não foi pesado, porém pessoa coleta periodicamente na empresa
Aparas de couro	K194	Z08 /S08 - Em fardos em piso impermeável, área coberta	sim	Não houve coleta no período de apuração
Aparas de couro sintético	A099	Z08 /S08 - Em fardos em piso impermeável área descoberta	sim	1.999 kg

Fonte: Autora, 2018.

5.1.3 Quantificação

A empresa trabalhava com o sistema de produção por encomenda. Isso significava que, para um determinado cliente, podia haver a confecção de um único par de um determinado modelo ou mesmo milhares de pares de um mesmo modelo.

No mês de maio, por exemplo, foram fabricados cerca de 490 modelos diferentes numa produção de 15.516 pares. Nesse mesmo mês, houve pedido de um mesmo cliente por um lote de 900 pares de sapatos, porém, foram vários modelos diferentes. Entre os modelos, um deles foi solicitado a confecção de apenas um par.

Diante dessa situação, ficou inviável a pesagem da matéria-prima para cada modelo, sem que ocorresse desvio da função do funcionário.

Então, por exemplo, se um pedido for de 900 pares, o cálculo desse fator seria:

$$fator = \frac{900}{36} = 25 \quad (1)$$

Esse fator deve ser multiplicado então por 12,90 m² para se obter a quantidade de matéria-prima que deveria ser cortada.

$$\text{quantidade de matéria – prima} = \text{fator} \cdot 12,90 \text{ m}^2 \quad (2)$$

$$\text{quantidade de matéria – prima} = 25 \cdot 12,90 \text{ m}^2$$

$$\text{quantidade de matéria – prima} = 322,5 \text{ m}^2$$

Portanto, de acordo com o exemplo, 322,5 m² de matéria-prima devia ser cortado para confeccionar 900 pares de calçados. Quando a quantidade de pares no pedido fosse menor a 36, o funcionário responsável devia obedecer ao valor estipulado no pedido para o corte da matéria-prima.

O mesmo procedimento foi realizado para calcular a matéria-prima utilizada a partir do total de número de pares de calçados produzidos ao longo do mês.

Em termos de peso de matéria-prima, não há diferença entre os materiais utilizados para a confecção de calçados nas diferentes estações do ano, uma vez que a matéria-prima é a mesma ao longo do ano. Em quase toda sua totalidade, a empresa utilizava material sintético para seus modelos. Muito raramente era utilizado o couro animal, porém, o couro utilizado era adquirido por encomenda e na quantidade necessária para a fabricação do lote do cliente em questão. No período de análise não havia nenhum couro como matéria-prima no estoque.

Para evitar problemas em relação ao desvio de função do funcionário, foram pesadas as amostras de cada modelo (por volta de 1m²) do mês de maio, ao invés de cada modelo. Para isso, e levando-se em conta que a capacidade da balança geralmente utilizada era a partir de 4 kg, foi utilizada uma balança, cuja capacidade mínima era 5 g e a capacidade máxima era 15 kg.

A matéria-prima utilizada, couro sintético, não apresentou variação em seu peso durante o período de coleta dos dados. Considerou-se, portanto, uma média para o cálculo do peso dessa matéria-prima empregada. Além disso, para cada modelo, era calculado o quanto de matéria-prima deveria ser cortada. Esse valor era informado junto com o pedido, ou era calculado conforme já explicado.

Todos os resíduos foram pesados depois da produção, mesmo quando a matéria-prima não havia sido pesada no início da produção do lote ou do modelo.

Uma dificuldade que a produção tem de controlar a matéria-prima utilizada em cada modelo estava relacionada ao sistema operacional utilizado para a geração do pedido. No setor da produção era possível adquirir uma listagem de materiais utilizados para cada modelo fabricado, porém, apenas enquanto esse se encontrava em produção. A partir do momento que o produto era despachado para o cliente, o setor de produção não tinha mais acesso aos dados. Portanto, se a pesagem da matéria-prima não ocorria no decorrer da produção por qualquer motivo, as informações se tornavam imprecisas, pois, para saber o montante de matéria-prima utilizada, era necessário envolver outro setor (administrativo) e firmar-se em cálculos estimados, e não na quantidade realmente utilizada. No caso, esse caminho não era o ideal, uma vez que amplificava os setores abordados para fazer um controle simples, ao invés de concentrar o controle em um único setor.

Na Tabela 3 é descrita a quantidade de pares fabricados mês-a-mês no período de maio a agosto de 2017.

Tabela 3 – Sapatos fabricados no período de maio a agosto de 2017

Mês	Quantidade de pares	Produção diária média de pares
Maio	15.516	705
Junho	6.772	294
Julho	15.102	629
Agosto	20.129	774
Total	57.519	2.402

Fonte: Autora, 2018.

5.2 PROPOSTA DE QUANTIFICAÇÃO DE INDICADORES PARA O PLANEJAMENTO E AÇÕES CORRETIVAS

Com os dados em mãos, foi calculado um indicador a fim de permitir a previsão da quantidade de resíduo gerado. Esse indicador foi obtido dividindo-se a massa de resíduo obtido pela massa calculada de matéria-prima utilizada. Foi calculado o indicador para o resíduo produzido diariamente e posteriormente para o resíduo gerado ao longo de cada mês no período de análise.

O peso médio para 1 m² de matéria-prima era de 1,8 kg. Esse valor foi tomado como referência porque ficou inviável pesar toda vez a matéria-prima utilizada para cada modelo. As amostras dos modelos, todas em couro sintético, foram então pesadas. O cálculo para as amostras foi feito para amostras de 1 m². A partir dos valores, foi calculada uma média do peso, dividindo-se pela quantidade de modelos fabricados no mês.

Em seguida, foi feito o levantamento da quantidade de matéria-prima utilizada na produção diária. Para a produção de 36 pares, são necessários 12,90 m² de matéria-prima. Ao dividir o valor da produção diária por 36, conforme equação (1), foi possível achar um valor. Esse valor, chamado fator₁, deve ser sempre arredondado para cima, caso não dê um número inteiro. Por exemplo, se a produção for de 294 pares, ao realizar o cálculo de acordo com a equação (1), chega-se a um valor de 8,16. Esse valor do fator₁ precisa ser um número inteiro para o corte da matériaprima, e por isso, ele deve ser arredondado para 9.

Portanto, o cálculo seria:

$$fator_1 = \frac{294}{36} = 8,16 \cong 9$$

Multiplica-se então o resultado do fator por 12,90 m² para se obter a quantidade de matéria-prima que deverá ser cortada. Para isso, foi utilizada a equação (2).

$$quantidade\ de\ matéria - prima = fator_1 \cdot 12,90\ m^2 = 9 \cdot 12,90 = 116,10\ m^2$$

Em seguida, multiplicou-se o resultado dessa equação pelo peso médio da matéria-prima relativo a 1 m², para saber o valor em massa da quantidade de matéria-prima utilizada.

Sendo assim, a massa de matéria-prima seria o produto de 116,10 m² por 1,8 kg/ m², que resultou em 209 kg.

Foi estipulado o início do mês de maio e o fim do mês de agosto como período de referência. Ao fim do dia, quando o resíduo era recolhido, o mesmo era pesado e tinha seu valor anotado e, em seguida, era armazenado.

Seguindo esse raciocínio, tanto para a produção diária quanto para a produção mensal, foi possível construir a Tabela 4 na qual é mostrada a quantidade de matéria-prima utilizada diariamente, com o respectivo resíduo gerado, bem como

a quantidade de matéria-prima gerada ao longo do mês e a totalização dos resíduos gerados naquele mês, durante o período analisado.

Tabela 4 - Quantidade de matéria-prima e resíduos gerados na produção de calçados femininos

Produção de maio a agosto / 2017						
Mês	Diária			Mensal		
	Qtde pares	Qtde matéria-prima utilizada [kg]	Qtde resíduo gerado [kg]	Qtde pares	Qtde matéria-prima utilizada [kg]	Qtde resíduo gerado [kg]
Maio	705	464	35	15.516	10.008	756
Junho	294	209	16	6.772	4.389	332
Julho	629	418	32	15.102	9.741	736
Agosto	774	511	39	20.129	13.003	982
Total	2.402	1602	122	57.519	37.141	2.806

Fonte: Autora, 2018.

O cálculo do indicador foi feito considerando a quantidade de resíduo em kg gerado dividido pela quantidade de matéria-prima. O cálculo foi realizado tanto para a produção diária, quanto para a produção mensal. Os valores obtidos estão representados na Tabela 5.

Tabela 5 – Indicador de geração de resíduo sólido da geração de calçados femininos de maio até agosto de 2017

Produção no período de maio a agosto / 2017						
Mês	Diária			Mensal		
	Qtde pares	Indicador [g resíduo / kg matéria-prima]	Resíduo gerado [%]	Qtde pares	Indicador [g resíduo / kg matéria-prima]	Resíduo gerado [%]
Maio	705	75,43	7,54	15.516	75,53	7,55
Junho	294	76,55	7,65	6.772	75,64	7,56
Julho	629	76,55	7,65	15.102	75,55	7,55
agosto	774	76,32	7,63	20.129	75,52	7,55
Total	2.402	76,15	7,61	57.519	75,54	7,55

Fonte: Autora, 2018.

5.3 IDENTIFICAÇÃO DAS FORMAS DE DESTINAÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADAS PARA OS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS IDENTIFICADOS

Existem diferentes tipos de destinação para os resíduos sólidos gerados, porém, uma destinação ambientalmente adequada de acordo com a PNRS é aquela em atende a legislação, focando sempre na minimização da quantidade de resíduos que precisam ser enviados para os aterros especiais, no caso de resíduos industriais.

O Reuso, ou também chamado reutilização, segundo o inciso XVIII do Art. 3º da PNRS, é o processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem que haja qualquer transformação biológica, física ou físico-química em seus componentes. Porém há uma necessidade de tais componentes serem limpos e lavados para de modo que possam ser reutilizados diretamente, a exemplo de garrafas, paletes e vicones de linha (FREITAS; JABBOUR, 2014).

Na reciclagem, o produto não mantém sua funcionalidade, sendo utilizado no processo de produção do produto original ou para ser insumo de outras indústrias (LEITE, 2012).

A logística reversa planeja, opera e controla o fluxo físico e de informações que irão retornar do pós-venda e pós-consumo. O produto retorna ao ponto de origem, tendo sua vida não terminada com a sua entrega ao cliente, mas sim com o seu descarte adequado, que pode ser reparado ou até reaproveitado (LEITE, 2012).

Existem também os aterros industriais, ou aterros especiais, que receberão os resíduos obedecendo a classificação quanto a sua periculosidade, conforme descrito na PNRS.

A RE CONAMA 316/2002 define que após o esgotamento das alternativas anteriores, os resíduos sólidos devem passar por um tratamento térmico. Braga (2016) enumera as principais formas de tratamento térmico para os resíduos sólidos:

- Gaseificação – Processo de utilização do calor em torno de 1.300°C, pressão e vapor, para converção de material rico em carbono em gás combustível, que será queimado e transformado em energia.
 - VANTAGENS: Geração de gás combustível para produção de energia; redução de volume de resíduos possibilidade de descentralização do

tratamento; redução da logística e da necessidade de espaços em aterros.

- DESVANTAGENS: Riscos em relação à poluição atmosférica; possibilidade de encaminhamento de resíduos passíveis de reciclagem; monitoramento e operação por pessoal especializado alto custo.
- Incineração – Resíduos são inseridos numa câmara e expostos a uma temperatura entre 800°C e 1.000°C. Possui relevância no tratamento de resíduos e com grande densidade populacional. Possui unidades de funcionamento no Brasil.
 - VANTAGENS: Alta redução do volume de resíduos; possibilidade de descentralização do tratamento e redução da logística; redução do espaço em aterros; geração de energia.
 - DESVANTAGENS: Risco de poluição atmosférica; geração de gases de efeito estufa; possibilidade de encaminhamento de resíduos passíveis de reciclagem; monitoramento e operação por pessoal especializado.
- Pirólise – Decomposição química do resíduo a altas temperaturas e ausência de oxigênio. Calor pode liberar compostos de carbono nas formas líquida, sólida e gasosa e podem ser utilizados como combustível. Japão, Alemanha e Finlândia, utilizam essa tecnologia.
 - VANTAGENS: Redução do volume dos resíduos; geração de gás combustível para produção de energia; emitem-se menos gases poluentes se comparados à incineração; possibilidade de descentralização do tratamento e redução da logística; redução do espaço em aterros.
 - DESVANTAGENS: Risco de poluição atmosférica; possibilidade de encaminhamento de resíduos passíveis de reciclagem; monitoramento e operação por pessoal especializado alto custo dos equipamentos.
- Plasma – Decomposição química por calor na ausência de oxigênio. Temperaturas entre 5.000°C a 8.000°C, aumentando o potencial de destruição em 99%. Tecnologia recente e pouco utilizada em escala mundial.

- VANTAGENS: emite poucos poluentes; alta redução do volume; tratamento de diversos tipos de resíduos; geração de gás combustível para produção de energia.
- DESVANTAGENS alto custo; necessidade de pessoal especializado.
- Coprocessamento – Resíduos são triturados e enviados para cimenteiras, sendo utilizados como geradores de energia e/ou matéria-prima: a temperatura pode chegar a 2.000°C. Utilizado no mundo inteiro. Possui unidades funcionando no Brasil.
 - VANTAGENS: Proporcionam a destruição total dos resíduos; utilização de outro processo calórico; destinação de um *blend* de resíduos.
 - DESVANTAGENS: necessidade de um processamento existente; negociação do encaminhamento do resíduo.

Para o coprocessamento, no entanto, pode haver diferenças quanto a autorização para efetuar-se tal processo com tipos de resíduos industriais. A Resolução SMA nº 38, de 31 de maio de 2017, da Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, estabelece em seu anexo I algumas restrições quanto aos resíduos sólidos que podem ser coprocessados. Em geral, nos tipos de resíduos que tangem a indústria calçadista, pode haver coprocessamento de resíduos sólidos não perigosos.

5.4 IDENTIFICAÇÃO NA LITERATURA DAS POSSÍVEIS ALTERNATIVAS PARA A REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS

O Sindicato da Indústria de Calçados de Três Coroas fez um trabalho sobre a destinação ambientalmente adequada. Com o projeto, não há necessidade de enviar os resíduos Classe I para um Aterro de Resíduos Perigosos, uma vez que tais resíduos gerados são destinados a hidrólise térmica ou coprocessamento. Durante a visita no SICTC, foi possível averiguar as alternativas encontradas para o gerenciamento com disposição ambientalmente adequada, que primora o conceito de não geração de rejeitos, como idealizado na Estratégia de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, já citada anteriormente.

No caso de Três Coroas, o SICTC recolhe os materiais enviados pelos participantes do programa, já etiquetados ou separados conforme a disposição final pretendida. Em seguida, os resíduos são armazenados e encaminhados para a

destinação final. No caso de venda, o valor arrecadado é revertido em benefícios para as empresas participantes do programa. A exemplo das soluções encontradas pelo SICTC, em relação aos resíduos recolhidos, pode-se evidenciar que os resíduos de couro passam por um processo de hidrólise térmica, que os transforma em fertilizante. Outros resíduos como panos, EPI's, espumas contaminadas, e resíduos oriundos da varrição de fábrica, são utilizados como substitutos de matéria-prima e/ou combustível na fabricação de cimento. Já na reciclagem, os resíduos aproveitados são: papel, papelão, plástico, metais e vidro. (Relatório de Sustentabilidade 2012-2014).

Nas Tabelas 6, 7 e 8, são apontadas as alternativas encontradas por essa instituição para os resíduos gerados entre as empresas calçadistas associadas. A Tabela 6 indica as alternativas encontradas para os resíduos gerados Classe I. Na Tabela 7 são apresentadas alternativas encontradas para os resíduos gerados Classe II. Por último, a Tabela 8 mostra alternativas encontradas para os resíduos recicláveis gerados.

Tabela 6 – Destinação final ambientalmente adequada para resíduos sólidos Classe I gerados em empresas calçadistas do Pólo Calçadista de Três Coroas

Classe I		
Dados referentes aos resíduos gerados no período de 01/01/2018 a 25/09/2018.		
Material	Destinacao	Quantidade [kg]
Couro Cromo	Coprocessamento	37.563
Pó de Couro	Coprocessamento	9.841
Rachado	Coprocessamento	12.656
Chanfrado	Coprocessamento	12.145
Couro nao reciclável	Coprocessamento	7.962
Variação Classe I	Coprocessamento	3.244
Couro dublado	Coprocessamento	3.634
Panos / espumas contaminadas	Coprocessamento	7.637
Potes de halogem	Coprocessamento	80

Fonte: Elaborada pela autora com base nas informações em “Relação de Movimentos” dos residos sólidos gerados do Sindicato das Indústrias Calçadistas de Três Coroas

Tabela7 – Destinação final ambientalmente adequada para resíduos sólidos Classe II gerados em empresas calçadistas do Pólo Calçadista de Três Coroas

Classe II		
Dados referentes aos resíduos gerados no período de 01/01/2018 a 25/09/2018.		
Material	Destinacao	Quantidade [kg]
Couro Atanado	Coprocessamento	3.900
Varridão de Fábrica	Coprocessamento	14.300
Resto Facheite	Coprocessamento	636
Resto Atenado	Coprocessamento	1.864
Tecido Dublado	Coprocessamento	26.106
Borracha	Coprocessamento	53
Pó de Neolit	Coprocessamento	4.000
Pó de Papel	Coprocessamento	402
Panos	Coprocessamento	10.680
Cursel	Coprocessamento	1.344
Sapato com Defeito	Coprocessamento	1.970
Pó Classe II	Coprocessamento	6.620
Forro PU	Coprocessamento	37.059
Sola PU	Coprocessamento	492
Couraça	Coprocessamento	642
Espuma Latex	Coprocessamento	5.862
Papel II	Coprocessamento	536
Sapatos Peças	Coprocessamento	36.321
Papel nao Reciclável	Coprocessamento	2.004
Refilado	Coprocessamento	4.306
Escovas e Lixas	Coprocessamento	349
Borracha II	Coprocessamento	545
Plástico	Coprocessamento	1.465
Pó de Palmilha	Coprocessamento	1.923
Dublados II	Coprocessamento	2.209
EVA II	Coprocessamento	1.098
Dublado Sintético	Coprocessamento	8.363
Espumas Dubladas	Coprocessamento	1.410
Palmilha Dublada	Coprocessamento	32
Plástico Celofane	Coprocessamento	22
Nover	Coprocessamento	433
TNT	Coprocessamento	57

Fonte: Elaborada pela autora com base nas informações em “Relação de Movimentos” dos resíduos sólidos gerados do Sindicato das Indústrias Calçadistas de Três Coroas

Tabela 8 – Destinação final ambientalmente adequada para Resíduos Sólidos Recicláveis gerados em empresas calçadistas do Pólo Calçadista de Três Coroas

Recicláveis		
Dados referentes aos resíduos gerados no período de 01/01/2018 a 25/09/2018.		
Material	Destinação	Quantidade [kg]
EVA	Doação	868
Contraforte	Venda	566
Espuma I	Venda	9.579
Forro Sintético	Venda	83
Neolit	Doação	42.140
Papel Branco	Venda	10.049
Plástico Mole	Venda	6.003
Adaflex/Serraflex (resinas)	Doação	772
Potes Plástico	Venda	896
Aço	Venda	217
Alumínio	Venda	10
PVC	Venda	733
Vidro	Venda	199
Papelão	Venda	9.813
Carretel	Venda	191
Papelão Timbo	Doação	7.468
Sola TR	Venda	7
Dublados	Doação	7.359
Canudos de Papelão	Venda	4.000
Forma Plástica	Venda	209
Sacos de Rafia	Doação	35
Palmilha Rosa	Doação	6
Latas Spray	Venda	177
Latas II	Venda	9.060
Fitas Plásticas	Venda	115

Fonte: Elaborada pela autora com base nas informações em “Relação de Movimentos” dos resíduos sólidos gerados do Sindicato das Indústrias Calçadistas de Três Coroas

5.5 IDENTIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS MAIS VIÁVEIS ECONOMICAMENTE PARA A EMPRESA QUE POSSIBILITOU A COLETA DOS DADOS PARA ESSE TRABALHO

Como alternativa para a empresa fica a sugestão da implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

A área de armazenagem interna pode consistir em uma edificação coberta, porém, deve ser mantida ao abrigo do tempo, a fim de preservar os resíduos coletados. A área deve ser impermeabilizada, pode ser containers, bombonas de acondicionamento de resíduos e deve obedecer a separação e classificação dos mesmos por classe, conforme CONAMA nº313/2002.

Barros (2012) afirma que para o transporte até o local de disposição final, algum procedimentos devem ser observados. São eles:

- a) Utilizar embalagens adequadas
- b) Procedimentos de etiquetagem e sinalização de resíduos perigosos
- c) Providenciar Manifesto de transporte de resíduos MTR, documento que possibilita o rastreamento da movimentação dos mesmos

Outros procedimentos que se fazem necessários seriam:

- Auditoria *in loco* detalhada, levando-se em conta todo tipo de resíduo (lâmpadas, restos de matéria-prima, resíduos do processo de fabricação, etc);
- Classificação de todos os resíduos listados com base no CONAMA nº313/2002 e PNRS;
- Montagem do inventário de resíduos da empresa;
- Elaboração de inventário de resíduos sólidos, conforme CONAMA nº313/2002.
- Qualificação e quantificação dos funcionários e colaboradores que estarão envolvidos no processo de Gestão de Resíduos da empresa. Observar que o treinamento deve envolver tanto a direção quanto os colaboradores que realizarão a coleta dos resíduos de fato. Isso porque a conscientização de todos os setores é primordial para o sucesso da operação.
- Qualificação e quantificação dos coletores dos resíduos conforme CONAMA 275/01, que dispõe sobre a coloração adequada para os coletores.

- Organização de um espaço para armazenamento temporário dos resíduos. Neste caso, esse ponto deve levar em consideração o tipo de destinação para que o espaço não fique pequeno ou superdimensionado de acordo com o resíduo gerado. Outro fator a se observar é a separação conforme a etiquetagem logística reversa, reciclagem, reuso ou aterro.

No treinamento é importante abordar assunto como definição e classificação dos resíduos da empresa, conscientização ambiental, estimular para que todos atentem para a PNRS sobre a não geração ser a melhor saída, evidenciar a importância da redução e do gerenciamento de resíduos também são itens cruciais para o sucesso da implementação da gestão de resíduos sólidos na empresa.

6 CONCLUSÕES

A necessidade de se obter em uma produção mais limpa e que respeite, além das normas e leis ambientais vigentes, a cultura do reuso e menor geração de resíduos possível, faz com que se pense e pesquise, cada vez mais, o comportamento das empresas em relação a geração de seus resíduos. O Brasil se comprometeu em 2015 através de um plano de ação chamado Agenda 2030 da ONU a realizar algumas metas relacionadas ao tema até 2030.

Nesse contexto, esse trabalho conseguiu realizar os objetivos propostos, diagnosticando a geração dos resíduos sólidos em uma indústria calçadista, fabricante de sapatos femininos, e criar indicadores de geração que contribuíram para elaboração de um planejamento da gestão dos resíduos sólidos da empresa.

De acordo com a pesquisa feita, foi possível elaborar a identificação, qualificação e quantificação das principais matérias-primas e dos insumos utilizados, bem como os resíduos gerados no processo de fabricação. Durante o período de apuração, apenas o couro sintético foi empregado como principal matéria-prima. Os insumos e resíduos identificados foram listados conforme Resolução CONAMA 313/2002 e foram classificados em resíduos Perigosos ou Não Perigosos. Verificou-se que, ao longo das várias etapas e setores no processo de fabricação de sapatos femininos, os setores de recebimento da matéria-prima, corte, chanfração, revisão de pesponto, montagem e setor de amostra são os geradores de resíduos no processo. Já os setores de modelagem, costura e preparação, pré-fabricação, acabamento, embalagem e despacho praticamente não produzem resíduo nenhum. A forma de armazenamento e destinação final para cada resíduo praticado pela empresa também foram observados.

Entretanto, constatou-se a desinformação em relação a alguns tipos de resíduos, que não recebem disposição final adequada. É o caso das latas de cola, que contem resíduos de cola fresca, considerada um resíduo Não Inerte, e deveriam ser disposto como resíduo Classe IIA.

A respeito da idealização e quantificação de indicadores de geração, a fim de prever os montantes de resíduos produzidos, com base no consumo de matérias-primas, foi possível propor indicadores que poderão permitir o planejamento e previsão de ações corretivas no âmbito da disposição ambientalmente adequada de cada resíduo gerado na produção, além de estudos e propostas para a redução de

tais resíduos, indo na direção de uma produção mais consciente e ambientalmente mais correta. A pesagem da matéria-prima e resíduo gerado foram os itens escolhidos para a obtenção do indicador. Porém, ficou inviável escolher o tipo de modelo do calçado como parâmetro, já que a empresa trabalha no regime de encomenda e, muitas vezes, não foi possível realizar a pesagem da matéria-prima de forma adequada. Foi apontada a quantidade de matéria-prima utilizada diariamente, couro sintético, que, por ser a mesma em todos os produtos fabricados, não ocasionou distinções quanto a produção de resíduos gerados nas diferentes estações do ano.

Para uma média mensal de pouco mais que 57.500 pares, foi utilizado cerca de 37 mil quilos de matéria-prima, que forneceu uma média de 2.800 quilos de resíduos. O cálculo de um indicador de geração levou em consideração a quantidade de resíduos gerados dividido pela quantidade de matéria-prima utilizada e, no período analisado, ficou entre 7,55 % e 7,56 % de resíduo gerado.

Com relação a formas de destinação final ambientalmente adequadas para os resíduos sólidos industriais identificados, verificou-se que existem diferentes formas de realizá-la para os resíduos gerados. O reuso, a reciclagem e a logística reversa são os primeiros passos para a prevenção da poluição. Os tratamentos térmicos como gaseificação, incineração, pirólise, plasma e coprocessamento possuem vantagens e desvantagens e tem como principal objetivo, o reaproveitamento energético. Porém, deve-se atentar, além da legislação Federal, para possíveis diferenças nas legislações estaduais no que diz respeito a destinação ambientalmente adequada. É o caso do coprocessamento de couro cromo: no Rio Grande do Sul é permitido o coprocessamento para uso como fertilizante, porém, no Estado de São Paulo, esta prática ainda não está definida.

No tocante a recomendação de ações específicas, para a empresa que possibilitou a coleta dos dados para esse trabalho, alguns projetos e programas já estão propondo alternativas para o uso consciente de matérias-primas e a disposição ambientalmente adequada dos resíduos gerados. A maioria das indústrias já percebeu um retorno econômico, principalmente relativo à exportação quando se investe em produções sustentáveis ou visando uma produção mais limpa, que trouxe um grande avanço na aplicação da disposição ambientalmente adequada.

A estratégia de gestão integrada mais acertada seria a não geração de resíduos, seguida da redução, reutilização, reciclagem e recuperação energética. Esses recursos devem ser praticados até os seus limites. Após esgotadas todas possibilidades, um tratamento deve ser realizado, seja ele físico, químico e/ou biológico. Apenas após esse tratamento, os rejeitos podem ser conduzidos a uma disposição final ambientalmente adequada.

A adoção de um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos irá proporcionar á empresa, além de uma economia na disposição final dos resíduos recolhidos hoje, uma forma de atender a legislação vigente e ao mesmo tempo dar o exemplo como uma empresa que primora por uma produção ambientalmente correta. Esse tipo de produção gera reconhecimento internacional, atrai compradores estrangeiros e viabilização da venda de produtos antes considerados apenas resíduos, podem ser considerados, na verdade, uma nova fonte de geração de receita para a empresa.

REFERÊNCIAS

ABICALÇADOS. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS. **Relatório setorial: indústria de calçados 2017**. Novo Hamburgo: Abicalçados, 2017.v 55p.

ALVES, V.C.; BARBOSA, A.S. Práticas de gestão ambiental das indústrias coureiras de Franca-SP. **Gest. Prod.**, v. 20, n.4, p.883-898, 2013.

ASLAN, A. Determination of heavy metal toxicity of finished leather solid waste. **Bull Environ Contam Toxicol**, v.82, p.633–638, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS. Programa Origem Sustentável. Disponível em: <<http://www.origemsustentavel.org.br/site/apresentacao.php>>. Último acesso em: 16 novembro 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma técnica NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. ABNT: Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma técnica NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos**. ABNT: Rio de Janeiro, 2004.

BAJZA, Z; VRCEK, I.V. Water quality analysis of mixtures obtained from tannery waste effluents. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 50, n. 1, p. 15-18, 2001.

BARBOSA, A.S. **Empresariado fabril e desenvolvimento econômico: empreendedores, ideologia e capital na indústria do calçado (Franca, 1920-1990)**. São Paulo: Hucitec; Fapesp, 2006.

BORGES, M.S.; CONCEIÇÃO, R.J. Tecnologia Ambiental aplicada ao Gerenciamento e Processamento de resíduos industriais no Estado do Paraná. **Economia & Tecnologia**, v. 05, p.121-126, 2006.

BARROS, Regina Mambeli. **Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Interciência. 2012.

BREDA, Francisco de Assis. **Proposta de um modelo de gestão de resíduos industriais para o setor calçadista de Franca-SP com vistas à Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2016. 272 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Administração de Organizações, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-12072016-105138/>>. Acesso em: 27 jan. 2018.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002.** Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2002.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001** - Estabelece código de cores para a diferenciação de resíduos e informações para a coleta. Disponível em:
<<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=97507>> Último acesso em: 06 de fevereiro de 2018.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 316, de 29 de outubro de 2002.** Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2002.

CORRÊA, A. **O complexo coureiro-calçadista brasileiro.** BNDES Setorial: Rio de Janeiro, 2001.

COSTA, A.B.; PASSOS, M.C. (Org.) **A indústria calçadista no Rio Grande do Sul.** São Leopoldo, RS: Ed. Unisinos, 2004.

CULTRI, C.N.; MANFRINATO, J.W.S.; RENÓFIO, A. Relações entre capacidade tecnológica e gestão de resíduos sólidos industriais: estudo de casos em empresas calçadistas do Vale dos Sinos. **XIII SIMPEP**, Bauru-SP, 06 a 08 de novembro de 2006. Disponível em:
<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/1060.pdf> Último acesso: 28 de setembro de 2017.

DARIVA, Jacinto José. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos das Industriais Calçadistas do Município de Três Coroas - RS.** In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 2011, Rio de Janeiro. **III-091.** Rio de Janeiro: Abes - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999. p. 1 - 8. Disponível em:
<<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/iii-091.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2017.

DE SIQUEIRA, J.P.L.; GERTH, F.M.; BOAVENTURA, J.M.G. Análise da competitividade dos clusters industriais de calçados de Franca e Birigui. **Revista Gestão Organizacional**, v. 4, n. 2, p. 102, 2011.

DUBOIS, R.; KARANDE, S.; WRIGHT, D. P.; MARTINEZ, F. The use of ethylene/styrene interpolymers in crosslinked foams for the footwear industry. **Journal of Cellular Plastics**, v.38, n.2, p.149-161, 2002.

EMDEF. EMPRESA MUNICIPAL PARA O DESENVOLVIMENTO DE FRANCA. **Gerenciamento do aterro sanitário**. Disponível em: <<https://www.emdef.com.br/servicos/gerenciamento-do-aterro-sanitario>> . Último acesso em: 28 de setembro de 2017.

FENSTERSEIFER, J. E.; GOMES, J. A. Estratégias de produção na indústria calçadista: análise do best-practice. In: FENSTERSEIFER, J. E. (Org.). **O complexo calçadista em perspectiva: tecnologia e competitividade**. Porto Alegre: Ortiz, 1995.

FIESP. FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Portal promete acesso facilitado dos calçados brasileiros ao mercado dos EUA**. Disponível em: < <http://www.fiesp.com.br/noticias/portal-promete-acesso-facilitado-dos-calcados-brasileiros-ao-mercado-dos-eua/>> . Último acesso: 28 de setembro de 2017.

FORAND, S.P. Leukaemia incidence among workers in the shoe and boot manufacturing industry: a case-control study. **Environ Health**. v. 3, n.7, p1-7, 2004.

FREITAS, T.C.M.; MELNIKOV, P. O uso e os impactos da reciclagem de cromo em indústrias de curtume em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 11, n. 4, p. 305-310, 2006.

FREITAS, T. P. de; JABBOUR, C. J. C. Logística Reversa. In: JÚNIOR, R. T.; SAIANI, C. C. S.; DOURADO, J. (Org.). **Resíduos Sólidos no Brasil: oportunidades e desafios da lei federal n. 12.305 (Lei de Resíduos Sólidos)**. Barueri, SP: Minha Editora, 2014.

GALVÃO, O.J.A. Flexibilização produtiva e reestruturação espacial: considerações teóricas e um estudo de caso para a indústria de calçados no Brasil e no Nordeste. **Revista de Economia Política**, v. 21, n. 1, p. 81, 2001.

GIANELLO, C.; DOMASZAK S.C. ; BORTOLON, L.; KRAY, C.H.; MARTINS V. Viabilidade do uso de resíduos da agroindústria coureiro-calçadista no solo. **Ciência Rural**, v.41, n.2, p.242-245, 2011.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F.C.F.; LIMA, A.D. Pesquisa em Gestão da Produção na indústria de calçados: revisão, classificação e análise. **Gest. Prod.**, v. 16, n. 2, p. 163-186, 2009.

HERVA, M.; ÁLVAREZ, A.; ROCA, E. Sustainable and safe design of footwear integrating ecological footprint and risk criteria. **Journal of Hazardous Materials**, v. 192, p.1876– 1881, 2011.

HOCH, A.L.V.; PRADO, M.; FRANCO, M.L.R.S.; SCAPINELLO, C.; FRANCO, N.P.; GASPARINO, E. Ação de diferentes agentes curtentes utilizados no curtimento de peles de coelhos: testes físico-mecânicos dos couros. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 4, p. 411-415, 2009.

JACINTO, M. A. C.; SOBRINHO, A. G. S.; COSTA, R. G. Características anátomo-estruturais da pele de ovinos (*Ovis aries* L.) lanados e deslanados, relacionadas com o aspecto físico-mecânico do couro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 1001-1008, 2004.

JÖCKEL, K.H.; POHLABELN, H.; BOLM-AUDORFF, U.; BRÜSKE-HOHLFELD, I.; WICHMANN, H.E. Lung cancer risk of workers in shoe manufacture and repair. **Am. J. Ind. Med.**, v. 37,n.6, p.575-580, 2000.

KROGMANN, U.; KÖRNER, I.; DIAZ, L.F. Composting: technology. In: CHRISTENSEN, T.H. (editor). **Solid waste technology & management**. Vol. 2. Chichester-UK: John Wiley & Sons, Ltd.; 2010. p. 533–68.

LEITE, Paulo R. **Logística reversa na atualidade**. In JARDIN, A. YOSHIDA, J.V.M.F (Orgs.). **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos**. Barueri: Manole, 2012. P. 337-367.

LIMA, P.R.L.; LEITE, M.B.; SANTIAGO, E.Q.R. Recycled lightweight concrete made from footwear industry waste and CDW. **Waste management**, v. 30, n. 6, p. 1107-1113, 2010.

LOPE, V. ; PÉREZ-GÓMEZ, B. ; ARAGONÉS, N. ; LÓPEZ-ABENTE, G.; GUSTAVSSON, P.; PLATO, N.; SILVA-MATO, A.; POLLÁN, M. Occupational exposure to chemicals and risk of thyroid cancer in Sweden. **Int. Arch. Occup. Environ. Health.**, v.82, n.2, p.267-274, 2009.

GRUPO MAGMA - Disponível em:
<<https://www.magmatextil.com.br/?s=couro+de+vinho>> Último acesso em: 17 maio 2017

MALAGOLLI, G.A.; PAULILLO, L.F.O. Mobilização política e rede de interesses na produção calçadista de Jaú. **Gest. Prod.**, v. 20, n. 4, p. 927-938, 2013.

MELLO, Susi; POZZEBON, Michel. Polo de Três Coroas é o primeiro do Brasil a eliminar resíduos industriais de valas: O executivo classifica a ação como um exemplo para o setor e outras cidades. **Jornal NH**. Novo Hamburgo, 20 jul. 2017. Disponível em:
<<http://www.jornalnh.com.br/ conteudo/2017/07/noticias/regiao/2144451-polo-de-tres-coroas-e-o-primeiro-do-brasil-a-eliminar-residuos-industriais-de-valas.html>>
Acesso em: 30 out. 2017.

METZ, L.E.G.; SILVA, C.S.S.; MORAES, C.A.M.; GOMES, L.P. Gerenciamento de resíduos sólidos na indústria coureira. **5º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos**, p.1-10, 2014. Disponível em: <http://www.institutoventuri.org.br/download/trabalhoscientificos/trabalhos_cientificos/trabalhos_cientificos/T27.pdf> Último acesso: 28 de setembro de 2017.

NETO, A.J.M. A internacionalização da indústria calçadista francana. **Revista de administração Mackenzie**, v. 9, n. 8, p. 88-111, 2008

NUSSBAUM, D. F. O efeito dos sais de cromo de basicidade diferente. **Revista do Couro**, n. 154, p. 62-71, 2002.

OLIVEIRA, J.A.; OLIVEIRA, O.J.; OMETTO, A.R.; CAPPARELLI, H.F. Guidelines for the integration of EMS based in ISO 14001 with Cleaner Production. **Production**, v.26, n.2, p.273-284, 2016.

PEDDE, V.; FIGUEIREDO, J.A.; TUNDISI, F.G.; LENZ, C.A. The environmental risk as a culture in Sinus Valley, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n.85, v.4, p.2145-2156, 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JAÚ. **Conheça Jaú: A Cidade**. Disponível em: <<http://www.jau.sp.gov.br/cidade.php>> Último acesso em: 17 maio 2017.

REZENDE, V. “Como abelhas polinizando flores”: gerência e racionalização do trabalho no complexo coureiro-calçadista de Franca, SP, no século XX. **Revista Brasileira de História**, v. 34, n. 68, p. 101-124, 2014.

SANTOS, F.F.; QUEIROZ, R.C.S.; ALMEIDA NETO, J.A. Avaliação da aplicação das técnicas da Produção Mais Limpa em um laticínio no Sul da Bahia. **Gest. Prod.**, p.1-15, 2017.

SÃO PAULO (Estado). Resolução nº 38, de 31 de maio de 2017. **Resolução SMA Nº38**. p. 1-12. Secretaria de Estado do Meio Ambiente - Gabinete do Secretário – PUBLICADA NO DOE DE 02/06/2017 SEÇÃO I PÁG 48/49. Disponível em: <<https://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/resolucoes-sma/resolucao-sma-38-2017/>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

SigRH. SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré**. Disponível em <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhtj/apresentacao>> Último acesso em: 17 maio. 2017.

SILVESTRIN, L.E.; TRICHES, D. **A análise do setor calçadista brasileiro e os reflexos das importações chinesas no período de 1994 a 2004**. Universidade de Caxias do Sul, p.1-24, 2007. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/TD_IPES_25_ABRIL_20072.pdf>. Último acesso: 28 de setembro de 2017.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS DE FRANCA (SindiFranca). **Relatório Mensal NICC Polo Franca - Setembro 2017**. Disponível em: <<http://www.sindifranca.org.br/estatisticas.html>>. Último acesso: 06 de dezembro de 2017.

Sindicato da Indústria de Calçados de Jaú – SINDICALÇADOS JAÚ. **Informações Gerais - Polo Calçadista de Jaú**, via Email, em 17 de agosto de 2017.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS DE TRÊS COROAS (SICTC). **Dados estatísticos 2017.pdf**. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1fNCRXKzAfnSG6N8Pwqyzv6I5JdvJDib6/view>>. Último acesso: 25 janeiro de 2018.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS DE TRÊS COROAS (SICTC). **Relação de associadas.pdf**. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1lrScWbeE6c2FMVYSyUOm6budsV17zIKk/view>>. Último acesso: 25 janeiro de 2018.

STAIKOS, T.; RAHIMIFARD, S. A decision making model for waste management in the footwear industry. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 18-19, p. 4403-4422, 2007.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R.; SAMPAIO, S. E. Coeficientes de Gini locais—GL: aplicação à indústria de calçados do Estado de São Paulo. **Nova Economia**, v. 13, n. 2, 2009.

TATÀNO, F.; ACERBI, AN; MONTERUBBIANO, C.; PRETELLI, S.; TOMBARI, L.; MANGANI, F. Shoe manufacturing wastes: Characterisation of properties and recovery options. **Resources, Conservation and Recycling**, v.66, p66-75, 2012.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME INDUSTRY AND ENVIRONMENT. **Cleaner Production: a Training Resource Package**, UNEP: 1996. Disponível em <https://www.unenvironment.org/resources/report/cleaner-production-training-resource-package>> Acesso em 02 fev. 2018.

VEGEA COMPANY LTDA Disponível em: <<https://www.vegeacompany.com/en/project/vegeatextile/>> Último acesso em: 17 maio 2017

VEIGAS, C.; FRACASSO, E.M. Capacidade tecnológica de resíduos em empresas de calçados do Vale dos Sinos: Estudo de dois casos. **Revista de Administração Contemporânea**, v.2, n.2, p.41-62, 1998.

VIEIRA, Matheus. **Os resíduos da indústria de calçados de Jaú-SP**. 2014. Publicado por Gleysson B. Machado. Disponível em: <<http://www.portalesiduossolidos.com/os-residuos-da-industria-de-calçados-de-jaú-sp/>>. Acesso em: 26 out. 2017.

VIEIRA, Máiquel Santos. **Recuperação do Cromo Nas Cinzas Provenientes Da Incineração De Resíduos Sólidos Das Indústrias Coureira E Calçadista Visando a Obtenção de Cromato de Sódio (VI)**. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKewiO36u3mvjXAhXlKpAKHRowD2oQFggsMAE&url=https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7706/000554372.pdf?sequence=1&usq=AOvVaw2HYM8tzIQB41wpy193sfM>>. Acesso em: 05 dez. 2017.

WEBER, T.; ZANCHET, A.; CRESPO, J.S.; OLIVEIRA, M.G; SUAREZ, J.C.M.; NUNES, R.C.R. Characterization of elastomeric artifacts obtained by revulcanization of SBR industrial waste (Styrene-butadiene Rubber). **Polímeros**, v.21, n.5, p.429-435, 2011.

ZINGANO, E. M.; OLIVEIRA, J. C. Caracterização do complexo calçadista brasileiro e as causas da queda de seu desempenho na última década. **Estudos do CEPE**, n. 40, p. 278- 309, 2014.