

**Universidade de Ribeirão Preto**  
**Centro de Ciências Exatas Naturais e Tecnologias**  
**Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental**

**LUCÍLIA LEMOS DE ANDRADE**

**IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS  
SÓLIDOS GERADOS NOS SETORES DO CORTE E DA SERIGRAFIA  
DE UMA INDÚSTRIA DE ESTAMPARIA TÊXTIL NA CIDADE DE  
DIVINÓPOLIS – MG**

**RIBEIRÃO PRETO**

**2016**

**LUCÍLIA LEMOS DE ANDRADE**

**IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS  
SÓLIDOS GERADOS NOS SETORES DO CORTE E DA SERIGRAFIA  
DE UMA INDÚSTRIA DE ESTAMPARIA TÊXTIL NA CIDADE DE  
DIVINÓPOLIS – MG**

Dissertação apresentada a Universidade de Ribeirão Preto –  
UNAERP, como requisito parcial para obtenção do título de  
Mestre em Tecnologia Ambiental.

**Orientador (a):** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana Rezende Alves de Oliveira

**RIBEIRÃO PRETO**  
2016

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

- Universidade de Ribeirão Preto -

A553i Andrade, Lucília Lemos de, 1978-  
Identificação e quantificação dos resíduos sólidos gerados  
nos setores do corte e da serigrafia de uma indústria de estamparia  
têxtil na cidade de Divinópolis – MG / Lucília Lemos de Andrade. -  
- Ribeirão Preto, 2016.  
128 f.: il. color.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Rezende Alves de Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Ribeirão Preto,  
UNAERP, Tecnologia Ambiental. Ribeirão Preto, 2016.

1. Resíduos Têxteis. 2. Resíduos sólidos. 3. Serigrafia Têxtil.  
I. Título.

CDD 628

**Lucília Lemos de Andrade**

**“Identificação e quantificação dos resíduos sólidos gerados nos setores do corte e da serigrafia de uma indústria de estamparia têxtil na cidade de Divinópolis - MG”.**

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: Profa. Dra. Luciana Rezende Alves de Oliveira

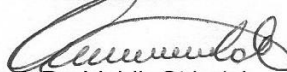
Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Data de defesa: 11 de março de 2016

Resultado: aprovada

BANCA EXAMINADORA

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

  
Prof. Dr. Valdir Schalch  
Universidade de São Paulo – USP

  
Prof. Dr. Luciano Farias de Novaes  
Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP

Ribeirão Preto  
2016

## DEDICATÓRIA

*“ A meu pequenino filho Davi,  
por minhas necessárias ausências  
durante 24 meses dos seus 3 anos de vida.  
Por ti cheguei até aqui”*

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me abençoar com saúde, força e perseverança na busca por meus ideais.

A Nossa Senhora Aparecida, minha fiel companheira de todos os dias, noites e madrugadas. A fé em ti amparou-me nos momentos mais difíceis dessa jornada. A sua presença em meu coração fortaleceu-me e a minha vitória dedico também a ti.

A memória de meu pai José Leopoldo Lemos, meu eterno exemplo de honestidade, profissionalismo, amor e sabedoria. Como eu gostaria que estivesse aqui para presenciar minhas conquistas!

A minha mãe Maria Lemos, em sua simplicidade sempre acreditou que estudar é o melhor caminho. Agradeço pela paciência ao ouvir minhas lamurias e pelas palavras de incentivo e carinho. Agradeço principalmente pelo tempo dedicado ao meu filho nas horas que mais precisei.

A meu marido Saulo Andrade por toda paciência, amor e compreensão. Obrigada por sempre acreditar e apoiar meus ideais. Agradeço também pelo carinho ao cuidar do nosso filho durante minhas ausências, além de se mostrar um ótimo pai, também fez um belo papel de mãe.

A meu filho Davi, mesmo tão pequenino, aprendeu a lidar com os momentos de minha ausência. Agradeço por ser parte da minha vida. Por você quero ser sempre mais. Que eu seja um bom exemplo para você, assim como os meus pais foram para mim.

Agradeço à coordenadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Luciana Rezende Alves de Oliveira, pelo apoio e confiança. Sei que desde o início confiou que eu não iria tão distante em vão. O meio ambiente e eu, agradecemos por sempre acreditar que a “moda gera resíduo”.

Agradeço imensamente a minha querida orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Luciana Rezende Alves de Oliveira, não só pela valiosa orientação e contribuição para meu crescimento profissional, mas também por todas as palavras de consolo e incentivo contribuindo também para o meu crescimento pessoal. Você encurtou o caminho de Minas à Ribeirão. Obrigada por confiar em mim!

Aos professores Dr. Luciano Farias de Novais e Dr.<sup>a</sup>. Ângela Di Bernardo Dantas por todo o respeito e atenção a cada explicação durante aulas.

Aos professores Dr. Valdir Schalch, Dr. Luciano Farias de Novais e Dra. Marcia Maisa de Freitas Afonso pelas valiosas considerações a este trabalho.

A Secretária da pós-graduação Marcela Euzébio Berti, agradeço por toda gentileza e prontidão em atender minhas inúmeras solicitações.

A minha querida amiga e companheira de estudos Jussara Teixeira, por toda ajuda prestada. Você se tornou um exemplo de dedicação e profissionalismo para mim. Agradeço por ter você em minha vida.

Ao meu também companheiro de estudos João Paulo Toledo, agradeço por todas as palavras de incentivo, elas me deram ânimo para que nos momentos mais difíceis eu não desistisse.

A indústria de estamparia têxtil, que generosamente concedeu-me abertura para fomentar esta pesquisa. Um agradecimento especial a Rodrigo Silva, funcionário responsável por me acompanhar pelos setores da empresa. Agradeço por toda atenção e parabenizo pelo profissionalismo ao fornecer dados sobre a empresa.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET/Campus Divinópolis-MG, pela flexibilização dos meus horários de trabalho em incentivo aos meus estudos.

Agradeço também por todos os desafios que encontrei nesta caminhada, sejam eles pela distância que enfrentei (18 horas de viagem entre ida e vinda de Minas à Ribeirão), pelas madrugadas dedicadas a nova área do conhecimento (as contas não faziam parte da minha rotina) e, principalmente às pessoas que precisei demonstrar que “querer é poder” e que o conhecimento pode sim ser adquirido. A cada lágrima derramada, uma nova força para lutar. Confesso que a conquista não foi nada fácil, mas valeu a pena! Hoje o crescimento intelectual, profissional e pessoal me fazem crer que quero e posso ainda mais.

Enfim, agradeço a todos que de alguma maneira contribuíram para esta conquista.

## RESUMO

Nas últimas décadas a região de Divinópolis/MG tem se tornado um importante pólo têxtil. Com um crescimento acelerado tanto por parte das indústrias de confecção do vestuário como principalmente pelas indústrias de estamparias têxteis. Atualmente, a expansão da produção industrial tem como consequência direta à geração de grande volume de resíduos, o que evidencia a preocupação com a degradação do meio ambiente tanto pela geração quanto pelo descarte inadequado desses resíduos. Neste contexto, o presente trabalho buscou identificar e quantificar os resíduos sólidos gerados nas etapas do processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia em uma indústria de estamparia têxtil a quadro manual na cidade de Divinópolis/MG. Após a caracterização da indústria e dos setores envolvidos no processo produtivo, pode-se identificar e quantificar as matérias primas utilizadas para desenvolvimento das peças a serem produzidas no período de janeiro a junho de 2015. Desta forma foi possível identificar e quantificar os resíduos sólidos gerados, como também identificar o armazenamento e a disposição final. Os resultados mostram que os principais resíduos gerados nos setores pesquisados foram a malha 100% algodão abstergida e impregnada com tinta, sobras de tinta a base de água e o lodo da Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos (ETE). Para a produção das camisas silkadas no período de janeiro a junho de 2015, verificou-se que a maior quantidade de matéria prima utilizada no setor do corte foi à malha 100% algodão (ao preço médio de R\$ 22,90 kg), sendo investido em média na malha 100% algodão o valor de R\$ 222.771,20/mês, onde 24% (R\$ 53.465,00) desse valor são considerados resíduos de malha. Já no setor da serigrafia a maior quantidade de matéria prima utilizada foi à tinta a base de água (ao preço médio de R\$ 1,60 kg). O investimento em média é de R\$ 17.024,00/mês, onde 20% (R\$3.404,80) desse valor são considerados resíduos de tinta. Já os resíduos de malha impregnados com tinta representam 12% do volume de resíduo de malha 100% algodão. Quanto aos resíduos do lodo da ETE, o gasto mensal com tratamento dos efluentes líquidos gira em torno de R\$558,80. Já valor investido em disposição final para estes dois últimos tipos de resíduo varia de acordo com a quantidade de toneladas a ser enviada para o aterro industrial licenciado. A empresa é legalmente licenciada e atende as NBR 11.174/90 e NBR 10.004/04, armazenamento e disposição final adequada. Porém, com a dificuldade atual de se encontrar soluções que resultem na não geração de resíduos sólidos, percebe-se a necessidade da máxima redução da sua quantidade ainda na fonte geradora conforme previsto pela Lei 12.305/10 (Política Nacional dos Resíduos Sólidos) e regulamentada pelo decreto 7.404 de 23 de dezembro de 2010. E ainda, quando esta redução não puder ser obtida, os resíduos deverão ser reutilizados ou mesmo reciclados, de forma que a disposição final seja a mínima possível e feita de forma ambientalmente correta, compatibilizando um potencial de ganhos para a empresa tanto no aspecto econômico quanto na questão ambiental em sentido amplo.

Palavras-chave: Município de Divinópolis/MG; Resíduos sólidos; Resíduos Têxteis; Serigrafia Têxtil; Setor do corte; Setor da serigrafia.



## ABSTRACT

In recent decades the region of Divinópolis / MG has become a major textile center. With accelerated growth both by garment making industries as textiles mainly by stamping industries. Currently, the expansion of industrial production has as a direct consequence of the generation of large amounts of waste, which shows the concern for environmental degradation by both the generation and the improper disposal of such waste. In this context, this study aimed to identify and quantify the solid waste generated in the steps of the production process of cutting sectors and screen printing on a textile printing industry manual frame in Divinópolis / MG. After characterization of the industry and the sectors involved in the production process, we can identify and quantify the raw materials used for the development of parts to be produced in the period from January to June 2015. In this way it was possible to identify and quantify the waste generated as well as to identify the storage and disposal. The results show that the main waste generated in sectors surveyed were 100% cotton fabric abstergida and impregnated with ink, ink remains water-based and the sludge from the Wastewater Treatment Plant (WWTP). For the production of silkadas shirts in the period January-June 2015, it was found that the largest amount of raw material used in the cutting sector was the 100% cotton fabric (the average price of R \$ 22.90 kilograms), and invested on average in 100% cotton fabric the amount of R \$ 222,771.20 / month, where 24% (R \$ 53,465.00) of this amount mesh waste are considered. In the sector of screen printing the largest amount of raw material used was to paint water-based (the average price of R \$ 1.60 kg). Investment in average is R \$ 17,024.00 / month, where 20% (R \$ 3,404.80) of this amount are considered waste ink. Already impregnated mesh waste ink represent 12% of the volume mesh residue 100% cotton. As for sludge waste from ETE, the monthly expenditure on treatment of wastewater is around R \$ 558.80. Since the amount invested in disposal for these two types of waste varies with the amount of tons being sent to landfills licensed. The company is legally licensed and meets the NBR 11174/90 and NBR 10.004 / 04, storage and final disposal. However, with the current difficulty of finding solutions that result in no generation of solid waste, we see the need for the maximum reduction of the quantity still at the source as provided by Law 12.305 / 10 (National Policy of Solid Waste) and regulated 7,404 by decree of 23 December 2010. and yet, when this reduction can not be obtained, the waste should be reused or recycled, so that the final provision to the minimum possible and made of environmentally correct manner, harmonizing a potential gains for the company both economically and in environmental issues broadly.

Keywords: City of Divinópolis / MG; solid waste; Textile waste; Textile Screen Printing; cutting industry; Sector of screen printing.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Telas em madeira e nylon utilizadas para serigrafia.....	26
Figura 2	Estrutura da tela de nylon utilizada para serigrafia.....	26
Figura 3	Método de impressão da serigrafia plana.....	27
Figura 4	Método de impressão da serigrafia rotativa.....	27
Figura 5	Processo de impressão da serigrafia a quadro manual.....	28
Figura 6	Efeitos de estamparia através da aplicação de <i>foil</i> no tecido.....	28
Figura 7	Efeitos de estamparia através da aplicação de flocação no tecido.....	29
Figura 8	Efeitos de estamparia através da aplicação de refletivo no tecido.....	29
Figura 9	Efeitos de estamparia através da aplicação de plastisol no tecido.....	30
Figura 10	Máquina carrossel semi-automático para impressão de camisetas.....	30
Figura 11	Máquina carrossel giro automático para impressão de camisetas.....	31
Figura 12	Máquina carrossel automático para impressão de camisetas.....	31
Figura 13	Máquina de estamparia rotativa por cilindro para diferentes tipos de tecidos...	32
Figura 14	Estrutura da tela mesh utilizada na estamparia rotativa.....	32
Figura 15	Processo de impressão por termo transferência no tecido.....	34
Figura 16	Calandra termo transferidora utilizada para transferir imagem para tecido.....	34
Figura 17	Prensa térmica manual utilizada para transferir imagem para tecido.....	35
Figura 18	Processo de impressão por jato de tinta.....	35
Figura 19	Sequencia de priorização do gerenciamento dos resíduos sólidos.....	53
Figura 20	Ficha técnica de produção/ coleção 2015 de uma indústria de estamparia têxtil situada na cidade de Divinópolis – MG.....	64
Figura 21	Localização do município de Divinópolis-MG.....	69
Figura 22	Vista parcial do centro de Divinópolis-MG.....	70
Figura 23	Mapa de localização da indústria de serigrafia têxtil situada na cidade de Divinópolis – MG.....	71
Figura 24	Processo de produção da indústria de serigrafia têxtil situada na cidade de Divinópolis – MG.....	71
Figura 25	Processo produtivo da indústria de estamparia têxtil situada na cidade de Divinópolis – MG.....	72
Figura 26	Etapas do processo produtivo do setor do corte.....	73
Figura 27	Etapa de conferência da malha 100% algodão para desenvolvimento do corte.....	74
Figura 28	Risco digital das partes dos moldes das peças a serem cortadas.....	74

Figura 29	Equipamento mecânico para enfiar tecidos.....	75
Figura 30	Enfiar da malha 100% algodão a ser cortada.....	75
Figura 31	Vista parcial do setor do corte.....	76
Figura 32	Peças sendo cortadas na mesa de corte Máquina elétrica com lâminas vertical utilizada para o corte das peças.....	76
Figura 33	Máquina elétrica com lâminas vertical utilizada para o corte das peças.....	76
Figura 34	Peças cortadas em malha 100% algodão.....	77
Figura 35	Fluxograma das etapas do processo produtivo do setor de serigrafia a quadro manual.....	78
Figura 36	Camisas silkadas com estampa listrada.....	79
Figura 37	Separação da tela pronta para produção das peças.....	81
Figura 38	Área de armazenamento das telas de <i>silk-screen</i> .....	81
Figura 39	Processo de criação das tintas para serigrafia – Coloração.....	82
Figura 40	Pasta madre ou pasta branca utilizada para serigrafia.....	82
Figura 41	Armazenamento em bombonas das diversas cores de tintas de serigrafia.....	83
Figura 42	Área de pilotagem das cores de tintas no tecido.....	83
Figura 43	Tela e rodo de <i>silk-screen</i> utilizados para estampar camisetas.....	84
Figura 44	Aplicação de tinta de estampar nas peças.....	84
Figura 45	Secagem das peças após a serigrafia.....	85
Figura 46	Estufa utilizada para termofixação da tinta nas peças.....	85
Figura 47	Entrada da esteira da estufa.....	86
Figura 48	Saída da esteira da estufa.....	86
Figura 49	Secagem das peças após amaciamento e pré- encolhimento.....	87
Figura 50	Manga de camisa a ser recortada de acordo com o molde da peça.....	87
Figura 51	Vista da área da etapa dos bordados.....	88
Figura 52	Máquinas para aplicação de bordado nas peças.....	88
Figura 53	Área de conferência das peças silkadas e/ou bordadas.....	88
Figura 54	Retoque de tinta em avarias nas peças.....	89
Figura 55	Limpeza de borrões de tinta nas peças com jato d'água.....	89
Figura 56	Fardo de peças cortadas, silkadas e/ou bordadas.....	90
Figura 57	Área de limpeza das telas, rodos e baldes sujos com tinta.....	90
Figura 58	Rodos de silkagem sujos com tinta.....	91
Figura 59	Baldes sujos com tinta.....	91
Figura 60	Entrada do efluente líquido na área de lavagem das telas.....	92

Figura 61	Caixa receptora do efluente líquido.....	92
Figura 62	Tanque-reator utilizado para tratamento do efluente líquido.....	92
Figura 63	Leitos de secagem de lodos e tecidos impregnados com tinta e solvente.....	93
Figura 64	Cama receptora do efluente líquido (lodos).....	93
Figura 65	Cama receptora de malha impregnada com tinta e solventes.....	93
Figura 66	Papel e rolos de papelão gerados no setor do corte.....	98
Figura 67	Retalhos de malhas gerados no setor do corte.....	99
Figura 68	Sacos plásticos para armazenamento dos tecidos.....	99
Figura 69	Retalhos utilizados para limpeza das mesas de serigrafia impregnados com tinta e solvente.....	100
Figura 70	Retalhos impregnados com solventes.....	101
Figura 71	Sobras de Tintas provenientes do processo produtivo da etapa da serigrafia.....	101
Figura 72	Sobras de linhas proveniente do processo produtivo da etapa de bordados.....	101
Figura 73	Aparas de entretelas proveniente do processo produtivo da etapa de bordados.....	102
Figura 74	Lodo de efluentes líquidos/ tinta de serigrafia no leito de secagem.....	102
Figura 75	Geração mensal de resíduos sólidos nos setores do corte e da serigrafia.....	105
Figura 76	Tambores de plástico devidamente identificados e tampados.....	108
Figura 77	Leito de secagem do lodo, impermeabilizado e coberto.....	106
Figura 78	Retalhos de tecidos acondicionados em sacos plásticos.....	108
Figura 79	Aparas de entretelas dispostas em sacos de lixo.....	109
Figura 80	Fluxograma do processo produtivo da empresa em estudo e características físico-químico.....	113

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Produtos auxiliares utilizados no processo de estampagem.....	40
Quadro 2 -	Sequencia de Normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas aplicadas aos resíduos sólidos industriais.....	47
Quadro 3 -	Medidas de boas práticas para redução e reutilização dos resíduos sólidos.....	55
Quadro 4 -	Resíduos sólidos do processo produtivo do Setor do Corte.....	98
Quadro 5 -	Resíduos sólidos do processo produtivo do setor de serigrafia.....	100
Quadro 6	Local de armazenamento e disposição final dos resíduos sólidos gerados no processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia da indústria de estamparia têxtil a quadro manual.....	112

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Potencial poluidor e porte do empreendimento.....	50
Tabela 2 -	Identificação e quantificação das matérias primas dos setores do corte e Serigrafia.....	94
Tabela 3 -	Custo da matéria prima.....	95
Tabela 4 -	Quantificação e investimento em malha 100% algodão.....	96
Tabela 5 -	Quantificação e investimento em tinta a base de água.....	96
Tabela 6 -	Quantificação e investimento em matéria-prima para tratamento de efluente líquido.....	97
Tabela 7 -	Resíduos sólidos gerados no processo produtivo das etapas envolvidos nos setores do corte e da serigrafia.....	104
Tabela 8 -	Valor do resíduo de malha 100% algodão.....	106
Tabela 9 -	Valor do resíduo da tinta a base de água.....	106

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAF	Autorização Ambiental de Funcionamento
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
APL's	Arranjos Produtivos Locais
BAT	<i>Best Available Techniques</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CADRI	Certificado de Aprovação para Destinação de Resíduos Industriais
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	Comitê de Política Ambiental do Estado de Minas Gerais
ETE	Estações de Tratamento de Efluentes
FEAM	Fundação Estadual de Meio Ambiente
FIEMG	Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEF	Instituto Estadual de Florestas
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INMETRO	Instituto de Normalização e Padronização Industrial
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO	Organização Internacional de Padronização
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
MPEs	Micros e Pequenas Empresas
NBR	Norma Brasileira
P + L	Produção Mais Limpa
PEAD	Polietileno de Alta Densidade

PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
SEBRAE	Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEMA	Secretaria do Estado do Meio Ambiente
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIAM	Sistema de Informação Ambiental
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUASA	Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária
SUPRAMS	Superintendências Regionais de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
UNEP	United Nations Environment Programme
URCs	Unidades Regionais Colegiadas
VOCs	Compostos Orgânicos Voláteis



## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
2	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>21</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>22</b>
3.1	ESTAMPARIA: DOS PRIMÓRDIOS À CONTEMPORANEIDADE.....	22
3.2	ESTAMPARIA TÊXTIL: CONCEITOS E PROCESSOS.....	24
3.2.1	Estamparia a Quadro Manual: Métodos.....	25
3.2.1.1	Serigrafia a Quadro Manual.....	27
3.2.1.2	Serigrafia a Quadro Automático.....	30
3.2.2	Estamparia Rotativa ou Rolo Contínuo ( <i>Roller printing</i> ).....	31
3.2.3	Estamparia Digital: Métodos.....	33
3.2.3.1	Impressão por Termo transferência.....	33
3.2.3.2	Impressão por Jato de Tinta.....	35
3.3	PROCESSO PRODUTIVO DA ESTAMPARIA DO VESTUÁRIO A QUADRO PLANO MANUAL.....	36
3.4	PIGMENTOS E PASTA DE ESTAMPAR APLICADOS NA ESTAMPARIA TÊXTIL.....	38
3.5	CONCEITOS GERAIS SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS.....	41
3.6	IMPACTOS AMBIENTAIS DA INDÚSTRIA DE ESTAMPARIA TÊXTIL.....	42
3.7	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICÁVEL AOS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS.....	45
3.8	LICENCIAMENTO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA TÊXTIL EM MINAS GERAIS.....	47
3.9	GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	50
3.9.1	Potencialização da Não Geração dos Resíduos.....	53
3.9.2	Redução de Resíduos em suas Fontes Geradoras.....	53
3.9.3	Reutilização e Reciclagem.....	55
3.9.4	Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos.....	57
4	<b>MATERIAIS E METÓDOS.....</b>	<b>62</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA DE ESTAMPARIA TÊXTIL A QUADRO MANUAL.....	62

4.2	DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ETAPAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO PRODUTIVO DOS SETORES DO CORTE E DA SERIGRAFIA.....	63
4.3	IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA E DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NAS ETAPAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO PRODUTIVO DOS SETORES DO CORTE E DA SERIGRAFIA.....	63
4.3.1	Identificação e Quantificação da Matéria Prima.....	63
4.3.2	Identificação e Quantificação dos Resíduos Sólidos Gerados nas Etapas Envolvidas no Processo Produtivo dos Setores do Corte e da Serigrafia.....	67
4.4	CARACTERIZAÇÃO DO ARMAZENAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NOS SETORES DO CORTE E DA SERIGRAFIA E NAS ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO.....	67
4.5	ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO PROCESSO PRODUTIVO DOS SETORES DO CORTE E DA SERIGRAFIA.....	68
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>69</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>118</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>120</b>
	APÊNDICE A- Caracterização da indústria.....	127
	APÊNDICE B- Caracterização dos setores do corte e da serigrafia.....	128
	APÊNDICE C- Identificação e quantificação das matérias primas utilizadas no setor do corte e da serigrafia.....	129
	APÊNDICE D - Identificação e quantificação dos resíduos sólidos gerados no setor do corte e da serigrafia.....	130

## 1 INTRODUÇÃO

No final da década de 1960, surgiram no Brasil e no mundo, as primeiras preocupações com o impacto ambiental causado pela indústria têxtil, com foco, principalmente no setor de acabamento, tinturaria e estamparia. A crescente aceleração da produção industrial nos dias atuais tem como consequência direta o grande volume de resíduos industriais produzido, o que gera impacto negativo sobre o meio ambiente, cada vez mais degradado por tais processos.

Philippi Jr e Malheiros (2005) mostraram que o enfrentamento desses problemas devem ser tratados por intermédio do estabelecimento de políticas integradas tanto nos aspectos sociais, econômicos, institucionais, como ambientais, para que as indústrias em âmbito local encontrem eficiência na sua produção.

Os custos das empresas com proteção ambiental, incluindo redução da poluição, gestão de resíduos, monitoramento, impostos e seguros, têm aumentado rapidamente nos últimos anos devido às crescentes exigências das normas e regulamentações ambientais.

Segundo a NBR 10.004, a classificação dos resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes. Sendo classificados como: industriais, urbanos, de serviços de saúde, de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, agrícolas, radioativos e resíduo de construção e demolição (JARDIM, 1996).

Os resíduos industriais correspondem à cerca de 65 a 75% do total de resíduos gerados em regiões mais industrializadas, sendo que a responsabilidade pelo manejo e destinação destes resíduos é sempre da empresa geradora (ROCCA et al., 1993)

Segundo o relatório *Well Dressed The Present and Future Sustainability of Clothing and Textiles in the United Kingdom* desenvolvido pela Universidade de Cambridge (2006), cerca de 2,35 milhões de toneladas de têxteis foram desperdiçados no Reino Unido, 74% foi destinado ao aterro sanitário e 26% se dividiram igualmente entre recuperação e incineração e a média de resíduo têxtil chegou a 30 kg per capita por ano (GWILT, 2014). Na Espanha foram geradas em 2009, 106,7 toneladas de resíduo têxtil, já nos Estados Unidos, mais de 13,1 milhões de toneladas foram descartadas em aterros e mais de 100 milhões de toneladas de roupas usadas foram destinadas a América Central. Estima-se que em pouco tempo a China será responsável por 50 % dos resíduos têxteis gerados no mundo. Apenas em Hong Kong, 253 toneladas são descartadas diariamente (SALCEDO, 2014).

No Brasil, a indústria têxtil é relevante no que diz respeito à geração de riqueza e de empregos. Essa atividade fabril se consolidou fortemente, tornando o País um importante

produtor mundial de artigos têxteis – o 5º maior produtor mundial, com uma produção aproximada de 1,8 milhão de toneladas de artigos confeccionados (IEMI, 2014) e também o 5º maior produtor mundial de algodão (ABIT, 2011), uma das fibras naturais mais consumidas no mundo, com a qual é feita 60% das peças de vestuário confeccionadas no País (ABIT, 2011; MELLO et al., 2007). O Brasil ainda ocupa a 7ª posição na produção de fios e tecidos planos e a 3ª na produção de tecidos de malha (FINKLER et al., 2005), além de gerar 8 milhões de empregos diretos e indiretos (NEULS, 2012).

Segundo o Sindicato das Indústrias de Fiação e Tecelagem do Estado de São Paulo – Sinditêxtil -SP (2012), são produzidas anualmente 175 mil toneladas de aparas têxteis advindas somente dos cortes dos enfiados das confecções no Brasil. Destas, estima-se que mais de 90% tenham como destino os aterros sanitários ou o descarte ambientalmente incorreto.

Segundo dados do relatório anual divulgado pela Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG), a cidade de Divinópolis é o principal pólo confeccionista do estado, ficando à frente da capital do estado, Belo Horizonte, que ocupa a segunda colocação e da cidade de Juiz de Fora, que vem em terceira. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), afirmam que o município possui 230.848 habitantes e 786 empresas no setor confeccionista, dentre elas, 52 estamparias, que são responsáveis por 21,4% de toda a produção do estado (SINVEDS, 2015). Quando avaliado apenas o vestuário, a participação sobe para 24,9%. A cidade também é responsável por 17,7% dos postos de trabalho, com 26.501 funcionários.

Nas últimas décadas a região de Divinópolis/MG tem se tornado um importante pólo têxtil. Com um crescimento acelerado tanto por parte das indústrias de confecção do vestuário como principalmente pelas indústrias de estamparias têxteis. Atualmente, a expansão dessa produção industrial tem como consequência direta a geração de grande volume de resíduos, o que evidencia a preocupação com a degradação do meio ambiente tanto pela geração quanto pelo descarte inadequado desses resíduos.

Segundo o Guia Técnico Ambiental de Tintas e Vernizes - série P+L(2008), os principais impactos ambientais do setor de estamparia têxtil podem estar associados tanto à geração de efluentes como ao processo produtivo, ao próprio uso dos produtos ou mesmo à geração de resíduos de embalagens pós-uso, gerando impacto negativo sobre o meio ambiente, cada vez mais degradados por tais processos.

As medidas de P+L na indústria têxtil se aplicam na redução de consumo dos principais insumos, de emissões atmosféricas, sobras de tecidos, desperdícios de corantes e

pigmentos da estamperia, perdas nas mesas de silkagem e vários outros pontos que devem ser monitorados.

A palavra sustentabilidade faz-se protagonista neste cenário, devido à necessidade de uma produção viável, ou seja, que satisfaça as necessidades desta geração sem comprometer as futuras.

Desta forma, legislações Federais como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, tornam obrigatória a elaboração de planos de resíduos sólidos nos municípios, projetos voltados ao reaproveitamento dos resíduos industriais e a necessidade de uma educação ambiental para o cidadão.

Neste contexto, o presente estudo buscou identificar e quantificar os resíduos sólidos gerados nas etapas do processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia em uma indústria de estamperia têxtil a quadro manual localizada na cidade de Divinópolis/MG.

Espera-se com este estudo, contribuir com o desenvolvimento econômico da empresa e conseqüentemente com a minimização dos impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos, compatibilizando esse segmento produtivo com o equilíbrio ecológico e sustentável.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Essa pesquisa teve por objetivo identificar e quantificar os resíduos sólidos gerados no processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia de uma Indústria de Estamparia Têxtil a quadro manual na cidade de Divinópolis – MG.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a indústria de estamparia têxtil a quadro manual;
- Descrever e caracterizar as etapas envolvidas no processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia;
- Identificar e quantificar a matéria prima e os resíduos sólidos gerados nas etapas envolvidas no processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia;
- Caracterizar o armazenamento e a disposição final dos resíduos sólidos gerados nos setores do corte e da serigrafia e nas etapas do processo produtivo.
- Propor alternativas para minimização e disposição final dos resíduos sólidos gerados nos setores em pesquisa.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura do estudo centraliza a temática dos resíduos sólidos gerados no processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia de uma indústria de estamparia têxtil a quadro manual. A pesquisa teve como propósito o diagnóstico do gerenciamento desses resíduos e, para isso, foi embasada na regulamentação da Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010 pelo decreto 7404/10, de 23 de dezembro de 2010 (Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS), assim como, na Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT, em sua Norma NBR 10004:2004 e NBR 11174:1990.

#### 3.1 ESTAMPARIA: DOS PRIMÓRDIOS À CONTEMPORANEIDADE

Arelada à história do tear, a arte de estampar foi utilizada já no começo do período histórico: em 4.000 a.C, no Egito pré-dinástico, homens já vestiam couros pintados com óxidos e carvoaria (NEVES, 2000).

Os primeiros tecidos estampados foram produzidos pelos fenícios, com técnica de bloco e a tecelagem era feita com fios de muitas cores. Os blocos de madeira (ou pedra) eram esculpidos na forma de entalhes e eram estampados como os carimbos de hoje. O stencil também era muito usado (NEVES, 2000).

Em meados do século XIII, as tecelagens de Regensburg e Colômbia demonstravam a influência de certos protótipos de padronagens oriental, que gradualmente foram sendo adaptadas ao gosto europeu, rompendo-se assim um padrão pré-estabelecido. Na Itália, durante o século XIV, o florescimento das estampas de flores. A moda dos tecidos de estampas florais se tornou generalizada, nas regiões de Genova e Florença (NEVES, 2000).

Para os espanhóis, nos séculos XIV e XV a seda era a mais cobiçada, pois refletia uma distinção soberba que os atraía devido a seu temperamento. Surgiu então uma imensa variedade de padrões de estamparia como listras, quadrados axadrezados e figuras. Embora os trabalhos dos centros europeus fossem muito bons, as pessoas continuavam fascinadas pelos tecidos orientais, alguns até com pequenos pássaros dourados eram vistos nos tecidos da Antioquia (NEVES, 2000).

No decorrer do século XVIII começaram a ser encontrados exemplos da flora exótica, em padronagens que exibiam flores e frutos desconhecidos na Europa até então. Flores como o crisântemo, acabaram por criar o gosto pelas padronagens florais exóticas. Isto se manteve

até o final deste século, quando a moda voltou as suas origens ocidentais, com padronagens mais simples, como margaridas, papoulas e rosas (NEVES, 2000).

Durante o século XIX, essas padronagens florais realísticas se mantiveram populares. Entretanto, algumas padronagens florais formais e estilizadas em algodão acetinado foram desenvolvidas durante o período Art Deco. O final do século XX trouxe um revival do estilo vitoriano de flores em design natural. No Brasil em 1826 em Andaraí foi estabelecida uma estamperia que, usando algodão importado da Índia, produzia estampas em Chita (NEVES, 2000).

As padronagens pictoriais (representadas por nuvens, objetos, paisagens) adquiriram um tom refrescante no início do século XX, quando o movimento *Art Nouveau* introduziu elegantes imagens e plantas alongadas. O movimento *Arts and Crafts*, entretanto - em uma dinâmica quase pendular – tornou a explorar um design mais medieval, apresentando formas humanas em meio a fundos florais. O século XX trouxe ainda as padronagens inspiradas pela arte Mangá, influência da cultura de quadrinhos japonesa (NEVES, 2000).

Partindo para a serigrafia, os europeus são responsáveis em parte por sua disseminação pelo mundo. Seu aparecimento na Europa foi por volta de 1890, onde era utilizada exclusivamente para a decoração de tecidos. Passando posteriormente para a França, na região da Lion, também para a impressão de tecidos, onde, na época, denominou-se "impressão lionesa". Desde então, transformou-se em um dos processos mais utilizados e mais versáteis da reprodução gráfica, sendo empregue em praticamente todas as áreas de trabalho de impressão, desde a produção de tecidos até papéis de parede de alta qualidade (KINSEY, 1979).

A serigrafia assim como qualquer outro processo de impressão deve ser considerada como um meio específico ou uma ferramenta de trabalho, através do qual o artista segue para a descoberta de sua própria linguagem (FAGUNDES, 2002).

A serigrafia têxtil começou no Brasil antes da II Guerra Mundial, onde as estamparias brasileiras utilizavam mesas planas e as primeiras máquinas de estampar *rouleaux*, porém com a limitação de estampar apenas quatro cores. As gravações dos desenhos eram feitas em cilindros maciços de cobre, cujas gravações eram efetuadas por pantógrafos em baixo relevo com acabamento por tratamento químico (KINSEY, 1979).

Nas décadas de 50 e 60, houve uma grande evolução nas estamparias do Brasil. As poucas indústrias que utilizavam mesas planas passaram a importar máquinas de quatro e seis cores, gravadoras completas e semi-automáticas, dando início às gravações de matrizes com fotossensíveis no Brasil (KINSEY, 1979).



No começo dos anos 60, chegaram as primeiras máquinas rotativas para estampar tecido corrido, com cilindros de níquel ou cromo e emulsão para gravação. Esta época foi o período de grande evolução do país na serigrafia em geral, com alto crescimento de novas estamparias, maquinários, berços aquecidos, novas tecnologias e outros (GOMES, 2007).

Hoje já existem máquinas totalmente automatizadas para estampar, emulsionar, revelar e até mesmo para preparar a cor da tinta. Os produtos químicos para a serigrafia têxtil têm evoluído muito, conseguindo melhorar cada vez mais o acabamento final, o toque, a resistência, a durabilidade e a definição das estampas (GIJON, 2015).

### 3.2 ESTAMPARIA TÊXTIL: CONCEITOS E PROCESSOS

A estamparia, que é a impressão no tecido, ou o ato de estampar no lado direito do tecido, pode ser modular, com a repetição do módulo ao longo da superfície do tecido, ou representar um desenho único (estampa localizada). A palavra estamparia é proveniente da língua inglesa *printwork* (trabalho pintado) (CHATAIGNIER, 2006).

A estamparia, por sua vez, utiliza em seus processos manuais, mecânicos e automatizados, os pigmentos, que são partículas insolúveis empregadas na fabricação de tintas que se depositam sobre a superfície dos tecidos, não reagindo quimicamente com as fibras (NEVES, 2000). Exemplo disso são os métodos tradicionais de impressão, como a serigrafia.

Segundo Chataignier (2006), a estamparia com pigmentos domina mais de 50% dos artigos estampados em todo o mundo. Para se atingir este enorme mercado muitas novas tecnologias tem se apresentado nos últimos anos, sejam elas em equipamentos ou em produtos químicos, tais como: fixadores isentos de formaldeído/melanina; ligantes de toque muito macio com elevada solidez, rendimento e brilho; pigmentos isentos de metais pesados.

Esta preocupação em colocar produtos de alta tecnologia no mercado não se resume apenas à qualidade dos produtos, mas principalmente com o respeito à natureza pela indústria têxtil (MACEDO, 1995).

Na estamparia digital, são utilizados corantes reativos (usados sobre fibras celulósicas e protéicas naturais ou artificiais), corantes dispersos (usados sobre fibras sintéticas como o poliéster, acetato e triacetato) ou corantes ácidos (aplicados sobre fibras protéicas, como lã e seda, e sintéticas, como poliamida), bem como pigmentos (NEVES, 2000).

Há tempos que a estamparia confere cores nas fibras. Na verdade, a estamparia de tecidos é uma arte milenar, que se aproximou do que conhecemos hoje durante o século XVI,

período das grandes navegações. No entanto, a técnica evoluiu por métodos diferentes (AGUNZI, 2011).

O processo de estamparia é a etapa do beneficiamento têxtil que tem como objetivo conferir cor, em geral na forma de desenhos, aos tecidos. O processo de estamparia pode ser o toque final para produtos já confeccionados (processo de serigrafia) ou pode ser um processo para os tecidos (estamparia industrial) que receberão estampas em toda a sua extensão. Alguns métodos de estamparia são descritos a seguir:

### 3.2.1 Estamparia a Quadro Manual: Métodos

Estampas são realizadas utilizando quadros, ou telas de serigrafia, ou *silk-screen*, ou "*screen-printing*" em inglês. Pode ser manual ou mecanizada. Existem máquinas automáticas, que acomodam até 12 quadros, que são acionados mecânica ou pneumáticamente e estampam até 80 metros por minuto. Um investimento alto que só se justifica para grandes volumes de produção ininterrupta; como no caso de fábricas de tecido (SILK D, 2011).

A ferramenta fundamental do *silk-screen*, ou serigrafia são os quadros, telas ou matrizes. É constituída da moldura e de uma gaze ou tecido, esticado e fixado na moldura. Originalmente os quadros eram esticados com seda, daí o nome *seri* (seda em latim) *grafia*, ou *silk-screen* (*silk* = seda em inglês, *screen* = tela). Atualmente, utilizam-se tecidos técnicos de poliéster, de alta precisão, fabricado exclusivamente para este fim, devido a sua excelente estabilidade dimensional que garante o registro das cores da estampa. As molduras podem ser em madeira, alumínio ou ferro galvanizado, conhecido no mercado como "metalon"(SILK D, 2011).

O metalon é oferecido em várias bitolas e espessuras de parede, permitindo montar-se quadros com a resistência que se deseje, para suportar a alta tensão de esticamento das telas, que alcançam 28 Newtons. As telas possuem 2 parafusos de apoio e um outro com uma "chaveta". Os parafusos regulam o movimento longitudinal da estampa na hora do registro e a chaveta regula o movimento lateral. Estes três elementos, devidamente ajustados, permitem que se estampem cada cor no seu devido registro. Registro é o encaixe exato de cada cor do desenho nas demais cores que compõe o desenho. Normalmente já se grava as telas devidamente registradas (SILK D, 2011).

As telas (Figura1) são gravadas com a imagem de cada cor componente do desenho. Para isto, utiliza-se de uma emulsão fotográfica que com muita técnica é aplicada uniformemente ao tecido do quadro com um aplicador apropriado. Depois de seca, na posição

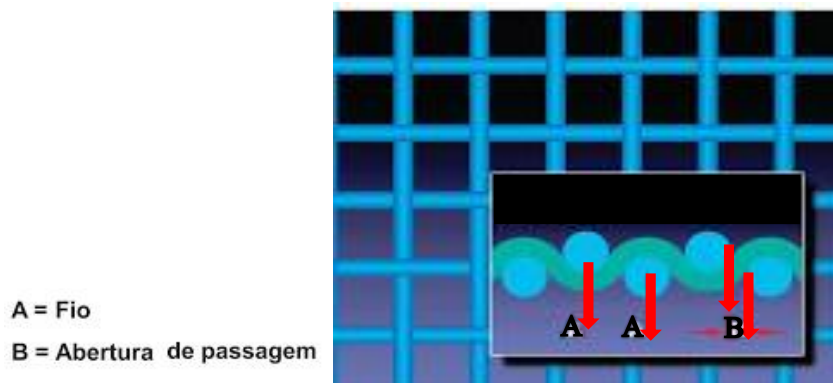
horizontal (para não escorrer) a tela pode então ser gravada (SILK D, 2011). A (Figura 2), mostra a estrutura da tela tecida.

Figura 1 – Telas em madeira e nylon utilizadas para serigrafia



Fonte: [http://www.suaarte.art.br/produto.phpcod\\_produto=8085430](http://www.suaarte.art.br/produto.phpcod_produto=8085430)

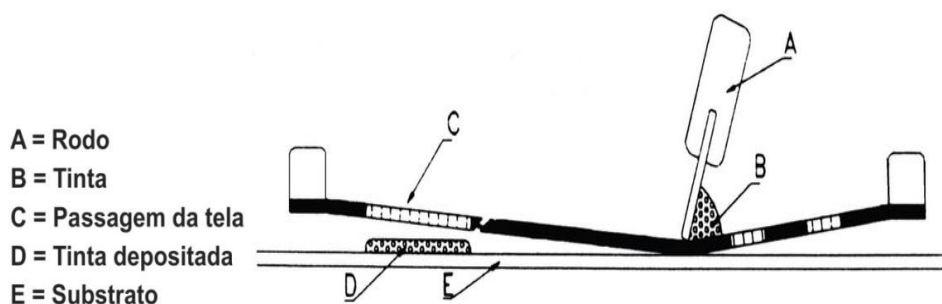
Figura 2 – Estrutura da tela de nylon utilizada para serigrafia



Fonte: <http://drsilk.blogspot.com.br/2011/12/v-behaviorurldefaultvmlo.html>

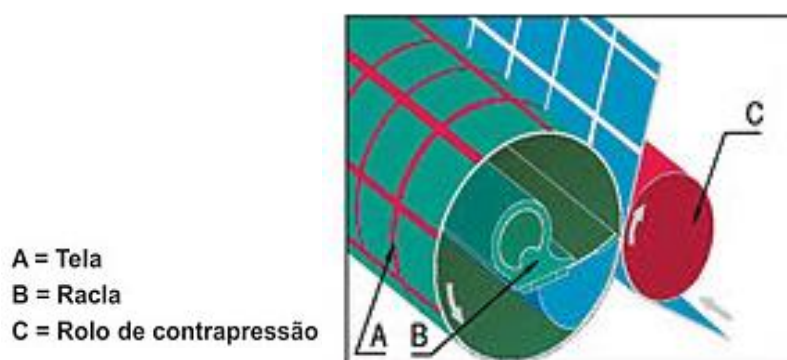
Segundo Silk D (2011), a serigrafia divide-se em dois tipos de impressão: plana e rotativa. Na primeira, utiliza-se os tecidos fixados em molduras formando as telas planas; e na outra, utiliza-se os cilindros que possuem uma tela de níquel em forma de camisa fabricada por eletroformação. A serigrafia plana é utilizada para impressão localizada, enquanto a serigrafia rotativa é utilizada para impressão a metro. Cada um desses processos possui suas características próprias, como mostra as (Figuras 3 e 4).

Figura 3 – Método de impressão da serigrafia plana



Fonte: <http://drsilk.blogspot.com.br/2011/12/v-behaviorurldefaultvmlo.html>

Figura 4 – Método de impressão da serigrafia rotativa



Fonte: <http://drsilk.blogspot.com.br/2011/12/v-behaviorurldefaultvmlo.html>

A serigrafia pode ser usada como processo criativo bastante semelhante a outros processos gráficos diretos, explorando as características deste meio e desenvolvendo as possibilidades expressivas em função das suas propriedades particulares; mas pode ser usado também como um simples meio de reprodução de uma imagem que já existente. (KINSEY, 1979).

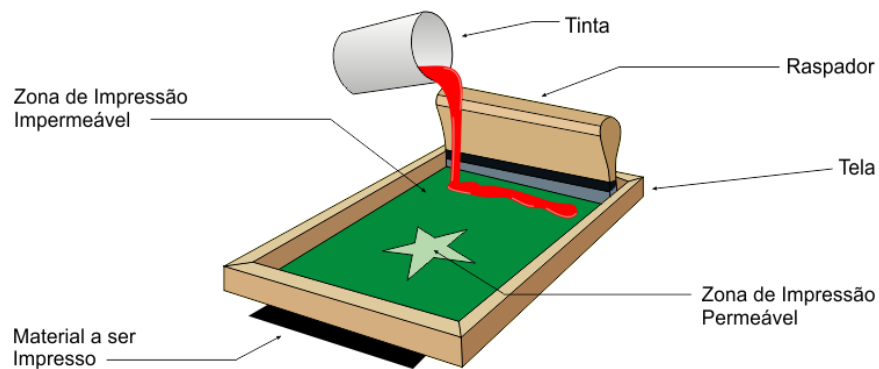
O processo de serigrafia têxtil pelo método a quadro plano dividi-se em manual e automático, conforme descrito a seguir:

### 3.2.1.1 Serigrafia a Quadro Manual

É considerada a mais popular forma de estamperia localizada. É feita a partir de uma tela de nylon perfurada (revelada pela impressão de um filme fotolito), onde a tinta é aplicada na tela e transferida para o tecido pelos furos na tela, podendo ser utilizado de 1 a 4 cores. Utilizada em empresas de menor escala produtiva, pode ser aplicada tanto de maneira convencional, como na constituição de efeitos especiais sobre a superfície com aplicação de

texturas tridimensionais e acabamentos diversos por meios químicos: efeitos brilhantes, opacos, nacarados, encerados, *cloqué* (superfície enrugada), *devorê ou burn out* (aplicação de química que corrói as fibras celulósicas conferindo transparências em tecidos mistos), flocado (efeito aveludado), aplicação de *foil* (efeito metalizado), dentre outros (GOMES,2007). A (Figura 5), mostra o processo de aplicação da tinta na serigrafia a quadro manual.

Figura 5 – Processo de impressão da serigrafia a quadro manual



Fonte: [www.mpsnnet.net](http://www.mpsnnet.net)

Alguns efeitos especiais da estamperia a quadro plano manual estão destacados nas Figuras 6 a 9.

- a) **Foil**- É uma fina folha metálica importada que é aplicada do tecido através de uma cola. A cola é aplicada como qualquer cor no processo de *Silk-Screen* através da tela de *nylon*. Depois de aplicada a cola, a folha de *foilé* colada na peça, que é levada para uma prensa térmica e retiradas as sobras que não foram aplicadas pela cola. O *foil* é utilizado para obter brilhos como prateados e dourados (Figura 6) (GIJON, 2015).

Figura 6 – Efeitos de estamperia através da aplicação de *foil* no tecido



Fonte: <http://www.fashionbubbles.com/historia-da-moda/ tipos-tinta-efeitos-silk-screen/>

- b) **Flocagem** - É um processo de aplicação parecido com o do *Foil*, onde é aplicada uma cola localizada no tecido através da tela e a peça vai para uma máquina especial onde são aplicadas pequenas fibras sobre a cola, resultando num efeito de estampa que parece um veludinho colado (Figura 7), (GIJON, 2015).

Figura 7 – Efeitos de estamparia através da aplicação de flocagem no tecido



**Fonte:**<http://www.fashionbubbles.com/historia-da-moda/ tipos-tinta-efeitos-silk-screen/>

- c) **Refletivo** - Tinta prensada especial que tem poder refletivo de luz. É como aplicar uma fita refletiva 3M na peça (Figura 8), (GIJON, 2015)

Figura 8 – Efeitos de estamparia através da aplicação de refletivo no tecido



**Fonte:**<http://www.fashionbubbles.com/historia-da-moda/ tipos-tinta-efeitos-silk-screen/>

- d) **Plastisol** - é um a tinta reagente ao calor, onde seu brilho é semelhante ao do plástico, e aplicando calor a tinta é possível obter volumes na estampa. É o famoso emborrachado (Figura 9), (GIJON, 2015).

Figura 9 – Efeitos de estamparia através da aplicação de plastisol no tecido



Fonte: <http://estampaweb.com/2014/08/estampas-em-alto-relevo>

### 3.2.1.2 Serigrafia a Quadro Automático

Para maiores escalas de produção, dependendo do resultado que se quer, utiliza-se a estamparia com quadros automático. Processo aplicado a tecidos corridos ou a metro. As máquinas de estampar a quadro são formadas por um tapete/esteira que se movimenta e, sobre ele os quadros aonde deslizam as régua em movimentos descendentes e ascendentes. O *rapport*, o número de passagens, o tipo de régua, a pressão e a velocidade das régua dependem do desenho, processo e tipo de material a estampar (NEVES, 2000, p. 26).

Para peças prontas e semi prontas, também utiliza-se uma máquina chamada de carrossel, desenvolvida para impressão automatizada de camisetas, com placas de tamanho que possa acomodar a modelagem. Estas placas são “vestidas” com a peça fechada (camisetas e *tops* em geral) e os quadros já posicionados sobre a peça vão se movimentando de forma circular, conforme a programação feita na máquina (NEVES, 2000). As Figuras 10 e 11, mostram os tipos de máquinas do modelo carrossel semi-automáticos.

Figura 10 – Máquina carrossel semi-automático para impressão de camisetas



Fonte: <http://pt.slideshare.net/debcseri/definio-de-estamparia-industrial>



Figura 11 – Máquina carrossel giro automático para impressão de camisetas



Fonte: <http://pt.slideshare.net/debcseri/definio-de-estamparia-industrial>

Já na Figura 12 é mostrado a máquina do tipo carrossel totalmente automatizada.

Figura 12 – Máquina carrossel automático para impressão de camisetas



Fonte: [www.brazzoli.net.cn](http://www.brazzoli.net.cn)

### 3.2.2 Estamparia Rotativa ou Rolo Contínuo (*Roller printing*)

Este é o processo de estampagem mais usado para estampar tecido em grande quantidade, com rapidez e qualidade. Na estamparia por cilindro pode-se estampar até 60m por minuto. Tendo como vantagem sobre a estamparia a quadro, a maior velocidade para estampar e, como consequencia, maior metragem por dia (custo x benefício). Além de permitir estampar áreas chapadas e com listras contínuas (MEZA, 2010).

No interior do cilindro, em seu eixo, há um tubo perfurado por onde a pasta de estampar é bombeada. A pasta é forçada a passar pelos orifícios por um sistema de rodos de pressão fixa (MEZA, 2010).



A Figura 13, apresenta o processo de estampagem da máquina rotativa por cilindro. Neste processo utiliza-se uma tela cilíndrica de metal fino perfurado, no qual o número de perfurações pode ser variado (denominado de *mesh*), dependendo do tipo de tecido e do desenho a ser estampado. O tecido é colocado em um tapete de borracha em movimento contínuo. Os cilindros estampadores são colocados em vários cabeçotes de impressão e giram na mesma velocidade do tapete. A máquina possui uma barra cilíndrica de aço que exerce pressão quando é abaixada por um campo magnético localizado sob o tapete (ANDRADE FILHO; SANTOS, 1987).

Na Figura 14, pode ser observada a estrutura da tela Mesh, unidade que indica o número de orifícios por centímetro quadrado.

Figura 13 – Máquina de estamparia rotativa por cilindro para diferentes tipos de tecidos

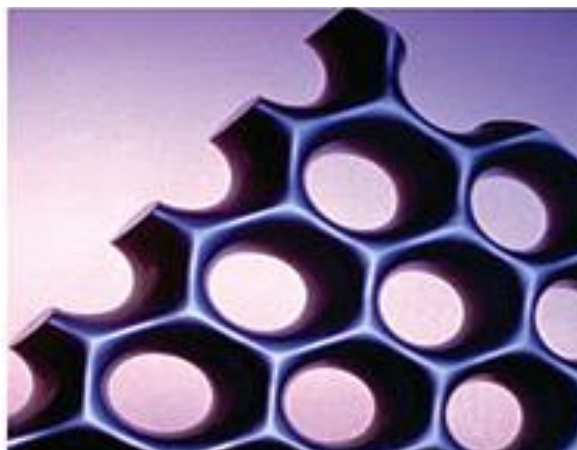


Fonte: <http://pt.slideshare.net/debcseri/definio-de-estamparia-industrial>

Figura 14 – Estrutura da tela mesh utilizada na estamparia rotativa

Material:

- 100% níquel
- Eletroformação
- Estrutura exagonal



Fonte: <http://www.fashionbubbles.com/historia-da-moda/>

Quanto às pastas, suas características reológicas (viscosidade, escoamento, elasticidade e plasticidade) são fundamentais para o bom funcionamento da estampa. A penetração no tecido é fundamental para que a coloração não aconteça apenas nas fibras superficiais, pois quanto maior o contato da pasta com o tecido, maior a resistência da estampa (BELTRAME, 2000).

### 3.2.3 Estamparia Digital: Métodos

A impressão digital têxtil é uma das últimas novidades em se tratando de estamparia, técnica moderna e revolucionária que vem trazer uma solução para a produção de resíduos se tornando uma técnica menos agressiva ao meio ambiente e com o diferencial de se poder abusar da criatividade devido aos inúmeros recursos que possuem as impressoras atualmente (NEVES,2000).

Segundo Yamane (2008), o desenvolvimento dessa tecnologia visa a atender uma tendência de mercado, que é a demanda por pequenos lotes de produção e grande variedade de desenhos, cores e formas. A tecnologia de estamparia digital é utilizada para desenvolver e produzir amostras, estampas individuais (*design* exclusivo) e produções e tamanhos diferenciados.

Com isso, diminui-se um dos grandes gastos do processo de estamparia, que é a gravação de telas ou cilindros, visto que o desenvolvimento de um produto pode ser enviado diretamente para a estação de estampagem, sendo que a outra grande vantagem dos sistemas de estamparia digital em relação ao sistema tradicional é a minimização de custos e impactos ambientais (YAMANE, 2008).

De acordo com Laranjeira (2013), a estamparia digital basicamente pode ser de dois tipos, indireta e direta. A técnica de impressão indireta ocorre por termo-transferência enquanto que a impressão direta ocorre por jato de tinta.

#### 3.2.3.1 Impressão por Termo Transferência

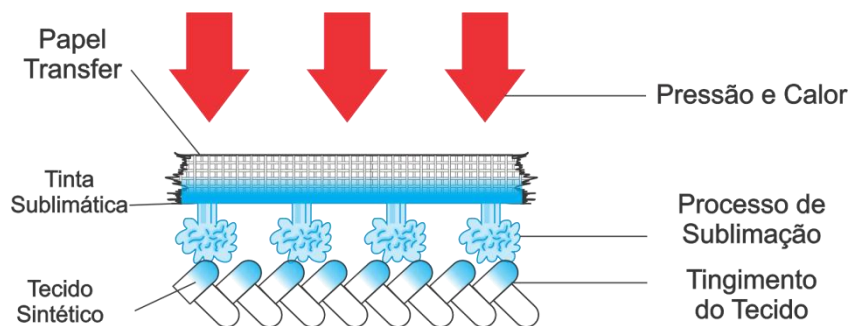
O processo de impressão por termo transferência (Figura 15), também conhecido como Transfer ocorre através de sublimação, onde a aplicação de intenso calor permite a transferência de uma imagem previamente impressa em papel, para o tecido. É muito utilizada também para a produção de brindes em geral (LARANJEIRA, 2013).

A Termo Transferência pode ser pneumática ou manual. O processo pneumático consiste na transferência do papel para o tecido através de cilindros de aço, em cujo interior há um óleo aquecido a 260 graus. O tecido e o papel passam entre um feltro aquecido e o cilindro, como um sanduíche. Após essa operação, o tecido está pronto para ser entregue ao cliente (YAMANE, 2008).

O funcionamento do processo de termo transferência manual, utiliza-se de impressora adaptada para a tinta sublimática e depois de impressa a imagem, usa-se uma máquina de estampar/Prensa Térmica (Figura 16) para transferir através de pressão e calor a imagem para o material desejado, seja ele: tecidos sintéticos (poliéster), roupas esportivas, chinelos, cerâmica, alumínio e muitos outros (CSERI, 2014).

A tinta sublimática é uma tinta que reage diretamente com a fibra dos tecidos de poliéster e poliamida e funciona como uma espécie de tingimento localizado (CSERI, 2014). Na (Figura 17), é apresentada a prensa térmica manual para aplicação do transfer.

Figura 15 – Processo de impressão por termo transferência no tecido



Fonte: <http://pt.slideshare.net/debcseri/definio-de-estamparia-industrial>

Figura 16 – Calandra Termo transferidora utilizada para transferir imagem para tecido



Fonte: <http://www.maquinasmirandopolis.com.br/produtos.htm>

Figura 17 – Prensa térmica manual utilizada para transferir imagem para tecido



**Fonte:** [www.socd.com.br](http://www.socd.com.br)

### 3.2.3.2 Impressão por Jato de Tinta

A estampa digital por jato de tinta é a tecnologia mais recente de impressão em tecidos. O princípio de execução é o mesmo da impressão no papel e foi simplesmente adaptado para ser desenvolvido em outro substrato. Nela, os tecidos precisam receber tratamentos especiais antes e após a impressão para garantir a adesão e permanência das cores. Além disso, os pigmentos foram, em sua maioria, substituídos por corantes a fim de evitar o acúmulo de tinta na impressora e no tecido. Para cada composição do tecido (vegetal, animal ou sintético), um corante diferente (LARANJEIRA, 2011).

Além das vantagens de design que oferece a impressão digital, a estampa em tecido por jato de tinta (Figura 18) é muito mais ecológica que os métodos tradicionais. De acordo com estimativas, o consumo energético das impressoras digitais é 50% menor que as rotativas, e também empregam menos tinta na produção da imagem, desperdiçam menos materiais e economizam água, não sendo necessária a lavagem de telas (BOWLES; ISAAC, 2009, p.18).

Figura 18 – Processo de impressão por jato de tinta para tecidos



**Fonte:** <http://www.estilotex.com.br/blogartesia/lancamentos/tecnologia-da-estamparia-digital>

### 3.3 PROCESSO PRODUTIVO DA ESTAMPARIA DO VESTUÁRIO A QUADRO PLANO MANUAL

A estamparia a quadro plano pelo método manual é conhecida como serigrafia ou, *silk-screen*, processo de impressão que consiste na transferência da tinta através de uma trama de tecido que, vedada em determinados pontos possibilita a passagem de tinta de acordo com o motivo que se quer estampar (NEVES, 2000).

O segmento de serigrafia é entendido pela CNAE/IBGE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas, como a atividade de Serviços de impressão (*Silk-Screen*), classificada com o código 1813-0/01, podendo ser efetuados em peças do vestuário ou material publicitário (SEBRAE, 2015).

Embora a serigrafia tradicional tenha sofrido um grande impacto devido às novas tecnologias de impressão digital, ainda é um procedimento relativamente barato e simples em relação a outros processos e é amplamente utilizada na impressão de produtos do vestuário, assim como de vários outros objetos (NEVES, 2000).

Os processos de serigrafia podem ser divididos em três etapas principais: Criação da arte, Gravação e Impressão. Todas as etapas estão interligadas e o resultado de uma etapa impacta diretamente com o resultado da seguinte. Gomes (2007) descreve as etapas a seguir:

- **Criação da arte:** a criação da "arte" ou desenho é a base de todo o processo. Se o desenho estiver mal feito (arte-final) afetará todo o resto do trabalho. Há duas maneiras de se fazer um desenho para serigrafia: manual e computadorizado. O desenho manual utiliza papel vegetal, canetas de tinta nanquim, letras transferíveis, filme de recorte, etc., desenvolvendo a produção de um estêncil para em seguida aplicar a tinta. Outra maneira de se fazer uma arte-final é com o auxílio de um computador e softwares de edição de imagem tais como o *Corel Draw* ou *Adobe Photoshop*. Uma vez desenvolvida a "arte-final" esta é reproduzida para um fotolito (sistema fotográfico) ou um filme a *laser* (sistema a *laser*).

- **Gravação:** a gravação é o processo de produção da matriz com o desenho (arte-final) a ser reproduzido. A matriz é uma espécie de molde, a partir do qual são geradas as reproduções no processo de serigrafia. Também chamada de tela, a matriz é feita normalmente de seda, náilon ou poliéster.

- **Impressão:** É o processo de transferência da tinta para o suporte de impressão ou substrato. A tinta é pressionada contra a matriz até que atravesse o tecido pelos espaços livres e imprima o produto final na peça.

Além das etapas do processo de produção do setor serigráfico, também estão incluídos em empresas do ramo, os processos administrativo-financeiros que incluem a gestão das vendas, compras de insumos, relacionamentos com bancos, contador, etc. e demais sub-processos associados (GOMES, 2007).

Algumas indústrias de estampa com produção pelo método de serigrafia optam em confeccionar suas próprias peças. Sendo necessário incluir em seu processo produtivo os setores de criação, modelagem, corte, bordados e costura, como descritos a seguir:

- **Criação/Estilo:** sua responsabilidade é absorver informações mercadológicas tais como a preferência do público alvo e tendências de moda para então desenvolver produtos que atendam as exigências do mercado consumidor dentro das limitações da empresa. Este setor necessita ter conhecimento sobre as tendências da moda e as características da estratégia da empresa, para então, desenvolver modelos que facilitem a comercialização. Cabe a este departamento definir modelos, formas, fibras, cores e estampas para novos produtos. (GOULARTI FILHO E JENOVEVA NETO, 1997).

- **Modelagem:** a modelagem é a transformação da criação em molde para que se torne possível a montagem da peça base e da sua gradação. Consiste na concretização das ideias desenhadas pelo estilista ao elaborar os moldes, adequando as proporções às peças a serem fabricadas (MILAN, VITTORAZZI e REIS, 2010).

- **Corte:** os autores Lobo, Limeira e Marques (2014) indicam que o corte é o ato de separar uma das outras as peças que compõem uma veste no tecido. É considerado mundialmente o processo mais importante na confecção, porque o resultado do processo influencia sensivelmente a qualidade e o preço final do produto. Neste setor os tecidos são estendidos e alinhados criteriosamente uns sobre os outros conforme o plano de corte, formando uma pilha de tecido denominada como enfesto (LOBO, LIMEIRA E MARQUES, 2014; AUDACES, 2014).

Dentre todos os setores produtivos envolvidos na confecção das peças do vestuário, o setor do corte exerce o maior impacto financeiro e ambiental na indústria. O tecido é a matéria prima mais cara do processo produtivo e o principal resíduo eliminado (ARAÚJO, 1996; AUDACES, 2014).

- **Bordados:** o bordado é uma forma de criar e gravar, desenhos, figuras, marcas, impressões e ornamentos em produtos feitos de tecidos, utilizando para este fim, máquinas específicas para sua confecção, elaboração e personalização (SEBRAE, 2015).

- **Costura:** este processo requer um profissional de costura que possua conhecimento intelectual completo do projeto de montagem do vestuário, isso engloba: operacionalização

das máquinas de costura, conhecimento sobre tecidos, linhas, aviamentos, costurabilidade, montagem e acabamento (MENDES; SACOMANO; FUSCO, 2006).

O setor de costura corresponde à cerca de 80% das atividades confeccionista. As maiores inovações tecnológicas concentram-se nos setores de criação, corte e modelagem, com utilização de sistemas *Computer Aided Designe Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM)* que reduz o uso da mão de obra, já o setor de montagem permanece com um alto índice de recursos humanos, apesar da evolução tecnológica dos maquinários (LOBO, LIMEIRA E MARQUES, 2014).

### 3.4 PIGMENTOS E PASTA DE ESTAMPAR APLICADOS NA ESTAMPARIA TÊXTIL

Segundo Meza (2009), os pigmentos são substâncias corantes insolúveis que são depositadas à superfície das fibras por “colagem” por isso podem ser aplicadas a todos os tipos de fibras.

Os pigmentos são materiais coloridos que não se dissolvem em água, são praticamente insolúveis nos solventes usuais, além de não possuírem afinidade pelas fibras. Desta forma, os pigmentos são adicionados as pastas de estampar, junto com o emulgador e o ligante, que é um produto solúvel em água e com pH ligeiramente ácido que forma uma película com o fixado (WAJEHENBERG, 1977).

Os processos com pigmento produzem toques rígidos e muitas vezes são rejeitados pelas empresas que estampam seus artigos com corantes. Devido a isso, os fabricantes, cada vez mais, empenham-se em desenvolver produtos capazes de atribuir aos artigos estampados com pigmentos, algumas características presentes nas estampas com corante reativo, como: brilho, cor, maciez, solidez entre outras. (SINTEQUÍMICA DO BRASIL LTDA, 2009).

As estamparias em sua maioria usam pigmentos, por tanto, não requerem lavação das peças nem vaporização e geram poucos efluentes. Cerca de 75 a 85% do total das operações de estampagem são utilizados pigmentos e as etapas de lavagem são desnecessárias (SENAI, 2008).

Após a estampagem, seca-se o tecido a uma temperatura de 70 a 90°C. Afixação, para obter maior solidez à lavagem, se obtém através de condensação; durante 4/6 minutos à 130/150 °C, podendo-se conseguir também por vaporização neutra ou ácida. Para tons escuros, aumenta-se de 80 a 100 g/kg de pasta a quantidade de ligante, e adiciona-se 10 a 20 g/kg de um fixador (WAJEHENBERG, 1977).

Segundo Gomes (2007), a estamperia com pigmentos domina mais de 50% dos artigos estampado sem todo o mundo. Para se atingir este enorme mercado muitas novas tecnologias têm se apresentado nos últimos anos, sejam elas em equipamentos ou em produtos químicos, tais como:

- a) fixadores isentos de formaldeído/melanina;
- b) ligantes de toque muito macio com elevada solidez, rendimento e brilho;
- c) pigmentos isentos de metais pesados.

Esta preocupação em colocar produtos de alta tecnologia no mercado não se resume apenas à qualidade dos produtos, mas principalmente com o respeito à natureza pela indústria têxtil (MACEDO, 1995).

O rendimento de cor é uma prioridade que se deve atingir na estamperia com pigmentos. Neste sentido, o grau de dispersão do pigmento tem um grande efeito sobre o rendimento da cor. Por isso, a maioria dos pigmentos adequados a estamperia têxtil deve ter tamanho de partícula em torno de 0,1 a 1,0  $\mu$ , já que esta é a faixa onde os fatores como brilho, solidez à luz, afinidade, solubilidade e rendimento de cor podem ser obtidos em seus máximos valores (GIORDANO; CAMPOS, 2008).

Conforme Giordano e Campos (2008), as propriedades técnicas de aplicação dos pigmentos estão diretamente relacionadas com as características de sua estrutura química e também o estado físico. Para que o estampado tenha um bom rendimento de cor, o pigmento deve apresentar uma superfície mais contínua possível, de maneira que a luz que incida sobre a estampa mostre a reflexão do comprimento de onda desejado.

Segundo Pacheco (2002), entende-se por pasta de estampar uma combinação balanceada, constituído pelo corante ou pigmento e demais componentes necessários para a estampagem. Também recebe o nome de pasta de estampar aquelas isentas de pigmento ou corante, que são aplicados para obtenção de efeitos especiais ou reservas brancas.

Para conferir a viscosidade ideal adiciona-se certa quantidade de espessante, evitando que o produto fique muito líquido não permitindo a obtenção de contornos nítidos do desenho estampado (PACHECO, 2002).

Outro aspecto importante na qualidade das pastas é a distribuição homogênea de todos os componentes que a constituem. A alteração da viscosidade das pastas é responsável pela mudança na aparência do estampado. Através da fluidez, contornos e a penetração no tecido pela pasta, a tonalidade e a força do estampado serão alterados. A causa para esta observação é a quantidade de eletrólitos sobre o material têxtil. A pasta aplicada é influenciada pelos



eletrólitos, provocando a perda de viscosidade e assim, uma maior penetração da pasta de estampar (PACHECO, 2002).

Na preparação da pasta, é de vital importância conhecer o comportamento dos espessantes que se está utilizando, ou seja, se ele atingirá a viscosidade desejada e se todos os produtos auxiliares adicionados na formulação são compatíveis entre si. As tintas de base aquosa utilizam como fase volátil água adicionada de uma pequena quantidade de líquidos orgânicos compatíveis (BEZERRA, 2015).

Os produtos auxiliares podem ser: produtos ácidos ou alcalinos, amaciantes, ligantes (substâncias que polimerizam sob a ação do calor, formando uma fina camada à superfície das fibras que retêm os pigmentos), produtos de corrosão, dispersantes, produtos higroscópicos, agente anti-espuma, agentes conservadores (ARAUJO, 1996).

Além dos produtos auxiliares citados no (Quadro 1), nas estamparias a quadro manual utiliza-se cola. As colas usadas devem ser compatíveis com os corantes e os produtos usados na pasta de estampar (ARAUJO, 1996).

Quadro 1- Produtos auxiliares utilizados no processo de estampagem

PRODUTO	FUNÇÃO	BASE QUÍMICA
Espessante	Concede características reológicas e viscosidade à pasta impedindo a migração para outras regiões	Alginato; Carboximetilcelulose; Polímeros acrílicos;
Corante / Pigmento	Conferem cor ao tecido estampado	Várias
Dispersante	Dispersam pigmentos ou corantes insolúveis na pasta	Nonilfenol etoxilado
Resinas Ligantes	Proporciona a adesividade dos pigmentos (que não têm afinidade)	Polímeros estireno-butadieno / Acrilatos/ PVC com plastificantes
Agente Higroscópio	Permite à pasta ter um mínimo de umidade durante a termofixação para que o corante tenha um “carrier” da tinta para a fibra	Uréia
Ajustador de pH	Permite o pH ideal de reação do corante com a fibra ou para polimerização do ligante na estampagem com pigmentos.	Carbonato de sódio; Hidróxido de amônio; Trietanolamina
Antiespumante	Evita a formação de espuma e bolhas na preparação da tinta e na estampagem	Emulsões de silicones; Hidrocarbonetos alifáticos
Amaciantes	Melhora o toque final de estamparias feita com pigmentos	Emulsões de silicones.

Fonte: Alcântara e Daltin(1995), adaptado pela autora, 2016.

### 3.5 CONCEITOS GERAIS SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

O resíduo sólido industrial é todo resíduo resultante de atividades industriais que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso - quando contido, e líquido, cujas particularidades tornem inviáveis o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (CONAMA 313/2004).

Conforme Cogo (2011), entre todos os recursos naturais utilizados na indústria têxtil, a água é o recurso mais consumido no processo produtivo. Sendo que, 15% de toda água consumida no Brasil segue para o processo produtivo da indústria têxtil. Em nível mundial, o uso da água pode atingir 387 bilhões de litros por ano nos processos produtivos da indústria têxtil, mas, se levarmos em consideração todas as substâncias químicas usadas na fabricação e manutenção da higiene da roupa pelo consumidor através das várias lavagens, a contaminação das águas pode chegar a 20 %.

Segundo Teixeira (2015), esse fator se torna mais preocupante com o agravamento da crise hídrica, uma vez que o uso deste recurso é fundamental no processo de beneficiamento têxtil e geração de energia elétrica.

O processo para recuperação de artigos têxteis que contenham misturas de fibras não é um processo simples. Atualmente, representa um grande entrave para a reciclagem de tecidos, uma vez que os estudos e as tecnologias disponíveis para a produção em escala industrial é voltada a recuperação de tecidos que contenham fibras únicas em sua composição.

Embora existam estudos avançados que viabilize a separação de tecidos produzidos com fibras mistas, estes ainda se encontram timidamente em fase de reprodução em escala industrial (SALCEDO, 2014).

Já no processo de serigrafia, os principais aspectos ambientais da impressão serigráfica são os resíduos resultantes da preparação da tela, como restos de madeira, alumínio e da própria tela. Há também os resíduos do processo, como toalhas industriais e aparas; os efluentes compostos por produtos químicos diluídos, provenientes da etapa de limpeza das telas; as emissões de Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs), resultantes da evaporação dos solventes, tintas, vernizes ou adesivos, além do consumo de água e energia elétrica (WITTMANN, 2009).

### 3.6 IMPACTOS AMBIENTAIS DA INDÚSTRIA DE ESTAMPARIA TÊXTIL

No final da década de 60, surgiram, no Brasil e no mundo, as primeiras preocupações com o impacto ambiental causado pela indústria têxtil, centrando-se no setor de acabamento, tinturaria e estamparia (CHATAIGNIER, 2006).

A partir da década de 1970, as organizações ambientalistas e os consumidores europeus começaram a se preocupar com a qualidade dos alimentos que estavam ingerindo, compreendendo e evidenciando a correlação do uso dos agrotóxicos com as roupas (CHATAIGNIER, 2006).

Lima (2007) relata que foi após um crescimento considerável no ramo da produção ecológica, já no final dos anos 80, que as atenções de consumidores e ambientalistas se voltaram para o algodão, considerado um dos campeões mundiais no uso de agroquímicos e, conseqüentemente, de poluição ambiental.

Os resíduos sólidos das indústrias têxteis também podem ser gerados a partir do descaroçamento do algodão e até nos restos de fios e tecido na tecelagem. Esses resíduos variam em característica e quantidade dependendo da fonte geradora: materiais plásticos e celulósicos vindos de embalagens; lodo de ETE; cinzas provenientes das queimas de combustível nas caldeiras; e partes não aproveitáveis da matéria prima, fibrilas, fibras, fitas, fios, pavios, e outros. Os últimos itens poderão ser introduzidos novamente no processo de manufatura, ou serão reaproveitados para gerar produtos de qualidade diferentes. Quanto às cinzas, seu reaproveitamento dependerá da sua composição química, podendo ser disposta sobre o solo ou confinada em locais apropriados, no entanto, as indústrias vêm investindo para reduzir a geração destas ou reutilizá-las no processo produtivo de forma a reduzir os impactos gerados (FEAM; FIEMG, 2014).

A expressão “desenvolvimento sustentável” só começou mesmo a se legitimar a partir de abril de 1987, com a publicação do relatório “Nosso Futuro Comum, sendo consagrada cinco anos depois, na Rio-92 (VEIGA, 2012).

Em 1992, no Rio de Janeiro, com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), empresários e grandes empresas formaram uma aliança denominada de Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável, propondo uma reflexão sobre o meio ambiente, de modo a reverter prejuízos econômicos para suas empresas, decorrentes de inúmeros fatores como desperdício de energia e água, falta de aproveitamento de resíduos, alto custo da produção e passivo ambiental, que afetam as informações ambientais resultantes das atividades industriais, além de afetarem e influenciarem a saúde ambiental da população.

Conforme a Resolução CONAMA 01/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2014), é possível considerar o impacto ambiental como qualquer alteração das

propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas. Os impactos ambientais são diferenciados em função do tipo de organização, que pode ser do ramo industrial, comercial ou da prestação de serviços, sendo que: “O conhecimento dos impactos do empreendimento e de suas características, define as medidas tendentes a evitá-los, mitigá-los, compensá-los ou fortalecê-los” (REIS; QUEIROZ, 2002, p. 13).

Na produção da indústria de estamperia têxtil, com a adoção de legislações e programas de resultados efetivos, os avanços para controle e redução do impacto ambiental têm sido significativos (PACHECO, 2002).

No ano de 2010, o conceito de Eco-eficiência e de Desenvolvimento Sustentável foi adotado como princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e norteadores de futuros planos de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, a serem elaborados pelos setores públicos e privados (BRASIL, 2010).

Segundo o Guia Técnico Ambiental de Tintas e Vernizes - Série P+L (2006), os principais impactos ambientais do setor de estamperia têxtil podem estar associados tanto ao processo produtivo como à geração de efluentes, ao próprio uso dos produtos ou mesmo à geração de resíduos de embalagem pós-uso.

Conforme Pacheco (2002), um dos grandes desafios ecológicos da estamperia com pigmentos é a emissão de gases. Existem outras preocupações das indústrias em evitar a contaminação dos efluentes e a contaminação dos solos, mas as emissões dos gases são, hoje, o grande problema na indústria dos estampados. Outra preocupação é o uso do formaldeído que é utilizado como agente de fixação da tinta no tecido. Devido a este inconveniente, é recomendado utilizar fixadores com menor quantidade deste composto em sua composição.

Segundo Teixeira (2015), as Estações de Tratamento de Efluentes (ETE) passaram a ser obrigatórias às indústrias de manufatura têxtil, de estamperias e confecções que detém serviços de beneficiamento em suas dependências. O principal resíduo da ETE é o lodo industrial, que exige maior controle ambiental, devido às propriedades químicas (Confederação Nacional das Indústrias (CNI, 2014).

Este resíduo, de consistência pastosa, é retirado dos flutuadores ou dos sedimentadores nos processos físico – químicos composto de matérias orgânicas e inorgânicas, entre elas corantes, os quais contêm elementos químicos como alumínio, chumbo, cromo, cobre, ferro, titânio, silício, manganês, sódio, cálcio, magnésio, fósforo, carbono e cloretos, devendo passar por tratamento específico para o seu aproveitamento ou disposição final em aterros de resíduos industriais (CNI, 2014).

Os resíduos gerados na ETE são submetidos a processos de adensamento e secagem a fim de reduzir ao máximo todo o líquido contido no lodo, esse procedimento reduz o volume de resíduo a ser descartado e as possibilidades de lixiviação com resíduos contaminantes no solo. Por isso, a disposição adequada deste resíduo é onerosa e vem sendo um dos desafios deste setor industrial (CNI, 2014).

Já no processo produtivo do setor do corte, o principal resíduo gerado é o retalho de tecidos derivados das lacunas entre as partes da modelagem que formam o vestuário. Compreende-se como tecido todo “produto artesanal ou industrial em forma de lâmina flexível, resultado do entrelaçamento de fios ou fibras naturais, artificiais ou sintéticas, usado na confecção de tecidos do vestuário” (FARIAS, 2003).

Tanto na indústria de confecção como na estamparia, além da sustentabilidade ambiental, uma iniciativa que tem sido muito debatida é o design com o menor desperdício possível, que implica esforços para redução da quantidade de retalhos nas salas de corte, considerados resíduos sólidos gerados que acabam somando toneladas ao ano (BRAGA; PRADO, 2011).

Segundo o relatório *Well Dressed The Present and Future Sustainability of Clothing and Textiles in the United Kingdom* desenvolvido pela Universidade de Cambridge (2006), cerca de 2,35 milhões de toneladas de têxteis foram desperdiçados no Reino Unido, 74% foi destinado ao aterro sanitário e 26% se dividiram igualmente entre recuperação e incineração e a média de resíduo têxtil chegou a 30 kg per capita por ano (GWILT, 2014). Na Espanha foram geradas em 2009, 106,7 toneladas de resíduo, já nos Estados Unidos, mais de 13,1 milhões de toneladas foram descartadas em aterros e mais de 100 milhões de toneladas de roupas usadas foram destinadas a América Central. Estima-se que em pouco tempo a China será responsável por 50 % dos resíduos têxteis gerados no mundo. Apenas em Hong Kong, 253 toneladas são descartadas diariamente (SALCEDO, 2014).

Segundo Brasil Têxtil (2010), em 2009 foram consumidos 2.119.888 toneladas de fios e filamentos convertidos em tecidos planos e de malha. O desperdício de material têxtil no setor de corte, obtido pelo painel Delphi, em diferentes segmentos do vestuário (camisaria, *jeanswear*, *lingerie* etc.), considerando a média entre o encaixe manual e informatizado, apontou para um percentual médio de 20%, o que permite considerar que, somente no processo de corte de peças de vestuário são produzidas, aproximadamente, 423.978 toneladas de resíduos têxteis ao ano. Apesar de ser classificado como resíduo não perigoso esse volume, ao ser disposto diretamente sobre o solo, provoca degradação ambiental.

### 3.7 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICÁVEL AOS OS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS DE ESTAMPARIAS

Indústrias de estamparias atuantes no segmento de serigrafia estão sujeitas à conformidade com a legislação ambiental de cada Estado / Município, no tocante a geração de emissões atmosféricas (uso de tintas e solventes) e a disposição de efluentes líquidos.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT pela NBR ISO 12647 especifica uma quantidade de parâmetros e seus valores que serão aplicados quando da preparação de separação de cores para quadricromia por serigrafia na produção de provas ou tiragem em máquina plana ou cilíndrica.

A Lei Estadual nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, estabelece diretrizes para o correto gerenciamento dos resíduos sólidos, que contemplam a não geração, prevenção da geração, redução, reutilização e reaproveitamento, reciclagem, tratamento, destinação final e valorização (SIAM, 2015). É importante ressaltar que o acondicionamento, o armazenamento e o transporte dos resíduos sólidos são sempre de responsabilidade do gerador.

Segundo o programa da Secretaria do Estado do Meio Ambiente (SEMA, 2008), resíduos sólidos são materiais heterogêneos (inertes, minerais e orgânicos) resultante das atividades humanas e da natureza, os quais podem ser parcialmente ou totalmente utilizados, gerando, entre outros aspectos, proteção à saúde pública e economia dos recursos naturais.

Conforme Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002, resíduo sólido industrial: é todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso - quando contido, e líquido - cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, em sua norma NBR 10.004:2004 entende-se por resíduos sólidos:

Resíduos nos estados sólido, e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto

ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.” (ABNT, 2004, p. 1).

### **Classificação**

Dentre as várias formas de classificação para os resíduos, a mais utilizada atualmente é baseada no potencial de risco ao meio ambiente e à saúde pública, segundo a Norma NBR 10.004, de 2004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Desse modo, os resíduos sólidos estão divididos em:

- a) Classe I** = Perigosos;
- b) Classe II** = Não Perigosos, sendo:
  - Classe II A** = Não Perigosos e Não-Inertes;
  - Classe II B** = Não Perigosos e Inertes.

A periculosidade dos resíduos está associada às características decorrentes das propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas que possam apresentar riscos à saúde pública, provocando ou acentuando, de formas significativa, o aumento da mortalidade ou incidência de doenças e/ou risco ao meio ambiente.

A classificação dos resíduos sólidos antes de sua disposição é tarefa básica, a partir da qual é possível a prevenção de uma série de consequências danosas.

Para que o resíduo seja considerado perigoso ou Classe I, basta que seja identificada uma das seguintes características classificatórias: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade. Sendo identificada uma delas, o resíduo deverá seguir um padrão de coleta, transporte, tratamento e disposição final diferenciados.

O procedimento de classificação é iniciado pela identificação do processo ou atividade onde o resíduo se originou, momento em que se pode ter um indicativo prévio dos possíveis constituintes que serão encontrados na matriz analítica.

É certo que existe uma forma bastante apropriada para a classificação, mas a mesma somente será possível mediante consulta aos anexos da Norma ABNT – NBR 10004/2004, porém, tal procedimento poderá não ser suficiente, sendo necessária a coleta de amostra representativa de acordo com a Norma ABNT – NBR 10007/2004 e sua análise físico-química, segundo os padrões definidos pelas Normas ABNT – NBR 10004, 10005 e 10006/2004.

Essa análise físico-química será útil em muitos dos casos relacionados ao processo de destinação dos resíduos, inclusive para a obtenção do Certificado de Aprovação para Destinação de Resíduos Industriais –CADRI, junto à CETESB.

Existem resíduos, porém, que já estão previamente classificados, de acordo com ABNT (2004) e que dispensam análises detalhadas, dentre os quais podem ser destacados:

- a) Resíduos Classe I** - Perigosos
  - \_ Lâmpadas fluorescentes;
  - \_ Pós e fibras de amianto (asbesto);
  - \_ Baterias veiculares;
  - \_ Óleos lubrificantes usados.
- b) Resíduos Classe II A** – Não Perigosos e Não Inertes
  - \_ Restos de alimentos;
  - \_ Resíduos de papel e papelão;
  - \_ Resíduos de plástico polimerizado;
  - \_ Resíduos de borracha;
  - \_ Resíduos de madeira.
- c) Resíduos Classe II B** – Não Perigosos e Inertes
  - \_ Resíduos cerâmicos;
  - \_ Resíduos de argamassa.

Deve-se observar que as classificações perdem o valor quando ocorrer contaminação dos não perigosos por perigosos, ou quando houver mistura entre inertes e não inertes.

A disposição final dos resíduos sólidos industriais deverá ser realizada de acordo com a classificação de resíduos estabelecida pela série de normas 10.004 a 10.007 (Quadro 2) e ainda pela NBR 11.174/1990, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (FIEMG, 2014).

Pela NBR 10.004/2004 (ABNT, 2014), os resíduos sólidos têxteis são classificados como resíduos sólidos, de classe II A – não inertes, que podem apresentar propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

Quadro 2- Sequencia de Normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas aplicadas aos resíduos sólidos industriais

NORMAS ABNT - RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS	
NBR 10.004	Resíduos Sólidos – Classificação
NBR 10.005	Lixiviação de Resíduos
NBR 10.006	Solubilização de Resíduos
NBR 10.007	Amostragem de Resíduos
NBR 11.174	Armazenamento de Resíduos Classe II Não Inertes e III – Inertes

**Fonte:** Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT adaptado pela autora, 2016.

Já a NBR 11174/90 fixa as condições exigíveis para obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos classes II - não inertes e II B - inertes, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.

### 3.8 LICENCIAMENTO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA TÊXTIL EM MINAS GERAIS

A regularização/licenciamento ambiental é uma obrigação legal prévia à instalação de qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente. O licenciamento poderá ser feito no âmbito federal, estadual ou municipal, dependendo das legislações e estruturações dos municípios para exercer esta competência.

No caso do setor têxtil, o licenciamento ocorre em âmbito estadual ou municipal, em função da abrangência do impacto. Os municípios podem realizar o licenciamento das atividades, desde que recebam delegação do estado, por meio de assinatura de convênio.



O licenciamento é um dos instrumentos de gestão ambiental estabelecido pela Lei Federal n.º 6938, de 31 de agosto de 1981, também conhecida como Lei da Política Nacional do Meio Ambiente. Em 1997, a Resolução n.º 237 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA definiu as competências da União, Estados e Municípios e determinou que o licenciamento devesse ser feito em um único nível de competência (SEBRAE, 2016).

A Resolução CONAMA n.º 313/02, considera que o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais é um dos instrumentos de política de gestão de resíduos, onde os resíduos existentes ou gerados pelas atividades industriais são objeto de controle específico, como parte integrante do processo de licenciamento ambiental.

O Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais é o conjunto de informações sobre a geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias do país (CONAMA, 2002).

De acordo com a Lei Estadual 7.772/80 (esta Lei dispõe sobre as medidas de proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no Estado de Minas Gerais.), alterada pela Lei 15.972/06, o licenciamento ambiental é o procedimento administrativo por meio do qual o poder público autoriza a instalação, ampliação, modificação e operação de atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais considerados efetiva ou potencialmente poluidores (SEMAD, 2016).

Em Minas Gerais, as atribuições do licenciamento ambiental e da Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) são exercidas pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), das Unidades Regionais Colegiadas (URCs), das Superintendências Regionais de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SUPRAMS), que representa a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF) - (SEMAD, 2016).

Existem duas modalidades de regularização ambiental no Estado de Minas Gerais, variando conforme potencial poluidor e porte do empreendimento, uma é a Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) e a outra é a Licença Ambiental. Em algumas situações, podem ocorrer também a dispensa do licenciamento ou AAF.

Independente de ocorrer no âmbito da União, Estados ou Municípios, o processo de licenciamento ambiental é dividido em três etapas: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO)-(SEMAD, 2016).

Segundo Guia Técnico Ambiental da Indústria Têxtil (FIEMG, 2014), o Licenciamento Ambiental da Indústria Têxtil conforme a DN COPAM n.º 74/2004 se

enquadra na Listagem C - Atividades Industriais/Indústria Química, subdividido em 11 códigos descritos na sequência:

- C-08-01-1 – Beneficiamento de fibras têxteis naturais e artificiais.
- C-08-02-8 – Recuperação de resíduos têxteis.
- C-08-03-6 – Fiação de algodão, seda animal, lã, fibras duras e fibras artificiais sem acabamento.
- C-08-04-4 – Fiação de algodão, seda animal, lã, fibras duras e fibras artificiais com acabamento.
- C-08-05-2 – Tecelagem plana de fibras naturais e sintéticas, sem acabamento e com engomagem.
- C-08-06-3 – Tecelagem plana de fibras naturais e sintéticas, com acabamento, inclusive artefatos de tricô e crochê.
- C-08-07-9 – Fiação e tecelagem plana e tubular com fibras naturais e sintéticas, sem acabamento, exclusive tricô e crochê.
- C-08-08-7 – Fiação e tecelagem plana e tubular com fibras naturais e sintéticas, com acabamento.
- C-09-01-6 – Fiação e confecção de roupas, peças de vestuário e artefatos diversos de tecidos com lavagem, tingimento e outros acabamentos.

Devido à similaridade dos produtos químicos utilizados, e também por se tratar de tecidos e artefatos, duas atividades da Listagem F - Serviços e Comércio Atacadista da DN são consideradas como atividades têxteis, sendo elas:

- F-06-02-5 – Lavanderias industriais com tingimento, amaciamento e outros acabamentos em roupas, peças do vestuário e artefatos diversos de tecidos.
- F-06-03-3 – Serigrafia.

Os empreendimentos que se enquadram na Classe 1 ou 2 terão sua regularização ambiental através da obtenção da AAF – Autorização Ambiental de Funcionamento. Para as demais Classes (Classe 3 a Classe 6), como no caso da Serigrafia, os empreendimentos são passíveis do licenciamento ambiental clássico. Aquelas empresas cujos parâmetros da DN COPAM 74/2004 as classifiquem abaixo da Classe 1 são dispensadas do processo de regularização ambiental. (FIEMG, 2014).

O potencial poluidor é considerado sobre as variáveis ambientais ar, água e solo, que através dos impactos gerados na atividade industrial é classificado como pequeno, médio e grande. A combinação dos potenciais dessas variáveis indica o potencial poluidor geral da atividade (FIEMG, 2014).

Quanto ao potencial poluidor das atividades de Serigrafia, fica definido na DN COPAM 74/2004 como mostra a (Tabela 1).

Tabela 1– Potencial poluidor e porte do empreendimento

TIPO DE ATIVIDADE	POTENCIAL POLUIDOR	PORTE		
		P	M	G
SERIGRAFIA	GRANDE	200 < número de unidades processadas < 500 unidade/dia	500 ≤ número de unidades processadas ≤ 3000 unidades/dias	Número de unidades > 3000 unidades/d
		200 m <sup>2</sup> < área construída < 1000 m <sup>2</sup> e 10 < n° de empregados < 20	200 m <sup>2</sup> < área construída < 1000 m <sup>2</sup> e 20 ≤ n° de empregados ≤ 60 1000 m <sup>2</sup> < área construída < 3000 m <sup>2</sup> e 10 < n° de empregados ≤ 60	área construída > 3000 m <sup>2</sup> ou n° de empregados > 60

**Fonte:** Guia Técnico Ambiental da Indústria Têxtil adaptado pela autora, 2016.

### 3.9 GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, regulamentada pelo Decreto 7.404 de 23 de dezembro de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

De acordo com Brasil (2010), no inciso 1º do Art. 1º da Lei 12.305/10, estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) apresenta o conceito de gestão integrada de resíduos sólidos como sendo “um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010).

Como principais ações para um gerenciamento eficaz, entende-se como indispensável a observação da sequencia indicada a seguir, sempre que possível:

- \_ Potencialização da não-geração dos resíduos;
- \_ Redução dos resíduos em suas fontes geradoras;
- \_ Reutilização e reciclagem;
- \_ Tratamento;
- \_ Disposição final.

O gerenciamento, quando possível, deve ser apresentado na forma de um documento auditável, cuja itemização seguiria o seguinte formato:

- \_ Definição de objetivos gerais (plano com objetivos e metas);
- \_ Definição da equipe de trabalho;
- \_ Diagnóstico da situação atual;
- \_ Definição do Plano de manejo:
- \_ Inventário e classificação dos resíduos
- \_ Segregação e acondicionamento
- \_ Processo de coleta interna
- \_ Armazenamento
- \_ Coleta externa
- \_ Tratamento
- \_ Disposição final

\_ Levantamento de recursos necessários para a implementação do Plano de Manejo;

- \_ Plano de implementação e cronograma;
- \_ Acompanhamento da eficácia do Plano.

O gerador de resíduos é responsável durante o manuseio, classificação, acondicionamento, armazenamento, coleta, tratamento e destino, independentemente de quem seja contratado.

Para Kraemer (2004), a gestão ambiental é um aspecto funcional da gestão de uma empresa, que desenvolve e implanta as políticas e estratégias ambientais.

Segundo Valle (2000), gestão ambiental consiste numa função organizacional independente e necessária, com características próprias que a distinguem das funções de segurança, relações industriais, relações públicas e outras com as quais interage.

Nos últimos anos, as políticas de desenvolvimento, saúde, trabalho, meio ambiente, e saneamento passaram a incentivar a criação de modelos de gestão, métodos, ferramentas de gerenciamento e processos de inovação que permitam garantir a sustentabilidade socioambiental de Micros e Pequenas Empresas (MPEs) e de organizações autogestionárias. Além disso, observa-se também que na construção de modelos de gestão e gerenciamento ambiental, público e privado vem sendo incorporados a outros conceitos e instrumentos, tais como Eco-Eficiência, Produção mais Limpa, Tecnologias mais Limpas e Tecnologias Sociais (COSTA, 2; VARANDA; BOCAUYUVA, 2009a, 2009b).

Como estratégia aplicada à Gestão Ambiental, a Produção Mais Limpa (P+L) é indicada como uma ferramenta que possibilita o funcionamento da empresa de modo social e ambientalmente responsável, ocasionando também influência em melhorias econômicas e

tecnológicas. A PML aplica uma abordagem preventiva na Gestão Ambiental (SICSÚ, SILVA FILHO, 2003).

Segundo o Programa das *Nações Unidas para o Meio Ambiente* (UNEP), Produção mais Limpa é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada e preventiva para processos, produtos e serviços, visando aumentar a eficiência global e reduzir os riscos às pessoas e ao meio ambiente (WITTMANN 2009).

Conforme Meza (2010), no Brasil não existem manuais de P + L orientados especificamente para a indústria de estamperia. Já em países desenvolvidos como Estados Unidos, Irlanda, Suécia, Dinamarca, entre outros, desenvolveu-se documentos chamados “*Best Available Techniques*” (BAT), onde são apresentadas as melhores técnicas de produção para este setor a fim de alcançar os *standards* (padrões) de qualidade e proteção ao meio ambiente tomando em consideração as vantagens e custos envolvidos.

Para a Produção Mais Limpa, todo resíduo deve ser considerado um produto de valor econômico negativo. Portanto, a produtividade e os benefícios financeiros da empresa podem ser alavancados pela redução do consumo de matéria-prima, água e energia ou pela redução ou prevenção da geração de resíduos (UNEP, 2015).

A problemática ambiental envolve também o gerenciamento dos assuntos pertinentes ao meio ambiente, por meio de sistemas de gestão ambiental, da busca pelo desenvolvimento sustentável, da análise do ciclo de vida dos produtos e da questão dos passivos ambientais.

Segundo a ABNT/NBR ISO 14001, a gestão ambiental consiste num conjunto de medidas e procedimentos bem definidos e adequadamente aplicados que visam reduzir e controlar os impactos introduzidos por um empreendimento sobre o meio ambiente.

A ABNT/NBR ISO 14001 faz parte de um conjunto de normas e ações, a série ABNT/NBR ISO 14000, voltadas para a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade Ambiental, que visam gerar e/ou otimizar o desenvolvimento sustentável.

A série ABNT/NBR ISO14000 é considerada uma norma brasileira, pois recebe aprovação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e do Instituto de Normalização e Padronização Industrial (INMETRO). Entretanto, sua aplicação tem reconhecimento internacional, pois seu texto é elaborado pela Organização Internacional de Padronização (ISO).

Tanto na gestão como no gerenciamento de resíduos sólidos, deverá ser observada a ordem de prioridade (Figura 19) conforme a Lei n ° 12.305/2010 regulamentada pelo Decreto 7.404/10 - Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Figura 19 - Sequencia de priorização do gerenciamento dos resíduos sólidos



**Fonte:** Lei n ° 12.305/2010 Política Nacional de Resíduos Sólidos, adaptado pela autora, 2016.

Conhecer o resíduo gerado na indústria permite o planejamento de estratégias de gerenciamento, que intervenham nos processos de geração, transporte, tratamento e disposição final, buscando garantir a curto, médio e longo prazo, a preservação da qualidade do meio ambiente, bem como a recuperação da qualidade das áreas degradadas (IPEA, 2012).

### 3.9.1 Potencialização da Não-Geração dos Resíduos

O conceito de não geração de resíduos sólidos está intimamente ligado à eficiência em toda a cadeia produtiva e de serviços com o uso de tecnologias modernas e inovadoras. Porém, a falta de investimento no aumento da eficiência se dá normalmente por falta de informação do empresário ou pelo fato de a diferença nos ganhos não justificarem o investimento (PACHECO, 2002).

Segundo Barros (2012), entre os motivos que levam uma empresa a investir na eficiência da Não Geração de resíduos sólidos vale citar:

- Barateamento dos produtos finais a fim de ser mais competitivo no mercado;
- Diminuição do consumo de energia elétrica;
- Taxas de serviços de regeneração sobre os resíduos sólidos gerados na produção;
- Multas sobre possíveis abusos ambientais;
- Soluções inovadoras de processos produtivos e de serviços, entre outros.

A PNRS responsabiliza todos os geradores de resíduos sólidos e começa a mudar o cenário. Na prática, essa responsabilização vai resultar em taxas de serviço para o tratamento dos resíduos sólidos. Para se alcançar as metas propostas na PNRS, os valores dessas taxas devem ser suficientemente altos para obrigar os geradores a investir em eficiência e suficientemente baixos para manter os setores da economia em sua condição de viabilidade.

### 3.9.2 Redução de Resíduos em suas Fontes Geradoras

No Brasil, a Lei 12.305/2010 colocou como objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos a não geração, redução e estímulo à adoção de padrões sustentáveis de

produção e consumo de bens e serviços. Na regulamentação desta lei, o Decreto 7.404/2010 atribuiu ao Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos a tarefa de propor medidas que permitam a implementação de instrumentos econômicos e de comunicação como incentivos fiscais, financeiros e creditícios; pesquisa científica e tecnológica; e educação ambiental, esta como atribuição do Setor Público (BRASIL, 2010a e 2010b).

A busca pela sustentabilidade tem orientado muitas indústrias em direção à prática de melhorias contínuas, além das obrigações formais contidas na regularização ambiental. A melhoria do desempenho ambiental do setor passa pela substituição de tarefas cotidianas nas empresas por práticas voltadas à produção sustentável, que visem à limpeza, organização, otimização de tempos de produção, saúde, segurança, redução do potencial poluidor, entre outras (BASTIAN et al, 2009).

Segundo Barros (2012), a primeira estratégia de minimização é a redução na fonte, que se consegue através de modificações dentro dos processos produtivos por alterações de matérias-primas e de tecnologia, e por mudanças de procedimento, de práticas operacionais, e também através de mudanças no comportamento dos produtores de lixo, quais sejam, as pessoas físicas e quaisquer estabelecimentos.

Devido à inevitabilidade da geração de resíduos sólidos, é necessária a máxima redução da sua quantidade ainda na fonte geradora. Quando esta redução não puder ser obtida, os resíduos deverão ser reutilizados ou mesmo reciclados, de tal modo que o que vá de fato para a disposição final seja o mínimo possível (BARROS, 2012).

A redução na fonte inclui a mudanças para produtos e embalagens reutilizáveis. Reduzir a quantidade de resíduos requer o uso de processos fabris cíclicos, de diferentes matérias-primas e/ou de diferentes processos de produção (BARROS, 2012).

Segundo a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais - FIEMG (2014), as boas práticas ambientais (Quadro 3) podem ser aplicadas aos processos e atividades têxteis, tendo em vista os aspectos e impactos ambientais relacionados ao consumo e geração de resíduos. Salienta-se que para a implantação de cada uma das boas práticas ambientais, cabe verificar a viabilidade técnico-econômica e consultar a legislação ambiental vigente. Para qualquer planejamento que vise à alteração nas condições de instalação ou operação da empresa que foi objeto prévio de licença ambiental, recomenda-se consultar o órgão ambiental para as devidas orientações.

Quadro 3 – Medidas de boas práticas para redução e reutilização dos resíduos sólidos

BOAS PRÁTICAS	LOCAL	BENEFÍCIOS AMBIENTAIS	ASPECTOS ECONÔMICOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover o consumo racional de papel e plástico na expedição e mesas de corte; redução do desperdício dos resíduos de embalagens (plástico, metal e madeira), <i>toner</i> usado, resíduos de equipamento eletroeletrônico e resíduos similares aos urbanos (restos de comida resultantes da preparação e descarte).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Em todos os locais onde houver atividade humana (chão de fábrica, almoxarifado, escritórios e refeitório).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução no consumo de recursos naturais;</li> <li>Contribuição para minimizar a destinação final de lixo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução de consumo de insumos e de gastos com destinação de resíduos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar a viabilidade da reutilização de resíduos da ETE (lodo) como matéria-prima para produção da indústria de cerâmica vermelha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estações de Tratamento de Efluentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução no consumo de recursos naturais;</li> <li>Fabricação de tijolos de vedação com até 20% de resíduo de ETE incorporados em argila.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução de consumo de energia;</li> <li>Redução de gastos com destinação desses resíduos para aterros industriais.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reutilização dos resíduos têxteis das etapas de fiação e tecelagem no início do processo;</li> <li>Reutilização dos retalhos de tecidos gerados em confecções ou vestuários, como matéria-prima de fios e tecidos após o desfibramento, ou para confeccionar peças, artesanatos e aplicações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etapas de Fiação, Tecelagem e Confecção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução no consumo de recursos naturais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução de consumo de matéria-prima evitando-se o desperdício de material que pode ser reaproveitado.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Investimento em softwares para otimização do corte nos tecidos, possibilitando a confecção de peças de tecido com dimensão ideal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etapas de Corte (Confecção).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução no consumo de recursos naturais;</li> <li>Geração de menor quantidade de resíduos (retalhos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução de consumo de matéria-prima evitando-se o desperdício de material novo com dimensões mal aproveitadas.</li> </ul>

**Fonte:** Guia Técnico Ambiental da Indústria Têxtil (FEAM), adaptado pela autora, 2016.

### 3.9.3 Reutilização e Reciclagem

Atualmente, o tema sustentabilidade entra no debate e na prática das empresas também em relação às políticas ambientais, que são pressionadas a agirem no presente para não estarem despreparadas no futuro. Ou melhor, para no futuro, estarem em vantagem na competição com a concorrência (MANZINI; VEZZOLI, 2005).

Considerando o ciclo de vida de um produto, a sustentabilidade ambiental trata-se de melhorar a sua eficiência global em termos de consumo de matéria e de energia, além de facilitar a reciclagem de seus materiais e a reutilização dos seus componentes (MANZINI; VEZZOLI, 2005).



Grippi (2006) define que os tipos de reciclagem recomendados para nossa realidade brasileira são a compostagem (reciclagem de matéria orgânica), reciclagem dos materiais propriamente ditos (papel, plástico, vidro e metal) e, por fim, a destruição por intermédio da incineração.

A reciclagem no contexto dos resíduos sólidos pode ser definida como o aproveitamento de materiais e a sua reutilização o que poderia incluir remanufatura, reparação e conversão de materiais, peças e produtos. Recuperação de materiais a partir de resíduos sólidos não é algo novo. Os coletores de resíduos sólidos recicláveis conseguem salvar papel de jornal e papelão, trapos, cobre, chumbo, ferro, vidro e louças de plástico há anos em muitos países em desenvolvimento, dependendo do mercado disponível (KASEVA; GUPTA, 1996).

Na estratégia de reciclagem, um dos princípios básicos da educação ambiental citado por Barros (2012), é o conceito dos “Rs”:

- **Reduzir** (minimizar) - consiste em diminuir a quantidade de resíduo produzido, combatendo o supérfluo, o desperdício, o consumismo e custos.
- **Reutilizar** - consiste na introdução de um material recuperado num outro ciclo de produção diferente daquele de onde provém.
- **Reempregar** - consiste em dar um novo emprego, no estado em que se encontra a um produto ou material recuperado para um uso análogo a seu primeiro emprego.
- **Reciclar** - por definição é toda operação de gestão de RS tendo por finalidade recuperar energia ou matérias-primas secundárias, ou a utilização de resíduos e de dejetos bem como a introdução de matérias já utilizadas nos ciclos econômicos de produção.

A reciclagem de materiais e artigos do vestuário pode ser feita de forma a envolver a reutilização dos resíduos de modo a evitar que estes sejam enviados a aterros sanitários. As empresas da indústria têxtil e do vestuário podem obter benefícios da reciclagem sob o ponto de vista ambiental (TEXTILES INTELLIGENCE, 2014).

Por sua vez, a reutilização é um “processo de aproveitamento dos RS sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA e, se couber, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária – SNVS e do Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária – SUASA” (PNRS, 2010).

Através da economia de energia e matérias primas pode-se haver uma redução significativa do desperdício de recursos naturais e dos níveis de poluição ambiental. Pode-se

afirmar que as ações ambientais, manifestadas através da implantação da coleta seletiva, buscam racionalizar o uso dos recursos naturais e reduzir o montante de dejetos e resíduos devolvidos ao meio ambiente, contribuindo, com isso, para um desenvolvimento mais harmônico entre homem e natureza (BARBOSA; ALVES; XAVIER, 2011).

A prática da reciclagem ajuda a reduzir a quantidade de resíduo eliminado, o que reduz o espaço total necessário para o enterro final (aterro) de resíduos (KASEVA; GUPTA, 1996).

### 3.9.4 Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos

É comum proceder ao tratamento de resíduos industriais com vistas à sua reutilização ou pelo menos à sua inertização. Dada a diversidade destes resíduos, não existe um processo de tratamento pré-estabelecido, havendo sempre a necessidade de realizar pesquisas e desenvolvimento de processos economicamente viáveis.

Segundo Barros (2012) o tratamento de resíduos é qualquer processo que altere as características, composição ou propriedade do resíduo, de maneira a tornar menos impactante sua disposição final no solo ou simplesmente sua destruição.

Lima (2007) descreve que, de acordo com Brasil (2004) os métodos utilizados para o tratamento e disposição final de resíduos são:

•**Compostagem:** Processo de obtenção de composto por meio de tratamento aeróbico de lodos de esgoto, resíduos agrícolas, industriais e, em especial, dos resíduos urbanos. Esse processo tem como resultado final um produto composto orgânico que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características.

•**Remediação:** Empregado em casos de contaminação com poluentes orgânicos, hidrocarbonetos de petróleo e derivados, solventes clorados e metais pesados. O processo é constituído por três técnicas: 1 –Biorremediação - introdução de ar e nutrientes no solo contaminado para o desenvolvimento de microrganismos; 2- Termo remediação - fornos de queima provocam a evaporação dos contaminantes voláteis no solo; e 3- Lavagem dos solos- extração adequada dos resíduos.

•**Encapsulamento:** modificação das características e de manuseio dos resíduos, afim de diminuir a área superficial para que possa ocorrer a transferência ou perda de poluentes, limitar a solubilidade ou desintoxicar quaisquer elementos perigosos para assim ser disposto em aterros.

•**Autoclavação:** esterilização dos resíduos na qual remove e/ou destrói todos os micro organismos presentes, vírus, bactérias. Utilizado no tratamento de resíduos hospitalares.

•**Esterilização por Microondas:** processo de esterilização em forno com aquecimento por microondas. Após o resfriamento e moagem o resíduo é disposto em aterro sanitário.

•**Co-processamento:** destruição térmica através de fornos de cimento, diferente das outras técnicas usa-se o resíduo como potencial energético e substituição de matéria-prima na indústria cimenteira. Devido as altas temperaturas a destruição do resíduo é total e não geram cinzas, uma vez que o material da queima é incorporado à matriz do clínquer, eliminando a disposição em aterros. Ressalta-se que não são todos os resíduos que podem ser co-processados.

•**Reprocessamento:** processo onde existe o reaproveitamento de subprodutos, oriundos de diversos processos produtivos. Esta técnica baseia-se na fusão de resíduos após reação química, fazendo com que os produtos obtidos sejam, geralmente, considerados materiais seguros na produção de matéria-prima para a fabricação de outros produtos.

•**Incineração:** consiste no processo de oxidação térmica sob alta temperatura na qual ocorre a decomposição da matéria orgânica (resíduo), transformando-a em uma fase gasosa e outra sólida. Onde tem a finalidade de diminuir o volume, peso ou eliminá-lo e as cinzas serem devidamente dispostas em aterros industriais quando for constatado resíduo de alta periculosidade. Na qual deve ser conhecido o resíduo a ser incinerado devido a poluição dos gases gerados, tendo todas as medidas e dispositivos de controle.

•**Reciclagem:** aproveitamento dos detritos que eram considerados resíduos e reutilizá-los no ciclo de produção de onde foram originados. São coletados, processados para serem utilizados como matéria-prima na manufatura de novos produtos.

•**Landfarming:** são sistemas de tratamento através das propriedades físicas e químicas do solo, de intensa atividade microbiana existente neste meio promovem a biodegradação, desintoxicação, a transformação e a imobilização dos constituintes dos resíduos tratados, minimizando os riscos de contaminação. Os resíduos são tratados com aplicação controlada incorporados na superfície ou no interior do horizonte superficial do solo, acompanhadas a práticas de manejo e monitoramento constantes.

•**Lixões:** representa o método mais primitivo de disposição final de resíduos, o lixo é descarregado no solo sem nenhum tratamento, ocasionando sérios danos ao meio ambiente. Infelizmente é forma mais utilizada nos municípios brasileiros.

•**Aterro Classe I:** destinam-se os resíduos considerados perigosos de alta periculosidade. Ex: cinzas de incineradores, resíduos inflamáveis, tóxicos e etc. O aterro é

dotado de uma estrutura capaz de minimizar os riscos de contaminação do lençol freático, pois é operado com cobertura total a fim de evitar a formação de percolado devido a incidência das águas pluviais e ainda possui um sistema de dupla impermeabilização com manta Pead (polietileno de alta densidade), protegendo o solo e lençóis de águas subterrâneas. Deve-se estar em conformidade com a NBR-8418 e NBR-10157 que define as exigências quanto aos critérios de projeto, construção e operação de aterros industriais classe I

•**Aterro Classe II A:** abrange o destino de resíduos não perigosos e não inertes e também resíduos domiciliares. Os Aterros Classe II-A possuem as seguintes características: impermeabilização com argila e geomembrana de Pead, sistema de drenagem e tratamento de efluentes líquidos e gasosos e completo programa de monitoramento ambiental.

•**Aterro Classe II B:** destinam-se resíduos inertes. Devido à característica inerte dos resíduos dispostos, o Aterro Classe II-B dispensa a impermeabilização do solo. Esse aterro possui sistema de drenagem de águas pluviais e um programa de monitoramento ambiental que contempla o acompanhamento geotécnico (movimentação, recalque e deformação) do maciço de resíduos.

•**Aterros Controlados:** Esta forma de disposição produz, em geral, poluição localizada, pois similarmente ao aterro sanitário, a extensão da área de disposição é minimizada. Porém, geralmente não dispõe de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade das águas subterrâneas), nem sistemas de tratamento de chorume ou de dispersão dos gases gerados. Este método é preferível ao lixão, mas, devido aos problemas ambientais que causa e aos seus custos de operação, a qualidade é inferior ao aterro sanitário.

Jás as técnicas de tratamento para efluentes têxteis, de acordo com Cogo (2011), constituem em processos físico-químicos e biológicos convencionais, os quais apresentam bons resultados na redução carbonácia, mas têm como inconveniente a alta produção de lodo e a necessidade de disponibilização de grande áreas para implantação do processo de tratamento e aterros sanitários industriais para a disposição do lodo. Além disso, para remoção de cor e compostos orgânicos dissolvidos estes se mostram deficientes, necessitando-se de tratamento complementar. Cogo (2011) cita os principais tratamentos utilizados atualmente:

- Coagulação/floculação;
- Adsorção em Carvão Ativado;
- Tratamento Biológico – Lodo Ativado e,
- Ozonização.

Ainda de acordo com Cogo (2011), algumas técnicas de tratamento para os lodos são descritas a seguir:

- Secagem e desidratação do lodo;
- Incineração;
- Co-Processamento;
- Sodificação/Estabilização;
- Encapsulamento.

Para Avelar (2012), o principal objetivo do tratamento do lodo é gerar um produto mais estável e com menor volume para facilitar seu manuseio e, conseqüentemente, reduzir os custos e processos subsequentes. Esse tratamento se dá por meio de processos físicos, químicos e biológicos. Geralmente, o tratamento do lodo é realizado por meio das seguintes etapas:

- Adensamento ou espessamento: redução de umidade (redução de volumes);
- Estabilização: redução de matéria orgânica (redução de sólidos voláteis);
- Condicionamento: preparação para a desidratação (principalmente mecânica);
- Desaguamento: redução adicional de umidade (redução de volume);
- Higienização: remoção de organismos patogênicos e,
- Disposição final dos subprodutos.

Antes de tomar uma decisão a respeito de qual tratamento deve ser aplicado ao lodo, é de grande interesse conhecer a quantidade de lodo produzido, suas características químicas e microbiológicas e os custos de implantação, de operação e de gerenciamento do tratamento. Só dessa forma é que se pode assegurar o êxito do método de tratamento a ser utilizado (CHÁVEZ, TOSCANO E MÁRQUEZ, 2000).

Em relação à disposição final dos resíduos sólidos, apesar de ser a última opção na sequência de priorização da gestão dos resíduos sólidos, deverá ser realizada de acordo com a classificação de resíduos estabelecida pela série de normas 10.004 a 10.007, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, sendo incluído nesse grupo tanto o lodo gerado nos sistemas de tratamento de efluentes e os resíduos remanescentes como o material particulado dos equipamentos de controle de emissões atmosféricas, além das cinzas provenientes da queima de combustível nas caldeiras, os resíduos de embalagens, de manutenção de equipamentos (restos de óleo, lâmpadas, sucatas) e os resíduos sanitários e administrativos.

Cabe ao poder público incentivar, desenvolver, facilitar e difundir as ações para encontrar formas de redução, reciclagem e reaproveitamento de resíduos junto às fontes

geradoras, discutindo alternativas, minimizando volumes e garantindo tratamentos, antes da disposição final (BARROS, 2012).

Cada resíduo deve ser destinado corretamente, para que as partes responsáveis possam da maneira mais adequada dar um destino que cause o menor impacto ao meio ambiente e a população de maneira geral.

Segundo Consoni, Silva e Gimenez (2000, p.251):

Os aterros sanitários podem ser considerados a melhor alternativa de disposição final dos resíduos. Entretanto, quanto menos lixo chegar aos aterros, maior será sua vida útil e menos problemas a cidade enfrentará na procura de novos locais para disposição final dos resíduos. Dessa maneira, deve-se tentar utilizar ao máximo a capacidade de usinas de triagem e reciclagem dos municípios para que a menor quantidade possível de resíduos coletados seja levada até o aterro.

Para a disposição final de resíduos em os aterros industriais, estes requerem projeto e execução elaborados, em razão dos tipos de materiais que receberão, especialmente quando se trata de resíduos perigosos. Os resíduos destinados aos aterros devem possuir no máximo 70% de umidade, ser estáveis, pouco solúveis e não voláteis. Os ácidos, as bases fortes, os materiais inflamáveis, explosivos e resíduos radioativos não podem ser dispostos em aterros industriais, a menos que sejam empregadas técnicas especiais de pré-tratamento, a exemplo de estabilização, encapsulamento, solidificação e vitrificação (IPEA, 2012).

Aterro industrial é uma técnica de disposição final de resíduos sólidos perigosos ou não perigosos que utiliza princípios específicos de engenharia para seu seguro confinamento, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, evitando a contaminação de águas superficiais, pluviais e subterrâneas, e minimizando os impactos ambientais (ABRELPE, 2007).

Barros (2012), não considera a incineração como uma tecnologia de disposição final e sim como uma tecnologia de tratamento térmico, visto que, os resíduos gerados no processo ainda necessitam ser dispostos adequadamente.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Como parâmetro do estudo, utilizou-se de observação direta e quantitativa do processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia de uma indústria de estamparia têxtil a quadro manual situada na cidade de Divinópolis/MG.

As informações consideradas relevantes para elaboração dos questionários aplicados nos setores envolvidos no processo produtivo foram: dados da indústria e dos setores envolvidos no processo industrial; caracterização dos setores do corte e da serigrafia, identificação e quantificação da matéria prima e dos resíduos sólidos gerados nestes setores e nas etapas do processo produtivo, assim como, o armazenamento e disposição final desses resíduos.

As visitas *in loco* resultaram em um levantamento fotográfico, que se tornou uma informação adicional aos dados obtidos através do questionário.

A metodologia da presente pesquisa foi desenvolvida de acordo com os objetivos específicos.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA DE ESTAMPARIA TÊXTIL A QUADRO MANUAL

Inicialmente foi realizada uma reunião com a diretoria da indústria mostrando a proposta da pesquisa para obtenção da autorização para a coleta de dados. Após obtenção dessa autorização, iniciou-se o processo de caracterização da indústria através de visita *in loco* e da realização de uma entrevista com o responsável geral pela indústria, onde mapeou-se todas as etapas do processo industrial utilizando-se um Formulário, conforme mostrado no (Apêndice A).

Neste mapeamento, para a caracterização de cada um desses setores, buscou-se identificar: a ordem dos setores envolvidos no processo produtivo industrial desde a idealização até a finalização da peça a ser produzida, quais os produtos são produzidos e/ou desenvolvidos em cada setor, o número de funcionários desses setores e o principal resíduo sólido gerado em cada setor.

## 4.2 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ETAPAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO PRODUTIVO DOS SETORES DO CORTE E DA SERIGRAFIA

Para o presente estudo a coleta de dados foi centralizada na geração dos resíduos sólidos oriundos dos setores do corte e da serigrafia.

Iniciou-se a pesquisa nesses setores através de visitas *in loco* durante o período de 6 meses (agosto de 2014 a janeiro de 2015), onde através de formulário próprio (Apêndice B), levantou-se os dados para a caracterização dos setores em pesquisa e de cada etapa envolvida em seu processo produtivo. Para cada etapa identificada, elaborou-se a descrição de suas atividades.

## 4.3 IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA E DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NAS ETAPAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO PRODUTIVO DOS SETORES DO CORTE E DA SERIGRAFIA

Após a caracterização dos setores do corte e da serigrafia, tal como das etapas envolvidas no processo produtivo desses setores, buscou-se identificar e quantificar tanto as matérias primas como os resíduos sólidos gerados no período de 6 meses (janeiro a junho de 2015).

### 4.3.1 Identificação e Quantificação da Matéria Prima

A identificação da matéria prima necessária para a fabricação dos produtos dessa indústria iniciou-se no setor de criação, onde identificou-se as peças desenvolvidas durante o período do estudo (janeiro a junho de 2015), caracterizando todo o material necessário para o corte e a serigrafia para a produção das mesmas.

Para a quantificação da matéria prima foram levantados dados como, por exemplo: modelos a serem produzidos, tipo de tecidos utilizados, tipos de acabamentos e etapas de produção da peça.


Para obtenção desses dados utilizou-se a Ficha Técnica de Produção referente a cada modelo a ser produzido, como mostra a Figura 20.

Neste contexto, através de formulário próprio (Apêndice C) identificou-se e quantificou-se as matérias primas dos setores produtivos do corte e da serigrafia pontuando a



periodicidade de compra e o quantitativo do consumo de cada matéria prima no período do estudo.

Figura 20- Ficha técnica de produção/ coleção 2015 de uma indústria de estamparia têxtil situada na cidade de Divinópolis - MG

Ficha Técnica de Produção										GRUPO DE PEDIDOS				
Grupo de Ordem:	DK-MOS	Ref.:	9607		COLEÇÃO DOCKSTON 2015/03 MC					Ordem Corte:	25848			
Modelo:	CAMISETA GOLA POLO RETILÍNEA MC			CA:	0623	M/Malha 26.1 Branca				Data de Entrega:	31/07/2015			
Componentes	FRENTE, COSTA, MANGA, ESPELHO, GOLA DE RETILÍNEA, CARCELA DE MALHA, RIBANA NA MANGA				Responsável pelo corte:									
					N.º Ordem: 25848									
					Referência: 9607									
					Tamanho: P M G GG EX1 EX2 EX3 EX4 Total									
1 - Corte					0	20	20	0	0	0	0	0	0	40
Fornecedor: Urbano Textil										LOTE:				
Obs.:														
SHAPE 1-056 R14 Botões D1 com linha Cinza														
														
<b>9607</b> <input type="checkbox"/> M/Malha 26.1 Branca <input checked="" type="checkbox"/> 1- Aço <input checked="" type="checkbox"/> 2- Aruba <input checked="" type="checkbox"/> 3- Angra <input checked="" type="checkbox"/> 4- 50% Lua Gola: Retilínea Silk Aço Carcela: Própria Malha Silk Aço Espelho: 50% Lua Carimbo: CL 0727 Silk Aço Punho: Ribana Silk Aço Bordado: 98 - Vidas: 10-Tuquesa Rachadinho: Interno 20-Aço Travete Cinza														
<b>Ciclo de Produção</b> 1 - Corte 2 - Estamparia Espatulado 3 - Estufa 4 - Bordado 5 - Reenfesto 6 - Preparação Costura 7 - Facção 8 - Lavanderia 9 - Acabamento 10 - Estoque I ARTUR 2 RUAN 3 FELIP 4 MOTI														
2 - Estamparia	N.º O.S.	1024		Equipe:		ENTRADA				Saída: / /				
Ocorrências:														
3 - Estufa / Expedição	9607													
	Data: 24/07/15		Quantidade Expedida		P	M	G	GG	EX1	EX2	EX3	EX4	Total	
	Expedido por: Uenir		1ª QUALIDADE			20	19						39	
			2ª QUALIDADE DE MALHA										1	
Ocorrências:														
4 - Bordado	Entrada: / /		Bordado						Linha:					
Saída: / /		Qtde Bordada:		Operador:				Arrematador:						
Ocorrências:														
5 - Reenfesto	9607													
	Data: / /		Quantidade Expedida		P	M	G	GG	EX1	EX2	EX3	EX4	Total	
	Aparado por:		1ª QUALIDADE											
			2ª QUALIDADE DE MALHA											
Ocorrências:														
5 - Costura	9607													
	Entrada: / /		Quantidade Costurada		P	M	G	GG	EX1	EX2	EX3	EX4	Total	
	Saída: / /		1ª QUALIDADE											
	Linha:		2ª QUALIDADE											
Ocorrências:														
Modelo de carcela: Cortar com: Abrir com: Resp. mon.														
Equipe: Etiqueta Interna: ORDEM + NEW SERIGRAFIA 100%ALGODÃO Revisão:														
Ocorrências:														
7 - Lavanderia	Entrada: / /		Prestador:		Processo:									
	Saída: / /		Conferente:		Qtz enviada:				Qtz entregue:					
8 - Acabamento	9607													
	Entrada: / /		Medidas Finais		P	M	G	GG	EX1	EX2	EX3	EX4	Total	
	Saída: / /													
	Tags: Tag código de barras		Bótons:											
Aparação: Etiqueta na Barras: Fenda lateral:														
Aparação: Aparação: Etiqueta na Barras: Fenda lateral:														

Fonte: Autora, 2016.

Sabendo que a malha é a matéria prima trabalhada pela empresa pesquisada, os dados coletados apresentaram informações sobre o consumo médio de tecido de malha por peça produzida ( $Cons_{médio}$ ), custo médio de tecido de malha por peça produzida ( $Custo_{médio}$ ), quantidade de tinta usada para serigrafar uma camisa ( $Q_{tinta}$ ), custo de tinta usada para serigrafar uma camisa ( $C_{tinta}$ ) e volume total de peças produzidas ( $T_p$ ) em um mês independente da composição.

Assim, a equação

$$T_t = (Cons_{médio} + T_p) \quad (1)$$

Onde,

$T_t$  = Total de tecido de malha consumido/Kg;

$T_p$  = Total de peças produzida/ Unid.;

$Cons_{médio}$  = Consumo de malha para produzir uma camisa.

Foi usada para verificar o consumo total de tecidos de malha consumido em um mês, que foram diferenciados em duas composições previamente fornecidos pela empresa: malha 100% algodão e malha de composição variada conforme mostra a equação.

$$T_t = (t_a + t_{mista}) \quad (2)$$

Em que,

$T_t$  = Total de tecidos de malha/Kg;

$t_a$  = Tecidos de malha composição 100% algodão/Kg;

$t_{mista}$  = Tecidos de malha de composição mista/Kg.

A quantidade de peças produzidas por composição foi informada em porcentagem, assim, a equação abaixo serviu para apurar o total de camisas de composição 100% algodão ( $TP_{alg}$ ) produzidas em um mês.

$$TP_{alg} = \frac{T_p \times x}{100} \quad (3)$$

Onde,

$TP_{alg}$  = total de peças produzidas em malha 100% algodão/Unid;

$x$  = valor da porcentagem fornecida pela empresa;

$T_p$  = total de peças produzidas/Unid.

Posteriormente os seguintes cálculos foram realizados para mensurar o consumo total do tecido de malha 100% algodão consumido em um mês ( $t_a$ ),

$$t_a = TP_{alg} \times Cons_{médio} \quad (4)$$

Em que,

$T_a$  = total de tecido de malha 100% algodão consumido por mês/Kg;  
 $TP_{alg}$  = total de peças produzidas em malha 100% algodão/Unid;  
 $Cons_{médio}$  = Consumo de malha para produzir uma camisa/Kg.

Este valor ao ser multiplicado pelo valor médio do tecido informado (cm) possibilitou calcular o valor total do tecido de malha 100% algodão consumido em um mês.

Para mesurar o consumo total de tinta a base de água ( $T_{ti}$ ) utilizada em um mês utilizou-se a equação

$$T_{ti} = T_p \times Q_{tinta}. \quad (5)$$

Em que:

$T_{ti}$  = total de tinta a base de água/Kg;  
 $T_p$  = total de peças produzidas/Unid;  
 $Q_{tinta}$  = quantidade de tinta consumida para produzir uma peça/Kg.

O resultado deste valor foi multiplicado pelo preço médio da tinta utilizada em um mês e resultou no valor total de tinta ( $V_{ti}$ ) utilizada por mês

$$V_{ti} = T_{ti} \times C_{tinta}. \quad (6)$$

Em que:

$V_{ti}$  = Valor total de tinta/Kg;  
 $T_{ti}$  = total de tinta a base de água/Kg;  
 $C_{tinta}$  = custo da tinta por peça produzida/Kg.

Segundo dados da empresa enviados a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), uma porcentagem dos tecidos usados são descartados, logo, o total de resíduo gerado ( $T_{resíduo}$ ) foi mesurado a partir da equação:

$$T_{resíduo} = \frac{Tt \times x}{100} \quad (7)$$

Em que:

$T_{resíduo}$  = total de resíduo gerado/Kg;  
 $Tt$  = Total de tecido/Kg;  
 $x$  = porcentagem fornecida pela FEAM.

Já o valor do resíduo foi detectado a partir dos seguintes cálculos:

$$V_{resíduo} = T_{resíduo} \times Custo_{médio} \quad (8)$$

Em que

$V_{resíduo}$  = Valor total dos resíduos gerados/Kg;  
 $T_{resíduo}$  = total de resíduo gerado/Kg,  
 $Custo_{médio}$  = custo médio de malha para produzir uma camisa/Kg.

Estas equações possibilitaram comparar a quantidade e o valor da matéria-prima utilizada com a quantidade e o valor dos resíduos gerados nas etapas do processo produtivo do corte e da serigrafia.

#### 4.3.2 Identificação e Quantificação dos Resíduos Sólidos Gerados nas Etapas Envolvidas no Processo Produtivo dos Setores do Corte e da Serigrafia

Através de formulário próprio (Apêndice D) aplicado nos setores envolvidos na pesquisa, buscou-se identificar por um período de 6 meses (janeiro a junho de 2015) quais etapas do processo produtivo dentro dos setores de corte e da serigrafia que resultam na geração de resíduos sólidos. A coleta dos dados foi realizada buscando as seguintes informações: Denominação de cada resíduo; operação ou setor gerador do resíduo; classe do resíduo (Conforme NBR 10.204/2004); taxa mensal máxima de geração e taxa mensal média de geração.

#### 4.4 CARACTERIZAÇÃO DO ARMAZENAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NOS SETORES DO CORTE E DA SERIGRAFIA E NAS ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO

Para a identificação do armazenamento e disposição final dos resíduos sólidos gerados no processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia, levantou-se os dados coletados durante um período de 6 meses (julho a dezembro de 2015) e ponderou-se conforme descrição a seguir.

Para a caracterização da situação atual das instalações para o armazenamento transitório dos resíduos sólidos verificou-se os seguintes itens:

- a) Locais destinados ao armazenamento transitório dos resíduos;
- b) Capacidade de armazenamento compatível com a taxa de geração;
- c) Capacidade de armazenamento compatível com a frequência média de envio para o respectivo destino;
- d) Instalações de armazenamento construídas em conformidade com as normas técnicas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Para a realização da caracterização da situação atual com relação à disposição final dos resíduos sólidos verificou-se os seguintes itens:

- a) Classe dos resíduos sólidos destinados à disposição final;

- b) Locais destinados à disposição final ambientalmente adequada;
- c) Reutilização dos resíduos sólidos dentro da empresa;
- d) Destinação à reciclagem.

#### 4.5 ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO PROCESSO PRODUTIVO DOS SETORES DO CORTE E DA SERIGRAFIA

Buscou-se sugerir alternativas de minimização e destinação para os principais resíduos sólidos, de acordo com os aspectos ambientais identificados nas etapas do processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia. Assim como, na revisão bibliográfica e principalmente nos conceitos de redução do resíduo gerado na fonte conforme previsto pela Lei 12.305/10 (PNRS) regulamentada pelo decreto 7.404/10, nas medidas de Boas Práticas para redução e reutilização dos resíduos sólidos (FIEMG, 2014) e nas medidas de Produção Mais Limpa – P+L aplicáveis na estamperia têxtil.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente pesquisa foi desenvolvida no município de Divinópolis, localizado no Estado de Minas Gerais – MG.

O município de Divinópolis é pólo da região centro-oeste de seu estado, formado por 56 municípios totalizando uma população acima de 1,5 milhão de habitantes. A cidade de Divinópolis possui uma extensão territorial de 708, 909 km<sup>2</sup> e uma população de 226.345 habitantes (Est. IBGE/2013) e está localizada a apenas 110km da Capital do Estado, Belo Horizonte, como mostra a Figura 21.

Figura 21 - Localização do município de Divinópolis-MG



Fonte: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1788206>

Nas últimas décadas Divinópolis teve um crescimento acelerado. Hoje possui importantes centros universitários, além de uma economia diversificada e aquecida. Industrialmente a cidade caracteriza-se principalmente pela indústria confeccionista e metalurgia/siderurgia. Na Figura 22, mostra a vista parcial do centro da cidade.

Tendo em vista o crescimento do pólo confeccionista e, conseqüentemente das indústrias de estamperia na cidade e região, a presente pesquisa visou a caracterização dos resíduos sólidos gerados no processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia em uma indústria de estamperia têxtil a quadro manual.

Após a caracterização da indústria e dos setores envolvidos no processo produtivo, pode-se identificar e quantificar as matérias primas utilizadas para desenvolvimento das peças a serem produzidas no período do estudo (janeiro a junho de 2015) e assim, além de

identificar e caracterizar os resíduos sólidos gerados pode-se identificar seu armazenamento e disposição final ambientalmente adequada. Espera-se que este estudo, contribua para a minimização dos impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos gerados na indústria de estamparia têxtil.

Figura 22 – Vista parcial do centro de Divinópolis-MG



Fonte: <http://www.nucleodebroglie.com/2013/03/divinopolis-tera-cidade-tecnologica.html>

## 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIADE ESTAMPARIA TÊXTIL A QUADRO MANUAL

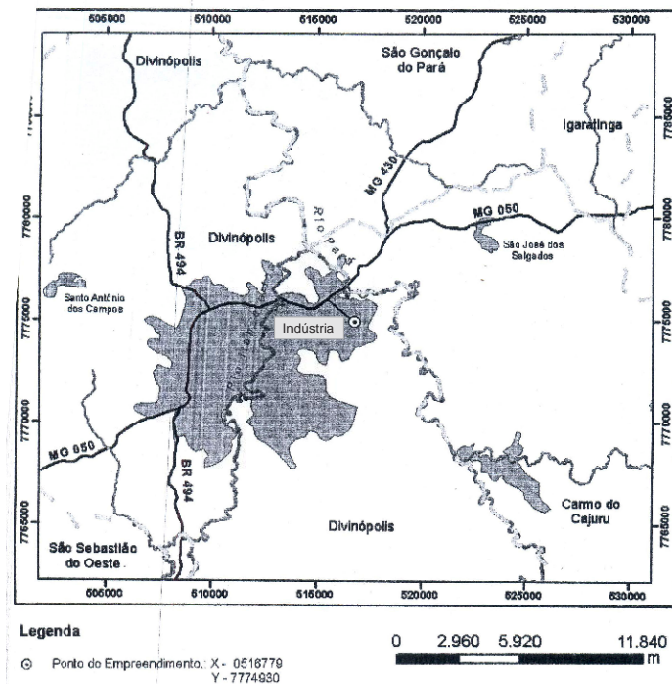
A indústria em pesquisa foi fundada no ano de 1992. Considerada hoje, uma empresa de médio porte, seu ramo de atividade está ligado à área de serigrafia têxtil do tipo quadro manual, ou seja, a silkagem das peças é feita por um processo de impressão no qual a tinta é vazada pela pressão de um rolo puxador através de uma tela preparada e manuseada manualmente.

A empresa conta com uma área construída de 3.624,00 m<sup>2</sup> e está localizada no centro industrial da cidade, conforme mapa de localização da Figura 23. Atualmente a indústria emprega 145 funcionários, com jornada de trabalho de 8 horas por dia, 5 dias de trabalho por semana e 12 meses de trabalho por ano.

Regularmente licenciada, a empresa é considerada como atividade Têxtil e se classifica nos termos da Deliberação Normativa COPAM 74/04, como (F-06-03-3 – Serigrafia) Classe 3 - Grande porte e grande potencial poluidor.



Figura 23– Mapa de localização da indústria de serigrafia têxtil situada na cidade de Divinópolis – MG



**Fonte:** Associação de usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará

A empresa produz camisas masculinas silkadas pelo método de estamparia a quadro plano manual e confeccionadas nos modelos pólo, decote careca e decote em V. Em média são produzidas 38.000 peças/mês, variando a quantidade produzida conforme os meses de sazonalidade (novembro a janeiro).

Para a identificação dos setores envolvidos no processo produtivo industrial, através de visita *in loco* mapeou-se todos os setores da empresa, neste sentido pontuou-se qual a sequência operacional do setor dentro do processo de produção (Figura 24).

Figura 24: Processo de produção da indústria de serigrafia têxtil situada na cidade de Divinópolis – MG



**Fonte:** Autora, 2016.

Na Figura 25, destaca-se além da ordem sequencial dos setores envolvidos no processo produtivo industrial, quais são os produtos produzidos e/ou desenvolvidos no setor, número de funcionários envolvidos no processo produtivo de cada etapa e também qual o



principal resíduo sólido gerado no setor. No entanto, os setores 1 (criação), 2 (modelagem) e 3 (costura) não são objetos desse estudo, mas propiciam o fomento de trabalhos futuros.

Figura 25 – Processo produtivo da indústria de estamparia têxtil situada na cidade de Divinópolis – MG



Fonte: Autora, 2016.

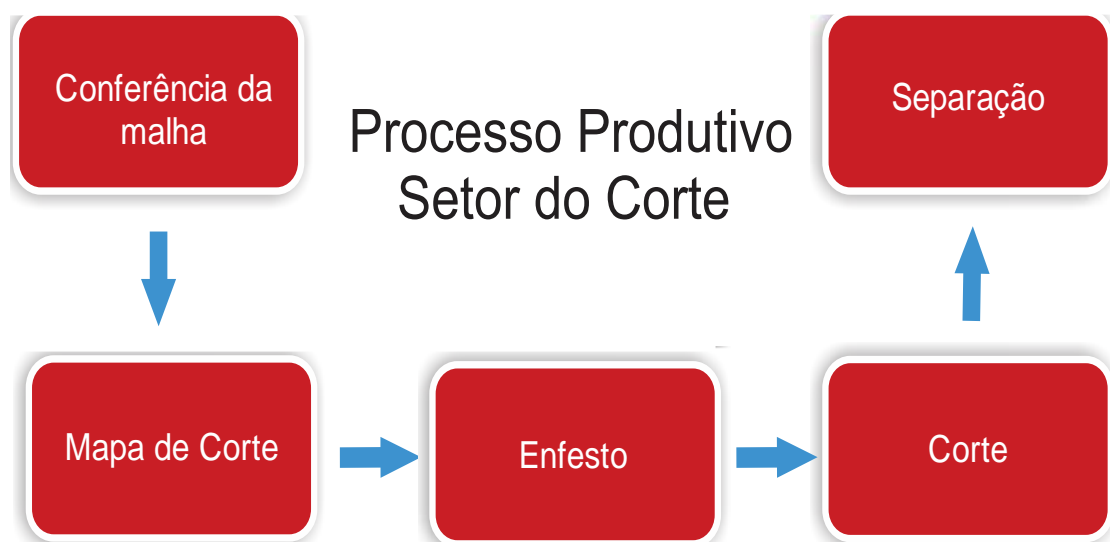
## 5.2 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ETAPAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO PRODUTIVO DOS SETORES DO CORTE E DA SERIGRAFIA

Após a identificação dos setores envolvidos no processo produtivo industrial, optou-se por delimitar a pesquisa nos setores do corte e da serigrafia, bem como em suas etapas produtivas. A opção por esses dois setores se deu pela grande quantidade de resíduos sólidos gerados nessas etapas, o que foi previamente relatado pela empresa. Ainda de acordo com o relato da empresa, os setores do corte e da serigrafia são os mais poluentes da indústria.

### 5.2.1 Descrição das Etapas do Processo Produtivo no Setor do Corte

O setor do corte é responsável por direcionar todo o esquema de trabalho da empresa pois, somente após o corte é que os outros setores envolvidos no processo produtivo iniciarão suas funções, com exceção do setor de criação e do setor de modelagem que antecedem o processo produtivo do corte. A Figura 26 apresenta um fluxograma com as etapas do processo produtivo do setor do corte.

Figura 26 – Etapas do processo produtivo do setor do corte



Fonte: Autora, 2016.

### 5.2.2 Caracterização das Etapas do Processo Produtivo no Setor do Corte

O início do processo produtivo do corte está no recebimento do tecido a ser cortado. O principal material manufaturado neste setor é a malha 100% algodão. No ato do recebimento

da malha, realiza-se a primeira atividade que é a verificação de possíveis defeitos, evitando que os mesmos não atrapalhem no corte das peças. A malha também passa por um teste de encolha antes de ser distribuída na mesa de corte, para que possa posteriormente ser enfiada, como mostra a Figura 27.

Figura 27 – Etapa de conferência da malha 100% algodão para desenvolvimento do corte



**Fonte:** Autora, 2016.

Em seguida, após verificação dos pedidos dos representantes para definição do número de peças a serem produzidas, organiza-se o mapa de corte, ou seja, o risco da modelagem das peças a serem cortadas. Este pode ser elaborado de forma manual ou digital pelo sistema *CAD CAM* – Sistema assistido por computador. Na empresa em estudo, o mapa de corte é elaborado de maneira digital (Figura 28).

Figura 28 – Risco digital das partes dos moldes das peças a serem cortadas



**Fonte:** Autora, 2016.

Na sequência é preparado o enfiado da malha, ou seja, a sobreposição de tecidos que corresponde à quantidade de peças que serão cortadas. Para a organização do enfiado,

verifica-se cores e tecidos que serão utilizados. O enfesto pode ser feito manualmente, com o auxílio de equipamentos mecânicos ou de forma computadorizada. Na empresa o processo de enfesto é executado manualmente com o auxílio de equipamentos mecânicos, como mostra as Figuras 29 e 30.

Figura 29 – Equipamento mecânico para enfestar tecidos



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 30 – Enfesto da malha 100% algodão a ser cortada



**Fonte:** Autora, 2016.

A etapa seguinte corresponde a operação do corte, podendo este ser realizado de forma manual ou automática. O corte manual é feito através de tesoura mecânica; máquina elétrica com lâminas vertical e circular; serra fita; prensa cortante ou servo cortador. O corte automático pode ser feito por meio de prensa cortante; comando numérico, com lâmina, laser, jato de água e plasma; e, leitura óptica. Na empresa em estudo o corte é feito com máquina elétrica com lâminas vertical. Nas Figuras 31 a 34, são apresentadas as etapas de operação do corte.

Figura 31 – Vista parcial do setor do corte



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 32 – Peças sendo cortadas na mesa de corte



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 33 – Máquina elétrica com lâminas vertical utilizada para o corte das peças



**Fonte:** Autora, 2016.



Figura 34 – Peças cortadas em malha 100% algodão



**Fonte:** Autora, 2016.

Após cortadas, as peças vão para o setor de Separação. Nesta etapa as peças são separadas de acordo com a ordem de serviço e direcionadas para outros 3 setores:

- Espatulado: peças a serem silkadas;
- Bordado: peças a serem confeccionadas somente com bordados;
- Costura: peças que só levam detalhes nos acessórios, como por exemplo: gola, carcela e bolso.

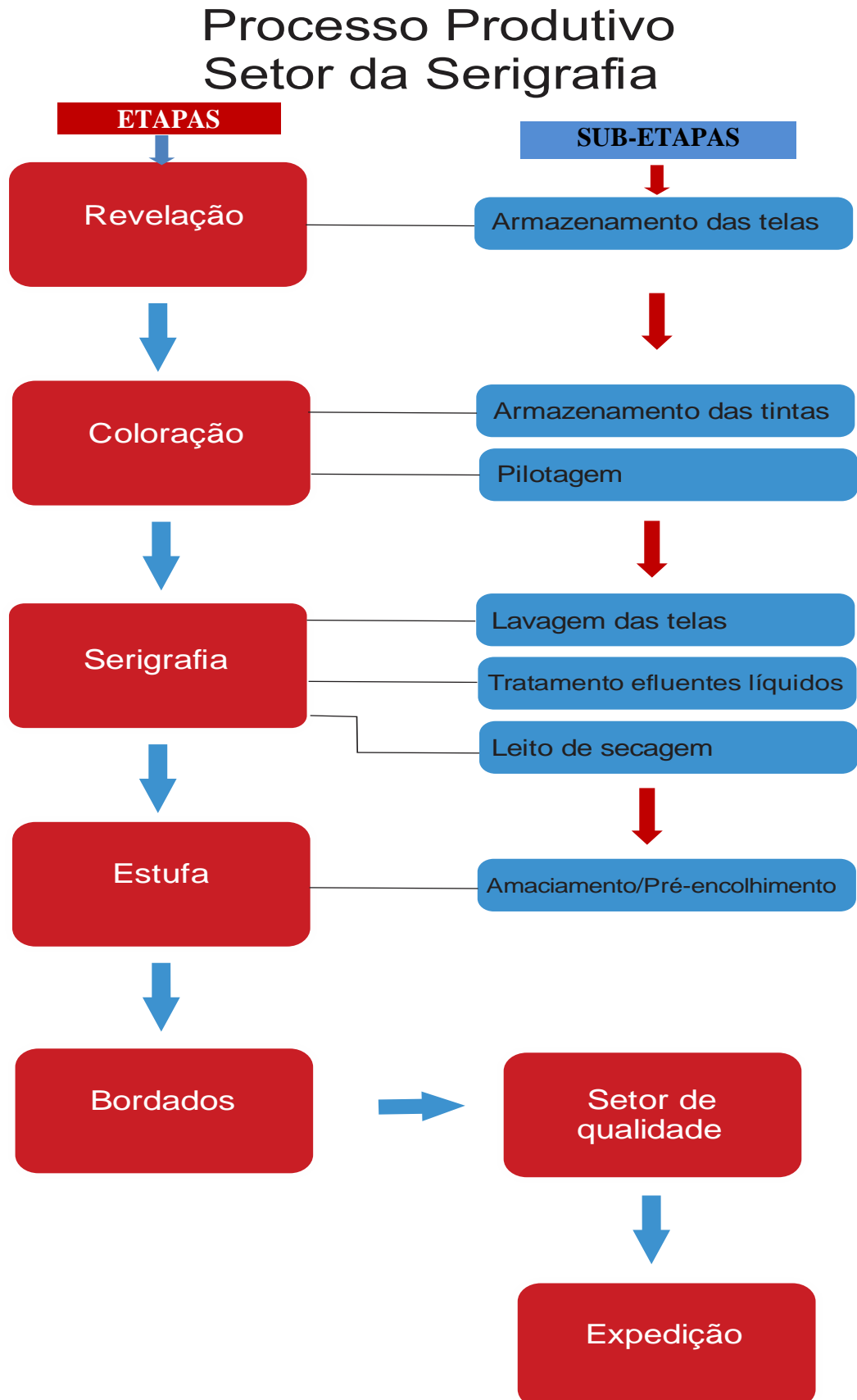
### 5.2.3 Descrição das Etapas do Processo Produtivo no Setor da Serigrafia

Este setor é considerado o principal da empresa. Ele demanda de várias etapas para que o processo produtivo dentro do setor seja concluído. Na Figura 35, é mostrado o fluxograma das etapas e sub etapas do processo produtivo do setor da serigrafia.

Como descrição do processo produtivo do setor da serigrafia, a primeira etapa inicia-se pela revelação, onde são confeccionadas as telas utilizadas na silkagem. As telas são preparadas com a colocação de nylon sobre os quadros de madeira com a utilização de grampos e fita crepe para proteção.

Após a montagem das telas é colocada uma emulsão sobre a mesma que, depois de seca é levada para a mesa de revelação onde o desenho impresso passa para a tela de nylon, ficando pronta para a revelação. Após a revelação ou impressão na tela de nylon, as mesmas são encaminhadas para a etapa da serigrafia.

Figura 35 – Fluxograma das etapas do processo produtivo do setor de serigrafia a quadro manual



Fonte: Autora, 2016.

O próximo passo do processo produtivo é o setor de coloração, nele são preparadas as tonalidades das tintas para aplicação nas peças de acordo com o catálogo dos modelos a serem produzidos pela empresa. As tonalidades de tintas ficam armazenadas em bombonas até que sejam utilizadas no processo de estampar. No processo de estampar são aplicadas as técnicas de serigrafia tais como: estampa chapada, estampa listrada (Figura 36) e estampa localizada.

Figura 36 – Camisas silkadas com estampa listrada



Fonte: Autora, 2016.

Para obter uma boa qualidade da silkagem, a pasta de estampar deve ter uma grande viscosidade, de forma que os desenhos não alastrem. A pasta contém obrigatoriamente um espessante, bem como corante e uma série de produtos auxiliares necessários à sua fixação. A preparação da pasta de estampar depende da qualidade e tipo da estampa que se deseja obter.

A preparação da pasta de estampagem é uma das etapas mais importantes do processo produtivo da serigrafia. Uma análise na formulação da pasta, permite ter uma idéia dos contaminantes presentes no efluente final.

Na sequencia as peças já separadas pelo setor de Entrada de Produção são encaminhadas para as mesas de silkagem. O processo de silkagem inicia-se com a colocação (esticada) das peças cortadas sobre a mesa, estando seus registros de marcações de acordo com cada peça.

Em seguida o silkador pega a tela, coloca sobre a peça e aplica tinta utilizando um rodo raspador. Após alguns segundos o ajudante do silkador vem secando as peças utilizando uma



fonte de luz ou calor nas peças de menor tamanho, já as peças maiores são secas em temperatura ambiente.

Para a limpeza das mesas de *Silk screen* utiliza-se água, retalhos de malhas 100% algodão (brancos) e solventes, que são utilizados para a retirada de excessos de tintas e colas que tenham permanecido durante o processo de silkagem.

As telas, rodos e baldes utilizados no processo produtivo da serigrafia são encaminhados para a área de manutenção das telas, onde são limpos e lavados utilizando água e, quando necessário solvente. Todos os efluentes líquidos desta área são encaminhados para a estação de tratamento de efluentes líquidos da empresa.

Após a secagem da peça, a mesma é enviada para a estufa, o que ajudará no processo de fixação da tinta na malha.

Após passarem pela estufa, as peças que foram silkadas por completo, ou seja, totalmente estampadas, passam por um processo de reenfestos. Reenfestos é o processo de preparação das peças para costura. As peças estampadas são cortadas em tamanho bandeira (padrão) e, no reenfestos são remodeladas para seu tamanho real.

Na sequência passam pelo setor de bordados. O setor de bordados é responsável pelo recebimento das peças e acessórios já silkados para a confecção de bordados nos mesmos.

As peças silkadas são enviadas para o setor de qualidade onde é feita a conferência e o retoque nas peças com pequenas avarias. Para este setor, também são encaminhadas as peças bordadas passando por um processo de arremate, onde são retiradas as linhas que estejam sobressaindo ao acabamento da peça.

Por fim, as peças são encaminhadas para o setor de expedição, responsável pelo recebimento das peças silkadas e/ou bordadas e em sequência direcionadas para o setor de costura para finalização do processo industrial.

#### 5.2.4 Caracterização das Etapas do Processo Produtivo no Setor da Serigrafia

O processo produtivo do setor do corte envolve as seguintes etapas:

- **Revelação/Preparação das telas:** onde são confeccionadas as telas utilizadas na silkagem. As telas são preparadas com a colocação de *nylon* sobre os quadros de madeira com a utilização de grampos e fita crepe para proteção. Após a montagem das telas é colocada uma emulsão sobre a mesma que, depois de seca é levada para a mesa de revelação onde o desenho impresso passa para a tela de *nylon*, ficando pronta para a revelação. Após a revelação ou impressão na tela de *nylon*, as

mesmas são encaminhadas para o setor de serigrafia. Na Figura 37, a tela é preparada para dar entrada ao processo de serigrafia.

Figura 37 – Separação da tela pronta para produção das peças



Fonte: Autora, 2016.

- **Armazenamento de Telas:** local onde se armazena as telas gravadas para posteriormente serem utilizadas na serigrafia. As telas variam em tamanho de acordo com as medidas das partes da peça a serem silkadas. Na Figura 38, observa-se a variação de tamanhos e o armazenamento das telas.

Figura 38 – Área de armazenamento das telas de *silk-screen*



Fonte: Autora, 2016.

- **Coloração / Preparação das tintas:** Neste setor é que são preparadas as tonalidades das tintas de acordo com o catálogo de peças a serem produzidas pela empresa. A elaboração da base da tinta é feita através da mistura de água, resina acrílica, fixadores, amaciantes e espessantes. A coloração acontece através da

adição de pigmentos em proporções pré-estabelecidas na pasta madre (pasta branca), como mostra as Figuras 39 e 40.

Figura 39 – Processo de criação das tintas para serigrafia - Coloração



Fonte: Autora, 2016.

Figura 40 – Pasta madre ou pasta branca utilizada para serigrafia



Fonte: Autora, 2016.

- **Armazenamento das tintas em bambonas:** reservatório plástico resistente onde as diversas cores de tintas são acondicionadas até que sejam utilizadas no processo da serigrafia. A Figura 41 mostra a coleta de tinta pelo serígrafo, para então, ser inserida no processo de serigrafia.

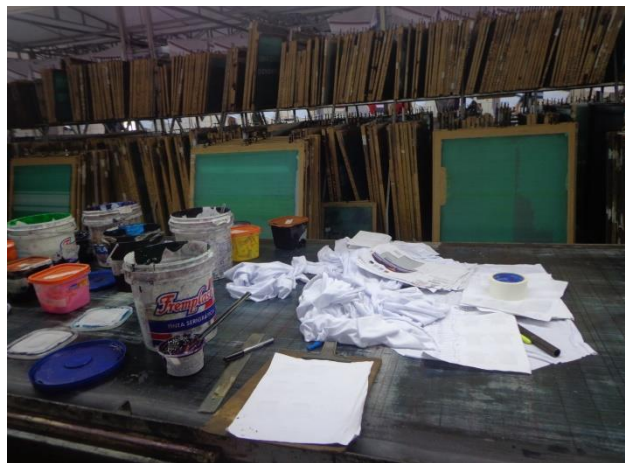
Figura 41 – Armazenamento em bombonas das diversas cores de tintas de serigrafia



Fonte: Autora, 2016.

- **Pilotagem:** etapa onde se estuda a aplicação das cores de tintas conforme o modelo da peça especificado em ficha técnica. O local para este estudo é mostrado na Figura 42.

Figura 42 – Área de pilotagem das cores de tintas no tecido



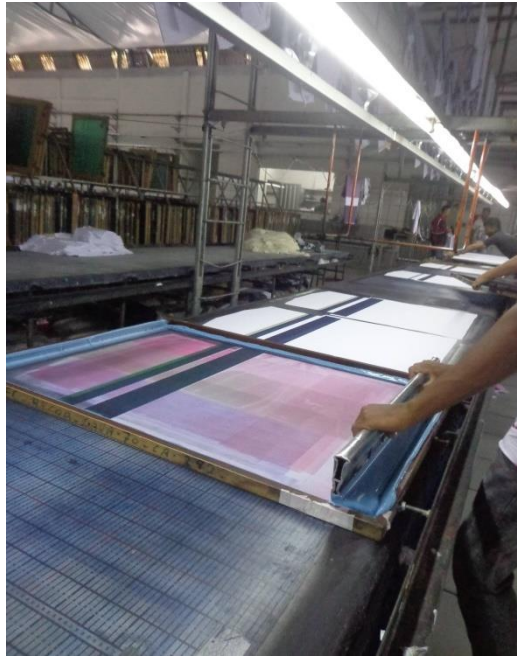
Fonte: Autora, 2016.

- **Serigrafia (*silk screen*) a quadro manual:** Consiste na aplicação de um padrão ou desenho em um tecido por passagem da pasta de tinta através de orifícios de uma tela. A pressão faz com que a pasta passe pela tela através dos orifícios desimpedidos, colorindo o tecido nas regiões desejadas. Como cada quadro só pode estampar a área de tecido de determinada cor, são necessários tantos quadros



quanto quantas cores forem às definidas no desenho. As peças de tecidos são distribuídas na mesa de *silk* e são silkadas uma a uma, logo após, são retiradas e estendidas em varais sobre a mesa de *silk* para que possam secar naturalmente. As Figuras 43 a 45 mostram o processo de serigrafia a quadro manual.

Figura 43 – Tela e rodo de *silk-screen* utilizados para estampar camisetas



Fonte: Autora, 2016.

Figura 44 – Aplicação de tinta de estampar nas peças



Fonte: Autora, 2016.

Figura 45 – Secagem das peças após a serigrafia



Fonte: Autora, 2016.

- **Estufa / Termofixação:** Nessa etapa é feita a cura da tinta estampada no tecido através do aquecimento e desidratação da mesma. As peças são colocadas em uma esteira e transportadas ao longo de uma estufa a uma temperatura de 150°C por 6 minutos. O processo de termo fixação pode ser identificado nas Figuras 46 a 48, podendo ser observado além de toda a extensão, também a entrada e saída da estufa.

Figura 46 – Estufa utilizada para termofixação da tinta nas peças



Fonte: Autora, 2016.

Figura 47 – Entrada da esteira da estufa



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 48 – Saída da esteira da estufa



**Fonte:** Autora, 2016.

- **Amaciamento/ pré-encolhimento:** Nesta etapa acontece a lavagem das peças com detergentes industriais e amaciantes para remoção da goma e do cheiro da tinta no tecido. Utiliza-se lenha para geração de vapor para a secadora e desengomagem. Este processo é composto por desengomagem, centrifugação e secagem. A Figura 49 mostra o processo de secagem das peças silkadas após o amaciamento e pré-encolhimento.

Figura 49 –Secagem das peças após amaciamento e pré- encolhimento



**Fonte:** Autora, 2016.

- **Reenfesto:** as peças totalmente estampadas são cortadas em tamanho bandeira, ou seja, um tamanho padrão, visando uma margem de encolhimento após serem cortadas. No processo de reenfesto as peças são remodeladas (cortadas) para seu tamanho e forma real, como mostra a Figura 50.

Figura 50 – Manga de camisa a ser recortada de acordo com o molde da peça



**Fonte:** Autora, 2016.

- **Bordados:** A etapa que envolve os bordados é responsável pelo recebimento das peças (frente, costas e mangas das camisas) e acessórios como golas e bolsos que já estejam silkados, para então, fazer a execução de bordados nos mesmos. As Figuras 51 e 52, mostram a área da etapa dos bordados assim como, as peças sendo bordadas.



Figura 51 – Vista da área da etapa dos bordados



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 52 – Máquinas para aplicação de bordado nas peças



**Fonte:** Autora, 2016.

- **Setor de qualidade:** nesta etapa as peças já silkadas são conferidas uma a uma. Havendo algum tipo de avaria no tecido, a peça é marcada por uma etiqueta adesiva e em seguida retirada do processo produtivo. Nas Figuras 53 a 55 é mostrado a conferência das peças.

Figura 53 – Área de conferência das peças silkadas e/ou bordadas



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 54 – Retoque de tinta em avarias nas peças



Fonte: Autora, 2016.

Figura 55 – Limpeza de borrões de tinta nas peças com jato d'água



Fonte: Autora, 2016.

- **Expedição:** etapa responsável pelo recebimento das peças já silkadas e/ou bordadas. Após a conferência das peças, as mesmas são enviadas para o setor de costura. Na Figura 56, as peças já silkadas e/ou bordadas estão separadas por cores, modelos e tamanhos.

Figura 56 – Fardo de peças cortadas, silkadas e/ou bordadas



Fonte: Autora, 2016.

- **Limpeza das telas:** este não é um processo rotineiro, espera-se o acúmulo de telas para se proceder à limpeza. Nesta etapa, além das telas são lavados os rodos utilizados na mesa de serigrafia e os baldes sujos com tintas. Para esta tarefa o funcionário utiliza óculos, luvas e máscara, pois os produtos utilizados para lavagem exalam forte odor. Depois de lavadas, as telas são encaminhadas para a secagem em estufa. Aplica-se ainda, um produto desengraxante utilizado para retirar todo resíduo de tinta da tela e prepará-la para a próxima impressão. Os resíduos da lavagem das telas são destinados para a Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos - ETE. As Figuras de 57 a 59 mostram o processo de limpeza das telas, baldes e rodos sujos com tinta.

Figura 57 – Área de limpeza das telas, rodos e baldes sujos com tinta



Fonte: Autora, 2016.

Figura 58 – Rodos de silkagem sujos com tinta



Fonte: Autora, 2016.

Figura 59 – Baldes sujos com tinta



Fonte: Autora, 2016.

- **Estação de tratamento de efluentes líquidos - ETE:** na área de limpeza existe uma entrada para o efluente líquido, onde o mesmo é bombeado do tanque de equalização para um tanque-reator. Neste local é adicionado cal, polímero e sulfato de alumínio. Os corantes reagem com a cal, formam flocos e decantam. Essas reações são catalisadas por um misturador em torno de 40 minutos e decantam por 4 horas. Este tratamento é feito duas vezes por semana, totalizando uma média de 8 vezes no mês. A água tratada é liberada e o efluente despejado em leitos de desidratação como mostram as Figuras de 60 a 62.



Figura 60 – Entrada do efluente líquido na área de lavagem das telas



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 61 – Caixa receptora do efluente líquido



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 62 – Tanque-reator utilizado para tratamento do efluente líquido



**Fonte:** Autora, 2016.

- **Leito de desidratação:** são “camas” receptoras e distintas, uma para desidratação dos lodos de efluentes líquidos e outra para os tecidos impregnados com sobras de tinta e solventes. Quando o leito atinge um nível elevado de resíduos, os mesmos são encaminhados para um aterro industrial. As Figuras de 63 a 65 mostram as vistas dos leitos de desidratação:

Figura 63 – Leitos de secagem de lodos e tecidos impregnados com tinta e solvente



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 64 – Cama receptora do efluente líquido (lodos)



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 65 – Cama receptora de malha impregnada com tinta e solventes



**Fonte:** Autora, 2016.

### 5.3 IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA E DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NAS ETAPAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO PRODUTIVO DOS SETORES DO CORTE E DA SERIGRAFIA

A identificação e quantificação da matéria prima utilizada nas etapas do processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia possibilitou identificar e quantificar os resíduos sólidos gerados nessas etapas durante o período de 6 meses (janeiro a junho de 2015).

#### 5.3.1 Identificação e Quantificação da Matéria Prima Utilizada no Processo Produtivo dos Setores do Corte e da Serigrafia

As matérias primas utilizadas para a produção das peças desenvolvidas durante o período em estudo (6 meses), foram identificadas através da análise dos modelos das camisas elaborados no Setor de Criação. Para a quantificação da matéria prima, foram levantados dados como: modelos, tamanhos, tipo de tecidos, cores, acabamentos e ciclo de produção da peça.

Neste contexto, identificou-se e quantificou-se as matérias primas utilizadas nos setores produtivos do Corte e da Serigrafia, onde pontuou-se a periodicidade de compra, o quantitativo do consumo mensal máximo e médio, conforme demonstra a Tabela 2.

Tabela 2 – Identificação e quantificação das Matérias primas dos Setores de Corte e Serigrafia

<b>Matéria Prima</b>	<b>Periodicidade de compra</b>	<b>Consumo mensal máximo</b>	<b>Consumo diário médio</b>
Malha 100% algodão	mensal	9.664 kg	439,272 kg
Malha Piquet, malha mescla e malha flamê	mensal	320 kg	14,545 kg
Fita adesiva	mensal	800m	36,363 m
Plástico em geral	mensal	45,00 kg	2,04 kg
Papel em geral	mensal	25,00 kg	1,136 kg
Tinta a base de água	mensal	10.640 kg	483,63 kg
Pigmento Helizarin Amarelo L-ECO	mensal	10,170 litros	462,27 litros

(continua)

Tabela 2 – Identificação e quantificação das Matérias primas dos Setores de Corte e Serigrafia. (continuação)

Matéria Prima	Periodicidade de compra	Consumo mensal máximo	Consumo diário médio
Pig. Helizarin Amarelo ouro L-ECO	mensal	5,628 litros	0,255 litros
Pig. Helizarin Azul brilhante L-ECO	mensal	1,416 litros	0,064 litros
Pig. Helizarin Azul marinho L-ECO	mensal	8,618 litros	0,391litros
Pig. HelizarinBinder TS	mensal	400 litros	18,181 litros
Pig. Helizarin Violeta L-ECO	mensal	1,416 litros	0,535 litros
Pig. Helizarin Magenta L-ECO	mensal	29,88 litros	1,358 litros
Pig. Helizarin Preto L-ECO PLUS	mensal	40,62 litros	1,846 litros
Pig. Helizarin Verde L-ECO	mensal	1,850 litros	0,084 litros
Pig. Helizarin Vermelho L-ECO	mensal	7,205 litros	0,327 litros
Pig. Helizarin Azul royal L-ECO	mensal	18,325 litros	0,832 litros
Luprintol BSA	mensal	12,00 litros	0,545 litros
Lutexal HIT	mensal	120,00 litros	5,454 litros

**Fonte:** Autora, 2016.

O levantamento de dados das matérias primas utilizadas nos setores do corte e da serigrafia para a produção das camisas silkadas no período de janeiro a junho de 2015, permitiu verificar que a maior quantidade de matéria prima utilizada no setor do corte foi a malha 100% algodão (ao preço médio de R\$ 22,90 kg) e no setor da serigrafia a maior quantidade de matéria prima utilizada foi a tinta a base de água (ao preço médio de R\$ 1,60kg), (Tabela3).

Tabela 3 – Custo da matéria prima

Setor	Matéria prima	Custo/ kg
Corte	Malha 100% algodão	R\$ 22,90
Serigrafia	Tinta a base de água	R\$ 1,60

**Fonte:** Autora, 2016.

A quantidade de malha e de tinta utilizada (em kg) mensal e semestralmente, bem como o valor de compra da matéria-prima (em kg) é descrita a seguir:



Segundo o responsável pelo setor do corte, a estimativa de malha utilizada em cada camisa é de 320g, sendo que são produzidas em média 38.000 peças/mês. Onde 20% desse total de peças produzidas, são confeccionadas em malha piquet, mescla e flamê.

Assim sendo,  $38.000 \text{ peças/mês} - 20\% \text{ matéria prima alternativa} = 30.400 \text{ peças confeccionadas em malha 100\% algodão}$ .

Logo,  $30.400 \text{ peças/mês} \times 0,320\text{kg} = 9.728\text{kg}$  de matéria-prima de malha 100% algodão utilizada mensalmente a um investimento de R\$ 222.771,20, especificado na (Tabela 4).

Tabela 4 – Quantificação e investimento em malha 100% algodão

Principal Matéria-Prima Utilizada no Setor do Corte			
Quantidade mensal de malha 100% algodão	Investimento mensal em matéria prima	Quantidade semestral de malha 100% algodão	Investimento semestral em matéria prima
9.728 kg/mês <sup>1</sup>	R\$ 222.771,20	58.368 kg/ sem <sup>2</sup>	R\$1.336.627,20

\*<sup>1</sup> - matéria-prima utilizada mensalmente.

\*<sup>2</sup> - estimativa (devido à sazonalidade) de matéria-prima utilizada semestralmente.

**Fonte:** Autora, 2016.

Segundo o responsável pelo setor da serigrafia, a estimativa de tinta utilizada em cada camisa é de 280g, sendo que são produzidas em média 38.000 peças/mês, silkadas em malhas de composição distintas. Assim sendo,  $38.000 \text{ peças/mês} \times 0,280\text{kg} = 10.640\text{kg}$  de matéria-prima de tinta à base de água utilizada no mês a um investimento de R\$ 17.024,00, especificado na (Tabela 5).

Tabela 5 – Quantificação e investimento em tinta a base de água

Principal Matéria-Prima Utilizada no Setor da Serigrafia			
Quantidade mensal de tinta à base de água	Investimento mensal em matéria- prima	Quantidade semestral de tinta à base de água	Investimento semestral em matéria prima
10.640 kg/mês <sup>1</sup>	R\$ 17.024,00	63.840 kg/sem <sup>2</sup>	R\$ 102.144,00

\*<sup>1</sup> - matéria-prima utilizada mensalmente.

\*<sup>2</sup> - estimativa (devido à sazonalidade) de matéria-prima utilizada semestralmente.

**Fonte:** Autora, 2016.

As matérias-primas utilizadas na etapa de tratamento de efluentes líquidos – ETE são o sulfato de alumínio, a cal e o polímero. Segundo a empresa, para cada tratamento de água de 15.000 litros, gasta-se com matéria-prima 15 kg de sulfato de alumínio, 10 kg de cal e 70 g de

polímero. Este tratamento é efetuado 2 vezes por semana, totalizando em média 8 vezes por mês. Os valores referentes aos investimentos em tratamento dos efluentes líquidos provenientes das sobras de tintas são descritos na Tabela 6.

Tabela 6 – Quantificação e investimento em matéria-prima para tratamento de efluente líquido

Matéria-Prima Utilizada na ETE – Estação de tratamento de Efluente Líquido				
Matéria-prima	Quantidade utilizada por tratamento	Valor do kg	Valor por tratamento	Investimento mensal com matéria prima
Sulfato de Alumínio	15kg	R\$ 2,60	R\$ 39,00	R\$ 312,00
Cal	10kg	R\$ 0,60	R\$ 6,00	R\$ 48,00
Polímero	70g	R\$ 35,50	R\$ 24,85	R\$ 198,80

Fonte: Autora, 2016.

Os dados referentes a Tabela 6 estão de acordo com o investimento mensal em matéria-prima em relação a 8 tratamentos/mês. Totalizando o valor do tratamento mensal em R\$ 558,80. Porém, nos meses com 5 semanas os valores investidos em matéria –prima passam a ser calculados de acordo com 10 tratamentos/mês.

### 5.3.2 Identificação e Quantificação dos Resíduos Sólidos Gerados nas Etapas Envolvidas no Processo Produtivo dos Setores do Corte e da Serigrafia

A identificação e quantificação dos resíduos sólidos foi analisada durante um período de 6 meses (janeiro a junho de 2015), onde pontuou-se em quais etapas do processo produtivo dentro dos setores do corte e da serigrafia implicam na geração de resíduos sólidos.

Abaixo é pontuado os resíduos sólidos gerados especificamente nas etapas do setor do corte e posteriormente nas etapas do setor da serigrafia. Após o levantamento dos resíduos, quantificou-se a geração mensal durante o período citado acima.

#### a) Identificação dos principais resíduos sólidos gerados no setor do Corte

O processo produtivo do setor do corte envolve as etapas de conferência da malha, elaboração do mapa de corte, enfiado, corte e separação das peças cortadas. Através da caracterização dessas atividades, identificou-se os resíduos sólidos apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Resíduos sólidos do processo produtivo do Setor do Corte

<b>Resíduos sólidos gerados nas etapas do processo produtivo do Setor do Corte</b>	Retalhos de malha 100% algodão
	Retalhos de malha Piquet, Mescla e Flamê
	Papel de plotagem
	Embalagens em geral
	Plásticos em geral
	Fitas adesivas
	Rolos de papelão

**Fonte:** Autora, 2016.

Entre os resíduos sólidos gerados no processo produtivo do setor do corte, destaca-se os retalhos de malhas, principalmente os de malha 100% algodão, papéis de plotagem utilizados para o risco da modelagem das peças a serem cortadas e embalagens plásticas utilizadas para o armazenamento dos tecidos, conforme Figuras 66 a 68.

Figura 66 – Papel e rolos de papelão gerados no setor do corte



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 67 – Retalhos de malhas gerados no setor do corte



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 68 – Sacos plásticos para armazenamento dos tecidos



**Fonte:** Autora, 2016.

Além da geração de resíduos de retalhos de malhas, ainda há a geração de resíduos de papel utilizado no encaixe dos moldes; de embalagens de papelão e invólucros das matérias-primas e aviamentos como canudos de papelão, sacos e carretéis plásticos, etc.

A Norma Brasileira (NBR) 10.004 de 31 de janeiro de 2004, que tem por objetivo classificar e fornecer subsídio para política de gerenciamento de resíduo sólido prevista na PNRS e regulamentada pelo Decreto 7.404/2010 rotula os resíduos sólidos conforme o grau de risco à saúde pública e ao meio ambiente, segundo os tipos de matérias primas, insumos e processos utilizados. Nos dizeres desta norma, os resíduos de materiais têxteis recebem a numeração A010, classificada como não perigosos (ABNT, 2004). Porém, apesar de ser classificado como resíduo não perigoso, o volume desses resíduos ao ser disposto diretamente sobre o solo, provoca degradação ambiental.

### b) Identificação dos principais resíduos sólidos gerados no setor de Serigrafia

O processo produtivo do setor de serigrafia envolve as atividades de revelação, coloração, *silk screen*, estufa, bordados, setor de qualidade e expedição. Através da caracterização dessas atividades, identificou-se os resíduos sólidos apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 –Resíduos sólidos do processo produtivo do setor de serigrafia

Resíduos sólidos gerados no processo produtivo do Setor de Serigrafia	Sobras de tintas
	Retalhos de malha 100% algodão impregnados com tinta e solventes
	Tela de madeira e <i>nylon</i>
	Embalagens e Plásticos em geral
	Aparas de entretelas
	Aparas de linhas
	Fitas adesivas
	Papel <i>laser</i>
	Lodo da Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos

Fonte: Autora, 2016.

Nas Figuras 69 e 70, visualiza-se os resíduos de tecidos impregnados com tintas e solventes e na Figura 71, visualiza-se os resíduos de sobras de tintas provenientes do processo de *silk screen*.

Figura 69 – Retalhos utilizados para limpeza das mesas de serigrafia impregnados com tinta e solvente



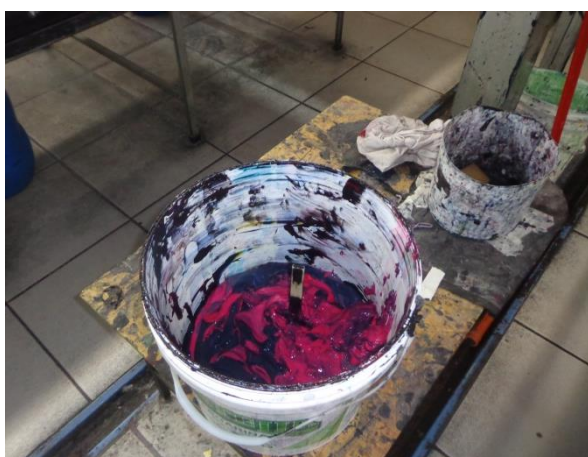
Fonte: Autora, 2016.

Figura 70 – Retalhos impregnados com solventes



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 71 – Sobras de Tintas provenientes do processo produtivo da etapa da serigrafia



**Fonte:** Autora, 2016.

Nas Figuras 72 e 73, destaca-se as sobras de linhas e aparas de entretelas resultantes do arremate das peças bordadas.

Figura 72 – Sobras de linhas proveniente do processo produtivo da etapa de bordados



**Fonte:** Autora, 2016.



Figura 73 – Aparas de entretelas proveniente do processo produtivo da etapa de bordados



**Fonte:** Autora, 2016.

E na Figura 74, demonstra-se os resíduos de lodos de efluentes líquidos provenientes da área de lavagem das telas de silkagem.

Figura 74 – Lodo de efluentes líquidos/ tinta de serigrafia no leito de secagem



**Fonte:** Autora, 2016.

No processo produtivo do setor da serigrafia, o principal resíduo sólido gerado foi caracterizado como tinta a base de água, proveniente das etapas de coloração, armazenamento e principalmente do processo produtivo da etapa de serigrafia.

Na etapa de coloração, as tintas à base de água são preparadas misturando-se pastas prontas, que contém principalmente água, ligante, amaciante e espessante, com os pigmentos líquidos. Se a pasta tem uma consistência muito espessa, é adicionado amaciante, em caso contrário é adicionado espessante. Dependendo do tipo de estampa e da cor da tela a ser estampada, também pode ser adicionado ligante para dar maior cobertura de cor.

A pasta a base de água às vezes é contaminada pela má manipulação ou pelo tempo de armazenamento. Um indicativo da contaminação é a mudança de cheiro. Para evitar a degradação microbiana da pasta é agregado bactericida.

Já no processo de serigrafia, ou seja, nas mesas de estampar, os resíduos de tinta são gerados devido a grande quantidade de sobras de tinta nas telas de silkagem.

Além da geração de resíduos de sobras de tinta, ainda há a grande geração de resíduos de retalhos de malha 100% algodão impregnados com tinta e de lodo proveniente da Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos. Entre os demais resíduos, gerados em menor quantidade mas não menos poluentes, estão os plásticos em geral, aparas de entretelas e linhas, fita adesiva, papel *laser*, tela de madeira e embalagens em geral.

Para a limpeza das telas, mesas e rodos de silkagem utilizam-se retalhos de malha 100% algodão brancos, impregnando-os de tinta. Esses retalhos passam a ser direcionados para o leito de secagem na própria empresa, para posteriormente ser destinado para aterro industrial.

As sobras de tintas são direcionadas para a etapa de lavagem das telas, juntamente com os baldes, rodos e telas de silkagem, o que evidencia a geração de efluentes líquidos.

O grande volume de efluente líquido industrial faz com que o lodo oriundo das Estações de Tratamento de Efluentes Líquidos (ETE), se configure como impacto ambiental significativo, uma vez que sua formação também é consideravelmente alta. Apesar de ser classificado como resíduo sólido não perigoso e não inerte (Classe II A), o lodo originário das ETE não possui características bem definidas, uma vez que os processos que envolvem a geração dos efluentes líquidos apresentam uma grande variedade de matérias-primas e etapas, gerando efluentes líquidos bastante diversificados.

Todos os resíduos líquidos da indústria são destinados para o tratamento de efluentes domésticos. No entanto, somente o resíduo líquido gerado no processo produtivo da serigrafia é encaminhado para tratamento específico.

### **c) Quantificação dos principais resíduos sólidos gerados nos setores do Corte e da Serigrafia**

Atualmente, a empresa faz mensalmente a quantificação dos principais resíduos sólidos gerados, porém, o resultado do quantitativo acumulado faz-se pela média ponderada de seis em seis meses. O resultado final é apresentado à Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM.



Observa-se através da Tabela 6, o quantitativo dos resíduos gerados no período de janeiro a junho de 2015, os quais foram fornecidos pela empresa.

Tabela 7 – Resíduos Sólidos gerados no processo produtivo das etapas envolvidos nos setores do corte e da serigrafia.

Principais Resíduos Sólidos Gerados Setores do Corte e Serigrafia		
Denominação	Origem	Estimativa de Geração
Papel em geral	Corte e Serigrafia	Gerado no mês
		180 kg
		Acumulado <sup>1</sup>
		884 kg
Plástico em geral	Corte e Serigrafia	Gerado no mês
		58,26 kg
		Acumulado <sup>1</sup>
		241,26 kg
Retalhos de Malha Piquet, Mescla e Flame	Corte	Gerado no mês
		300,50 kg
		Acumulado <sup>1</sup>
		1320 kg
Retalhos de Malha 100% algodão	Corte	Gerado no mês
		2334,72 kg
		Acumulado <sup>2</sup>
		4438 kg
Retalhos de malha 100% algodão impregnados com tintas e/ou solventes	Serigrafia	Gerado no mês
		278 kg
		Acumulado <sup>3</sup>
		1750 kg
Sobras de Tintas	Serigrafia	Gerado no mês
		2128 kg
		Acumulado <sup>3</sup>
		12174 kg
Aparas de entretelas	Serigrafia (bordados)	Gerado no mês
		85 kg
		Acumulado <sup>2</sup>
		360 kg
Lodo	ETE - Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos	Gerado no mês
		250 kg/seco
		Acumulado <sup>3</sup>
		1620 kg

\* Acumulado<sup>1</sup> durante a média de 4 meses e encaminhado para venda de recicláveis;

\* Acumulado<sup>2</sup> durante a média de 4 meses e encaminhado para aterro sanitário e/ou industrial;

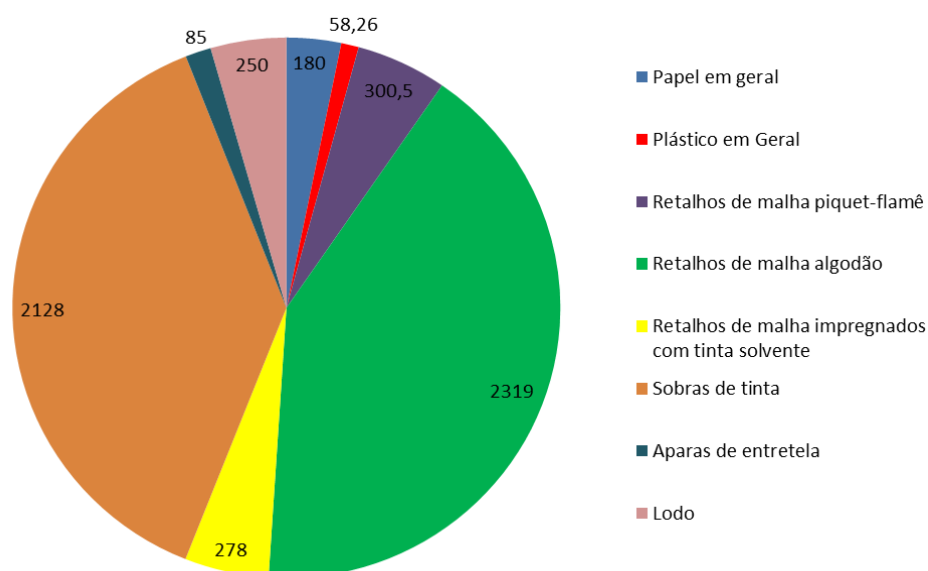
\* Acumulado<sup>3</sup> durante a média de 6 meses a 1 ano e armazenado em local adequado na empresa.

**Fonte:** Autora, 2016.

A média mensal de geração dos resíduos tem variação de acordo com as estações do ano e sua sazonalidade. Acontecem anualmente dois lançamentos de coleções, o que aumenta a geração de resíduos durante o período de confecção das peças. Já em períodos de férias coletivas dos funcionários da empresa, o número de resíduos gerados diminui evidentemente.

De acordo com o quantitativo dos resíduos sólidos gerados percebe-se que os resíduos que causam maior impacto ambiental na indústria da estamparia têxtil a quadro manual são os retalhos da malha 100% algodão, os retalhos da malha 100% algodão impregnados com tinta e solventes, as sobras de tinta e o lodo da ETE – Estação de Tratamento de Efluente líquido, como pode ser observado na Figura 75.

Figura 75 – Geração mensal de resíduos sólidos nos setores do corte e da serigrafia (Kg/mês)



**Fonte:** Autora, 2016.

Como a principal matéria prima utilizada no setor do corte da indústria em questão é a malha 100% algodão, percebe-se que a maior quantidade entre os principais resíduos gerados nesse setor também são os retalhos dessa malha. Os tamanhos, formas e volumes dos retalhos variam de acordo com os formatos dos moldes, das larguras dos rolos de tecidos e do correto descanso destes. A empresa já utiliza um sistema informatizado de modelagem, encaixe e risco, o que otimiza o aproveitamento dos enfeitos, gerando uma menor quantidade de retalhos.

O mesmo acontece no setor da serigrafia, como a maior quantidade de matéria prima utilizada neste setor são as pastas de tinta a base de água e pigmentos, a maior quantidade de resíduo sólido gerado são as sobras de tinta.

Para apurar o valor do resíduo de malha 100% algodão gerado mensalmente no setor do corte, levantou-se o quantitativo dos resíduos dessa malha (os quais foram fornecidos pela empresa) e assim constatou-se um volume de 24% sob o total da matéria-prima utilizada. Observa-se na Tabela 7 o valor do resíduo gerado.

Tabela 8 – Valor do Resíduo de Malha 100% algodão

Resíduo de malha 100% algodão			
Malha 100% algodão utilizada/ mês	Valor da matéria prima utilizada/mês	Volume de resíduo gerado/mês	Valor do resíduo/mês
9.728kg/mês	R\$222.771,20	2.334kg/mês(ou24%)	R\$ 53.465,00

**Fonte:** Autora, 2016.

Para apurar o valor do resíduo de sobras de tinta a base de água gerado mensalmente no setor da serigrafia, levantou-se o quantitativo desses resíduos (dados também fornecidos pela empresa) onde constatou-se um volume de 20% sob o total da matéria-prima utilizada. Observa-se na Tabela 9 o valor do resíduo gerado.

Tabela 9 – Valor do Resíduo da Tinta a base de água

Resíduo de tinta a base de água			
Tinta a base de água utilizada/ mês	Valor da matéria prima utilizada/mês	Volume de resíduo gerado/mês	Valor do resíduo/mês
10.640,0 kg/mês	R\$ 17.024,00	2128,0 kg/mês (ou 20%)	R\$ 3.404,80

**Fonte:** Autora, 2016.

O cálculo do valor dos resíduos dos retalhos de malha 100% algodão impregnados com tinta e solvente estão embutidos no cálculo dos retalhos de malha 100% algodão, visto que, os retalhos impregnados fazem parte do quantitativo dos retalhos de malha abstergeados.

A estimativa de resíduos de malha impregnados com tinta é de 12% em relação ao volume de resíduo de malha 100% algodão. Soma-se a este resíduo as despesas disposição final, pois este tipo de resíduo precisa ser acondicionado em leito de secagem na própria empresa e posteriormente ser enviado para aterro industrial licenciado.

Quanto aos resíduos do lodo da ETE, o gasto mensal com tratamento dos efluentes líquidos variam em torno de R\$ 558,80, porém, nos meses com 5 semanas soma-se a este

valor o custo de mais 2 tratamentos ou seja, R\$ 139,70. Após passar pelo tratamento o efluente é destinado para caixa de secagem. Ao secar e atingir o nível máximo de armazenamento na própria empresa, esse lodo é destinado para aterro industrial localizado na cidade de Betim/MG. O valor investido em disposição final varia de acordo com a quantidade de toneladas a ser enviada para o aterro industrial licenciado.

#### 5.4 CARACTERIZAÇÃO DO ARMAZENAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NOS SETORES DO CORTE E DA SERIGRAFIA E NAS ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO

Através da coleta de dados para a caracterização do armazenamento e disposição final dos resíduos sólidos pontuamos sua denominação; classe (Conforme NBR 10.204/2004); taxa mensal máxima de geração e taxa mensal média de geração.

##### 5.4.1 Caracterização do Armazenamento dos Resíduos Sólidos Gerados nas Etapas do Processo Produtivo dos Setores do Corte e da serigrafia

Para caracterização dos resíduos sólidos foram levantados os dados descritos a seguir.

###### a) **Locais destinados ao armazenamento transitório dos resíduos**

Os resíduos de estamperia oriundos da etapa da coloração são armazenados em uma sala impermeabilizada, ventilada e com calhas no piso com destinação para a Estação de Tratamento de Esgoto. Na empresa só pode ter acesso a este setor, profissionais devidamente qualificados.

Os demais resíduos são armazenados em locais específicos, como tambores tampados e identificados.

Nas (Figuras de 76 a 79), observa-se alguns locais de armazenamento de resíduos sólidos na indústria em estudo.

Figura 76 – Tambores de plástico devidamente identificados e tampados



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 77– Leito de secagem do lodo, impermeabilizado e coberto



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 78– Retalhos de tecidos acondicionados em sacos plásticos



**Fonte:** Autora, 2016.

Figura 79 – Aparas de entretelas dispostas em sacos de lixo.



Fonte: Autora, 2016.

**b) Capacidade de armazenamento compatível com a taxa de geração e envio para o respectivo destino;**

Atualmente a empresa armazena os resíduos de forma que o acondicionamento e o local de armazenamento atendam aos requisitos de segurança ambiental com relação a todos os aspectos listados a seguir:

- capacidade de armazenamento compatível com o giro de estoque;
- instalações de armazenamento construídas em conformidade com as normas técnicas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- existência de dispositivos e medidas adequadas para prevenção e contenção de vazamentos, de transbordamentos e de infiltrações;
- sistemas de prevenção e combate a incêndios considerados adequados pelo Corpo de Bombeiros Militar.

O exercício das atividades na empresa implica na geração de resíduos sólidos oriundos de todo o processo produtivo industrial. Especificamente nos setores em pesquisa (corte e serigrafia), onde os principais resíduos gerados são a malha 100% algodão abstergidas e impregnadas com tinta, sobras de tinta e lodo da ETE. Todos os resíduos possuem capacidade de armazenamento compatível com o gerado mensalmente. Dessa maneira, são armazenados e destinados a disposição final entre 1, 4, 6 e 12 meses, de acordo com a capacidade de armazenamento e envio para o respectivo destino.

Os efluentes líquidos industriais oriundos da lavagem das mesas, telas e pisos na área de produção, são encaminhados para a Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos Industriais localizada dentro do terreno, porém, na parte externa da empresa, onde é tratado e

enviado para a rede pública em conformidade com os parâmetros da Deliberação Normativa Conjunta COPAM / CERH 001/2008.

**c) Instalações de armazenamento construídas em conformidade com as normas técnicas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.**

Atendendo a NBR 11.174/90- Armazenamento de Resíduos Classe II - Não Inertes e III - Inertes, a empresa em estudo se preocupa em fazer o armazenamento dos resíduos sólidos de maneira que o risco de contaminação ambiental seja minimizado.

Atualmente o empreendimento armazena seus resíduos sólidos, considerando que a forma de acondicionamento e local de armazenamento, atenda aos requisitos de segurança ambiental com relação aos aspectos de capacidade de armazenamento compatível com o giro de estoque e instalações de armazenamento construídas também em conformidade com as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Esta Norma fixa as condições exigíveis para obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos classes II-não inertes e III-inertes, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.

Assim, a indústria de estamperia têxtil a quadro manual segue as normas citadas abaixo para as devidas instalações de armazenamento dos resíduos sólidos:

- Os resíduos são armazenados de maneira a não possibilitar a alteração de sua classificação e de forma que minimizem os riscos de danos ambientais.
- Os resíduos das classes II e III não são armazenados juntamente com resíduos classe I, em face de a possibilidade da mistura resultante ser caracterizada como resíduo perigoso.

#### 5.4.2 Disposição Final dos Resíduos Sólidos Gerados nas Etapas do Processo Produtivo dos Setores do Corte e da serigrafia

Para a caracterização da disposição final dos resíduos sólidos gerados nas etapas do processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia, pontuou-se os seguintes dados:

**a) Classe dos resíduos sólidos, armazenamento e locais destinados à disposição final ambientalmente adequada**

Os resíduos sólidos gerados nas etapas dos setores do corte e da serigrafia, atualmente são dispostos de acordo com sua classificação, seguindo a NBR 10.004:2004, como descrito a seguir:

- **Resíduos com características semelhantes aos domiciliares (Classe II A – Não inerte)** : são provenientes do setor do corte e da serigrafia, tais como: papéis e papelão, retalhos de tecidos e aparas de entretelas. Estes resíduos são acondicionados em sacos plásticos dentro de tambores de plástico tipo bombonas por até 4 meses e, posteriormente enviados ao aterro sanitário de Divinópolis/MG ou vendidos à empresas de reciclagem.
- **Lodos das estações de tratamento (Classe II A – Não inerte):** são resultantes das sobras de tintas. Estes resíduos são tratados, desidratados em leitos de secagem e posteriormente transportados até um aterro industrial licenciado. Como por exemplo, para a empresa Viasolo em Betim ou para a Pró-Ambiental em Lavras, ambas com localização no estado de Minas Gerais.
- **Tecidos impregnados com tintas e solventes (Classe IIB - inerte):** retalhos de malha 100% algodão (especificamente os de cor branca) impregnados com tintas e solventes são provenientes do setor de serigrafia. Após serem utilizados para limpeza das telas, rodos e mesas de silkagem, os retalhos são acondicionados em bombonas de plásticos e, posteriormente, enviados ao leito de secagem dentro da própria empresa. Neste espaço, os retalhos de malha impregnados com tintas e solventes, ficam armazenados provisoriamente por um período de aproximadamente um ano, ou até que o leito de secagem comporte esse tipo de resíduo.

No Quadro 6, observa-se como ocorre atualmente o processo de armazenamento e disposição final de acordo com a classe dos resíduos sólidos gerados nas etapas do processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia da empresa em pesquisa:



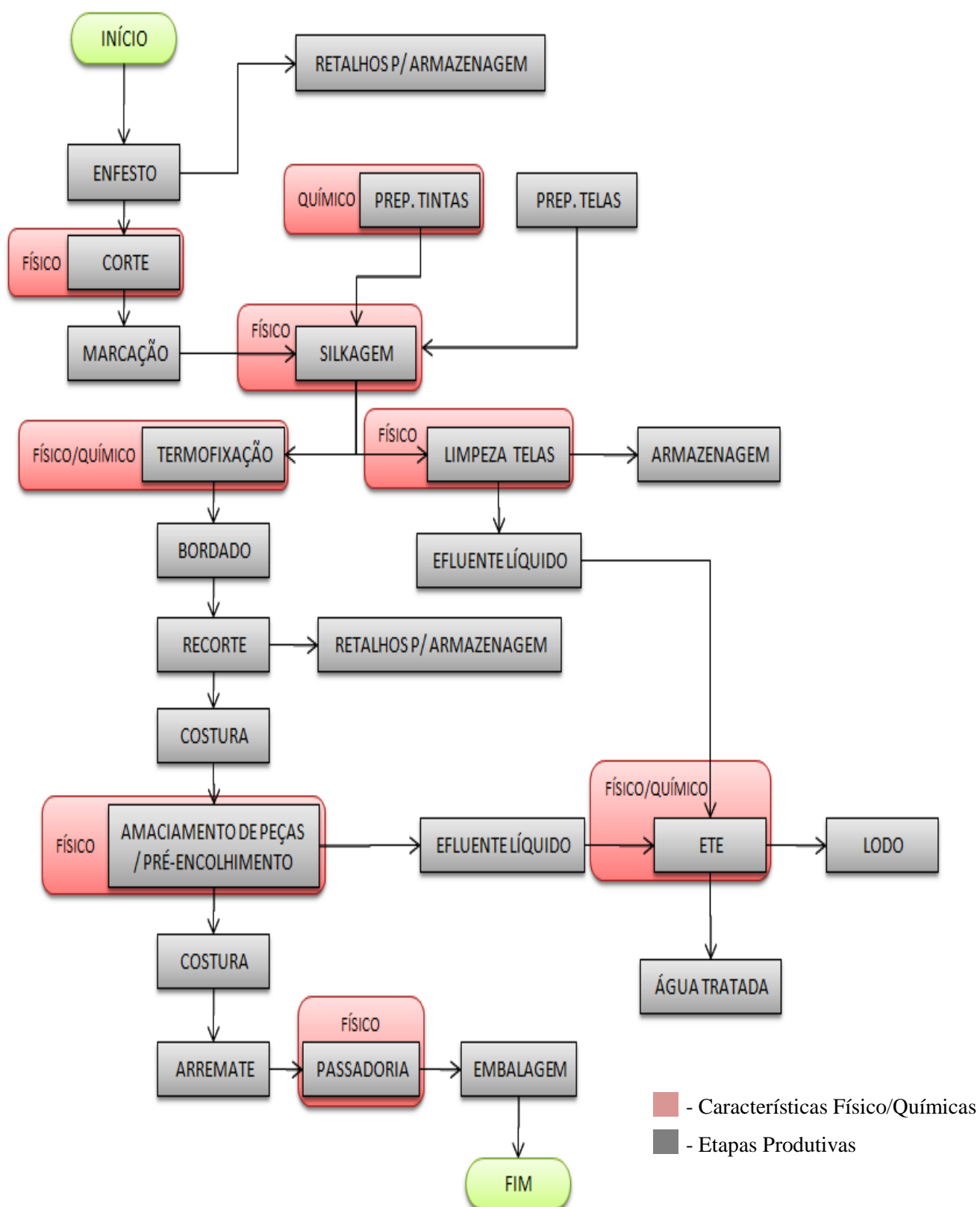
Quadro 6 – Local de armazenamento e disposição final dos resíduos sólidos gerados no processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia da indústria de estamparia têxtil a quadro manual

<b>Resíduos sólidos gerados nos setores do corte e da serigrafia</b>	<b>Classe do Resíduo Segundo NBR 10.004/2004</b>	<b>Armazenamento Provisório</b>	<b>Destinação Final</b>
Papel e papelão	Classe II A - Não inerte	Coletores apropriados por até 4 meses	Venda para reciclagem
Plástico em geral	Classe II A - Não inerte	Coletores apropriados por até 4 meses	Venda para reciclagem
Retalhos de tecidos e aparas de entretelas	Classe II A - Não inerte	Armazenado na própria empresa em local específico	Venda para reciclagem e aterro Sanitário Municipal Licenciado
Retalhos de tecidos impregnados com tinta e/ou solvente	Classe II B - inerte	Armazenado na própria empresa em leito de secagem impermeável e coberto por aproximadamente 1 ano	Aterro Industrial Licenciado
Sobras de tintas	Classe II B - inerte	Armazenado na própria empresa em local específico	Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, dentro da própria empresa
Lodo da Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos ETE	Classe II A - Não inerte	Armazenado na própria empresa em leito de secagem impermeável e coberto por aproximadamente 1 ano	Aterro Industrial Licenciado

**Fonte:** Autora, 2016.

Após a armazenagem provisória em coletores apropriados, os resíduos seguem para a disposição final, sendo direcionados para o descarte adequado de acordo com suas características físico-químicas. No fluxograma da Figura 79 é mostrado o processo produtivo fornecido pela empresa com tais características.

Figura 80 – Fluxograma do processo produtivo da empresa em estudo e características físico-químicas.



**Fonte:** Rodrigo Silva/ engenheiro químico da empresa em estudo, 2016.

## **b) Reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos gerados no processo produtivo dos setores do corte e da serigrafia**

O inciso XVIII do Art. 3º da Lei 12.305/2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos define a Reutilização de resíduos da seguinte forma:

“Processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa” (PNRS, 2010).

De acordo com o Art. 9º da Lei 12.305/2010, a reutilização de resíduos tem a terceira prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos a ser aplicada no Brasil.

Segundo Fletcher (2012), o ato de restaurar, reutilizar e reciclar "intercepta recursos destinados aos aterros sanitários e os conduzem de volta ao processo industrial como matérias primas", desacelerando o consumo de insumos e energia em toda cadeia têxtil.

A empresa em estudo produz camisas masculinas para adultos e, como método de reutilização dos espaços negativos (vagos) entre o risco dos encaixes da modelagem para o corte das peças, a empresa já desenvolveu camisas masculinas do tamanho infantil, porém, por não ser o foco da indústria o investimento nesse seguimento não foi viável.

Atualmente, a empresa passa por um estudo de reutilização das partes maiores dos retalhos de malha para o desenvolvimento de *t-shirts* femininas. O que talvez também não seja viável, devido ao seguimento de mercado.

Além dos resíduos de retalhos de malha provenientes do corte, muitas vezes são descartadas peças inteiras de mangas, golas, frente e costas de camisas provenientes de pequenas avarias (defeitos na malha, *silk* ou bordado). O responsável pelo setor de criação tentou desenvolver novos produtos com as peças com avarias, ou seja, um subproduto. As peças foram vendidas com preço e qualidade inferior e, mesmo assim, a empresa obteve um lucro de 27% do que seria considerado como resíduo. Este método de reutilização exige mão de obra específica. Segundo o designer, devido à falta de profissionais disponíveis para a confecção de tais peças dentro da empresa e, falta de visão dos proprietários da indústria pelo retorno financeiro e ambiental, este método foi considerado inviável.

Atualmente a indústria reutiliza parte dos retalhos malhas 100% algodão (somente as de cor branca) para a limpeza de mesas, telas e rodos na área de silkagem. O restante dos resíduos, tanto a malha branca como as coloridas, são direcionadas para a venda de recicláveis e/ou aterro sanitário municipal licenciado.

No setor de serigrafia, as telas utilizadas no processo de silkagem passaram por um processo de padronização, a fim de se obter um o menor desperdício de tinta nas mesas de estampar. Atualmente as telas possuem o tamanho da maior peça a ser produzida, ou seja, se a peça for a parte da frente de uma camisa, a tela será do tamanho da peça GG, que ocupará toda a tela.

As tintas que sobram desse processo na mesa de *silkagem* são encaminhadas para baldes plásticos e, posteriormente, passam por um processo de peneiramento e coagem para serem reutilizadas como tinta preta. Este processo ainda não foi considerado o mais viável, visto que essa tinta contém pequenas partículas de felpas tornando-a com uma qualidade inferior, além de um o prazo de armazenamento curto. Dentro de no máximo 15 dias, mesmo sendo adicionado bactericida para evitar a degradação microbiana da pasta, esta exala forte odor.

## 5.5 ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO PROCESSO PRODUTIVO DOS SETORES DO CORTE E DA SERIGRAFIA

A geração de resíduos é um processo inevitável que ocorre diariamente nas indústrias, em volumes e composições que variam conforme seu segmento de atuação e nível produtivo. Denomina-se resíduo os restos ou as sobras provenientes de um processo produtivo, e que são considerados como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Podem se apresentar sob estado sólido, semi-sólido ou semi-líquido (JARDIM et al., 2000).

As informações disponíveis sobre minimização, descarte, reciclagem e impactos ambientais gerados pela indústria têxtil ainda são poucas, porém, a preocupação ambiental relacionada aos resíduos gerados neste setor vem crescendo nos últimos anos (MILAN, VITORAZZI, REIS, 2010).

Conforme o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL, 2009), as confecções geram desperdícios significativos, principalmente da matéria-prima tecido, que é transformada em aparas, retalhos e peças rejeitadas. Durante o processo produtivo, os resíduos são gerados devido ao mau planejamento de criação, modelagem, corte e encaixe, qualidade ou falta de padronização das matérias primas, mão-de-obra desqualificada, máquinas inapropriadas, entre outros fatores (MILAN, VITORAZZI, REIS, 2010).

De acordo com os tipos de fibras e processos de beneficiamento com que os tecidos são produzidos, a reciclagem, o tempo de decomposição e os impactos ambientais são diferentes (E-FABRICS, 2009).

A empresa em estudo está ciente que ocorrem desperdícios durante o processo produtivo tanto no setor do corte, principalmente com a matéria-prima de malha 100% algodão, como também no setor da serigrafia com as sobras de tintas, porém, a mesma vem buscando alternativas para minimização desses resíduos.

Sendo assim, o presente estudo procurou apresentar propostas de minimização e destinação aos resíduos sólidos, tendo em mente o conceito de redução do resíduo gerado na fonte, conforme previsto pela Lei 12.305/10 (PNRS) regulamentada pelo decreto 11.404/10, por medidas de Boas Práticas para redução e reutilização dos resíduos sólidos (FIEMG, 2014) e ainda pelas medidas de Produção Mais Limpa – P+L aplicáveis a estamparia têxtil.

Dessa maneira, constata-se possível reduzir o volume de resíduos sólidos adotando medidas de baixo custo para tal, capacitando funcionários e aplicando normas técnicas, obedecendo aos preceitos da produção com responsabilidade ambiental.

Sabe-se que a maior parte dos resíduos têxteis é gerada na etapa do corte e está relacionada, principalmente, às características do molde da peça do vestuário a ser produzida. O tipo de molde, ou seja, a sua forma tem influência sobre a geração de resíduos, pois os contornos das partes componentes determinam o encaixe dessas partes entre si, o que reduz ou aumenta o desperdício de tecido no processo de corte. Tendo em vista que a folha de tecido é retangular e as partes componentes a serem encaixadas nesse retângulo possuem formas variadas, deduz-se que, embora seja possível reduzir as perdas por meio de planejamento adequado do processo, melhoria da qualidade da matéria-prima, treinamento da mão-de-obra e utilização de tecnologia informatizada CAD (*Computer Aided Design*), sempre haverá um desperdício de tecido que não poderá ser evitado.

Segundo Teixeira (2015), a adoção de sistemas CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*) favorece a redução de resíduos têxteis no processo da etapa de corte, porém, essa eficiência pode ficar comprometida se os profissionais possuírem visão limitada de recursos tecnológicos do sistema e conhecimentos limitados sobre tecido, modelagem e sobre os processos que antecipam a execução do corte das peças no tecido.

A adoção de sistema informatizado de modelagem (*CAD/CAM*) para a indústria em pesquisa pode favorecer na redução de grande quantidade dos resíduos de malha 100% algodão, visto que as peças produzidas são camisas masculinas e, por possuírem formas retas favorecem o encaixe das peças.

No caso da geração dos retalhos de malhas, mesmo com a adoção de sistema informatizado de Modelagem, sugere para os de tamanhos maiores destinação a comunidade externa, principalmente para escolas e cursos de moda da cidade, além de ONGs, associações de artesãos, entidades filantrópicas, etc., para fim de reutilização e desenvolvimento de novos produtos, como por exemplo, almofadas, bonecas, *ecobags*, colchas, tapetes e outros produtos, o que é economicamente viável e tem efeito de conscientização ambiental e sócio-econômica, além de propiciar o desenvolvimento educacional, a geração de renda e inclusão social.

Uma das possibilidades para evitar a destinação inadequada dos retalhos é a reciclagem de tecidos, reutilizando as sobras de aparas para transformá-las em fios que, por meio de processos industriais, podem ser usados para a fabricação de novos tecidos. Outra alternativa é a adoção de certos princípios no desenvolvimento de produtos que podem ser relacionados ao conceito de Produção mais limpa, tais como o “design ambiental”, que tem ganhado importância no mundo da moda e no projeto de produtos de vestuário.

Já no setor da serigrafia, as sobras de tintas são consideradas os potenciais resíduos das etapas produtivas. Como alternativa de minimização da geração desse tipo de resíduo, sugere-se a adoção de balança de alta precisão para a pesagem das tintas antes que as mesmas possam ser inseridas no processo produtivo.

Embora o presente trabalho seja referente a resíduos sólidos, sugere-se também a instalação de lavador a pressão para a etapa de lavagem das telas visando à minimização do consumo de água. Sugere-se ainda adoção de medidas para o reuso do efluente tratado para a lavagem dos pisos da empresa, com o objetivo de promover a reciclagem interna e também a minimização do consumo de água.

## CONCLUSÕES

A partir do levantamento de dados na indústria de estamparia têxtil a quadro manual, situada na cidade de Divinópolis/MG, conclui-se que:

- O exercício das atividades na empresa implica na geração de resíduos sólidos oriundos de todo o processo produtivo industrial. Porém, os potenciais poluidores são os setores em pesquisa (corte e serigrafia), onde os principais resíduos gerados foram a malha 100% algodão abstergida e impregnada com tinta e solvente, sobras de tinta a base de água e lodo da Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos (ETE). A média mensal de geração desses resíduos tem variação de acordo com as estações do ano e sua sazonalidade, principalmente nos meses de novembro a janeiro.

- Como a principal matéria prima utilizada no setor do corte da indústria em questão é a malha 100% algodão, percebeu-se que a maior quantidade entre os principais resíduos gerados nesse setor também são os retalhos dessa malha. Os tamanhos, formas e volumes dos retalhos variam de acordo com os formatos dos moldes, das larguras dos rolos de tecidos e do correto descanso destes.

- No processo produtivo do setor da serigrafia, o principal resíduo sólido gerado foi caracterizado como tinta a base de água, proveniente das etapas de coloração (sobras devido a tentativas de acertos em receitas de tintas), do armazenamento (por prazo de validade vencida) e principalmente do processo produtivo da etapa de serigrafia (sobras de tinta nas telas e mesas de silkagem).

- Para a produção das camisas silkadas no período de janeiro a junho de 2015, verificou-se que a maior quantidade de matéria prima utilizada no setor do corte foi à malha 100% algodão (ao preço médio de R\$ 22,90 kg). A empresa investe (em média) mensalmente em malha 100% algodão o valor de R\$ 222.771,20, onde 24% (R\$ 53.465,00) desse valor são considerados resíduos de malha. Já no setor da serigrafia a maior quantidade de matéria prima utilizada foi à tinta a base de água (ao preço médio de R\$ 1,60Kg). O investimento (em média) mensal é de R\$ 17.024,00, onde 20% (R\$3.404,80) desse valor são considerados resíduos de tinta.

- A estimativa de resíduos de malha impregnados com tinta é de 12% em relação ao volume de resíduo de malha 100% algodão. Soma-se a este resíduo as despesas de tratamento e disposição final, pois este tipo de resíduo precisa ser acondicionado em leito de secagem na própria empresa para posterior envio ao aterro industrial licenciado.

- Quanto aos resíduos do lodo da ETE, o gasto mensal com tratamento dos efluentes líquidos varia em torno de R\$ 558,80, porém, nos meses com 5 semanas soma-se a este valor o custo de mais 2 tratamentos ou seja, R\$ 139,70. Após passar pelo tratamento o efluente é destinado para caixa de secagem. Ao secar e atingir o nível máximo de armazenamento na própria empresa, esse lodo é destinado para aterro industrial localizado na cidade de Betim/MG. O valor investido em disposição final varia de acordo com a quantidade de toneladas a ser enviada para o aterro industrial licenciado.

- A empresa já utiliza um sistema informatizado de encaixe e risco (*CAD/CAM*), otimizando parte do aproveitamento dos enfiados. Porém, como a maior parte dos resíduos têxteis gerados no setor do corte está relacionado, principalmente, às características do molde da peça do vestuário a ser produzida, sugere para trabalhos futuros pesquisas voltada para sistemas informatizados de modelagem (*CAD/CAM*). A modelagem digital permite a interação com outros sistemas de automação, dentre eles, os sistemas ligados ao encaixe e a pilotagem, ambos com metas de redução de matéria prima e geração de retalhos.

- O grande volume de efluente líquido industrial faz com que o lodo oriundo das Estações de Tratamento de Efluentes Líquidos (ETE), se configure como impacto ambiental significativo, uma vez que sua formação também é consideravelmente alta. Trabalhos futuros poderiam pesquisar o tratamento biológico ou tratamento combinado biológico e físico-químico para os efluentes das estamparias de médio e grande porte, buscando reduzir a produção de lodo e, conseqüentemente, seus custos de disposição final.

Conclui-se também que, o desenvolvimento de futuras pesquisas voltadas para medidas de não-geração e minimização nas fontes geradoras previstas pela Lei 12.305/10 (Política Nacional dos Resíduos Sólidos) e deliberada pelo decreto 7.404 de 23 de dezembro de 2010, poderiam contribuir significativamente na geração de resíduos sólidos das indústrias de estamparia têxtil a quadro manual.

Este trabalho também contribuiu para o meio científico sendo apresentado como pôster no XI Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (ECOECO) e VII Congreso Iberoamericano de Desarrollo y Ambiente (CISDA), promovido pela UNESP- Campus Araraquara/SP no período de 08 a 11 de setembro de 2015.



## REFERÊNCIAS

AGUNZI, Mariana. **Revista Silk- Screen**. Expediente, 2011.

ABIT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. Guia Têxtil 2011. Disponível em: Acesso em: 22 nov. 2015.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2007. Disponível em: . Acesso em: 09 nov 2015.

ALCÂNTARA, M. R.; DALTIM, D. **A Química do processamento têxtil**. Química Nova, São Paulo, n. 19, p.320-330, 19 out. 1995. 3.

ANDRADE FILHO, José Ferreira de; SANTOS, Laércio F. dos. **Introdução à tecnologia têxtil**. Rio de Janeiro: CETIQT/SENAI, v. III, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 10.004**. Rio de Janeiro. 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 10.004**: classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 1987. 48 p.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 14.000**: sistema de gestão ambiental (termos e vocabulário para uso). Rio de Janeiro, 1996. 10 p.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 14.001**: sistema de gestão ambiental (especificações e diretrizes para uso). Rio de Janeiro, 1996. 14 p.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2010.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 313**, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2002.

ARAÚJO, Mario de. **Tecnologia do Vestuário**. Lisboa: Fundação Calouste Guibenkian, 1996.451p.

AUDACES. **Enfesto de tecido**: como escolher o melhor tipo para o seu segmento. Florianópolis: Audaces, 2014.

AVELAR, Nayara Vilela. **Potencial dos resíduos sólidos da indústria têxtil para fins energéticos**. (Dissert. Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Viçosa, MG. 2012. Disponível em: <http://alexandria.cpd.ufv.br:8000/teses/engenharia%20civil/2012/249575f.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2016.

BARBOSA, R. A; ALVES, F. P. S; XAVIER, M. L. S. **Benefícios econômicos e ambientais advindos da coleta seletiva com beneficiamento financeiro na cidade de Jaguaribe, Ceará.** 2011. Disponível em:<http://www.webartigos.com/artigos/beneficios-economicos-e-ambientais-advindos-da-coleta-seletiva-com-beneficiamento-financeiro-na-cidade-de-jaguaribe-ceara/70080/>. Acesso em: 18 set. 2015.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos.** Belo Horizonte: Tessitura, 2012, pág. 253.

BELMIRO, Arnaldo. **Serigrafia (Silk-Scren).** Rio de Janeiro: Ediouro S/A, 1979.

BELTRAME, Leocádia Terezinha Cordeiro. **Caracterização de Efluente Têxtil e Proposta de Tratamento.** 2000. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Eng. Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Rio Grande do Norte, Florianópolis, 2000.

BEZERRA, R. N.; Rosa, J. M.; Fileti, A. M. F.; Tambourgi, E. B.; Santana, J. C. C.; **Estudo sobre a Influência da Umidade na Termofixação de Estampas com Corantes Reativos em Tecidos de Algodão,** p. 5673-5680 . In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ 2014 [= Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2]. São Paulo: Blucher, 2015.

BOWLES, M.; ISAAC, C. *Diseño y Estampación Textil Digital.* Barcelona: Blume, 2009.

BRASIL. Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: [HTTP://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](HTTP://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm) . Acesso em: 26 ago. 2015.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 23 dez. 2010, Edição Extra. b

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 3 ago.2010. a

BRASIL TÊXTIL 2010. Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira. São Paulo: IEMI, 2010.

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas. *Produção mais limpa em confecções.* Disponível em: [www.senairs.org.br/cntl](http://www.senairs.org.br/cntl). Acesso em: 27 fev. 2016.

CHATAIGNIER, Gilda. **Fio a fio: tecidos, moda e linguagem.** São Paulo: Estação das Letras, 2006.

CHÁVEZ, G. M.; TOSCANO, C. F.; MÁRQUEZ, R. L.. Aplicación del procesamiento termico y alcalino para la desinfeccion de lodos residuales primarios. un estudio comparativo. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitaria y Ambiental 27. Porto Alegre - RS. Anais 2000.

COGO, Marina da Silva. **Estudo de caracterização e disposição dos resíduos de uma indústria têxtil do estado do Rio Grande do Sul.** 2011. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/38373/000823871.pdf?sequence=1>>.

Acesso em: 24 dez. 2015.

CONAMA – **Conselho Nacional do Meio Ambiente.** Disponível em: [www.mma.gov.br/conama](http://www.mma.gov.br/conama). Acesso em: 18 de setembro. 2014.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI); ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL DE CONFECÇÃO (ABIT). **Têxtil e Confecção: inovar, Desenvolver e Sustentar.** Brasília: CNI/ABIT, 2014.

CONSONI, A. J.; SILVA, I. C.; GIMENEZ FILHO, A. Disposição final do lixo. In: D'ALMEIDA, M. L.O.; VILHENA, A. (Coord.). **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas IPT/Compromisso Empresarial para Reciclagem –2000. p. 251-291.

COSTA, Maria I. L. **Avaliação ambiental micro e pequenas empresas industriais do Arranjo Produtivo Local Têxtil-Confecção do município de Petrópolis-RJ.** 2007. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, UERJ, Rio de Janeiro, 2007.

CSERI, Débora. **Técnica de Estamparia Têxtil – Serigrafia.** 2014. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/debcseri/tcnicas-de-estamparia-localizada>. Acesso em 13 jan. 2016

E-FABRICS. *Site institucional.* Disponível em: [www.e-fabrics.com.br](http://www.e-fabrics.com.br). Acessado em: 19 jun. 2009.

FAGUNDES, José Antônio. **Manual de Serigrafia Artística.** Florianópolis. Bacharel em Gravura/ Universidade do Estado de Santa Catarina. Artes Plásticas, 2002.

FARIAS, Emília Maria Peixoto. **Glossário de termos da moda.** Fortaleza: UFC/ edição Sebrae/CE, 2003. 188 p.

FEAM; FIEMG. **Guia Técnico Ambiental da Indústria Têxtil.** Belo Horizonte: Fiemg, 2014. Disponível em: <[http://www7.fiemg.com.br/Cms\\_Data/Contents/central/Media/Documentos/Biblioteca/PDFs/FIEMG/MeioAmbiente/2014/CartilhasPublicações/FI-0054-14-CARTILHA-PRODUCAO-MAIS-LIMPA-INTRANET.pdf](http://www7.fiemg.com.br/Cms_Data/Contents/central/Media/Documentos/Biblioteca/PDFs/FIEMG/MeioAmbiente/2014/CartilhasPublicações/FI-0054-14-CARTILHA-PRODUCAO-MAIS-LIMPA-INTRANET.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2015.

FIEMG - Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. **Guia Técnico Ambiental da Indústria Têxtil** 2014. Disponível em: [http://www7.fiemg.com.br/Cms\\_Data/Contents/central/Media/Documentos/Biblioteca/PDFs/FIEMG/MeioAmbiente/2014/CartilhasPublica%C3%A7%C3%B5es/FI-0054-14-CARTILHA-PRODUCAO-MAIS-LIMPA-INTRANET.pdf](http://www7.fiemg.com.br/Cms_Data/Contents/central/Media/Documentos/Biblioteca/PDFs/FIEMG/MeioAmbiente/2014/CartilhasPublica%C3%A7%C3%B5es/FI-0054-14-CARTILHA-PRODUCAO-MAIS-LIMPA-INTRANET.pdf). Acesso em: 04 jan. 2016

FINKLER, M.; SCAPINI, P.; FREIRE, E.; ZATTERA, A. J.; ZENI, M. **Compósitos de HDPE com Resíduos de Fibras Têxteis**. Parte I: Caracterização Mecânica. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 15, n. 3, p. 171-175, 2005.

FLETCHER, Kate; GROSE, Lynda.(Org.) **Gestionar la sostenibilidad en la moda: Desenñar para combia r materiales, procesos distribución, consumo**. Barcelona: Blume, 2012.p.192

GIJON, Alexandre. Disponível em: <http://www.fashionbubbles.com/historia-da-moda/tipos-tinta-efeitos-silk-screen/> Acesso em: 13 dez 2015.

GIORDANO, João B.; CAMPOS, João Sinésio C. de. **Química Têxtil**. São Paulo: 2008.

\_\_\_\_\_. **Química Têxtil**, 2006.

GOMES, J. M. **Estamparia a metro e à peça**. Porto: Pubindústria, 2007.

GOUTARTI FILHO, Alcides; JENOVEVA, Neto. **A indústria do vestuário: economia, estática e tecnologia**. Florianópolis: Letras Contemporâneas, 1997. 197p

GRIPPI, Sidney. **Reciclagem e sua história: guia para as prefeituras brasileiras**. 2º ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 2006

GWILT, Alison. **Moda Sustentável: um guia prático**. São Paulo: Gustavo Gili, 2014.113 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=312230>. Acesso em 22 jan. 2016.

IEMI – Instituto De Estudos E Marketing Industrial. Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira – Brasil Têxtil 2014. 14ª edição. São Paulo, 2014.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais**, 2012.Disponível

em:[http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120927\\_relatorio\\_residuos\\_solidos\\_industriais.pdf](http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120927_relatorio_residuos_solidos_industriais.pdf). Acesso em 10 jan.2016.

JARDIM, N. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT, 1996.

\_\_\_\_\_, N. S. et al. (coord.). *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

KASEVA, M. E.; GUPTA ,S. K.; Recycling - an environmentally friendly and income generating activity towards sustainable solid waste management. Case study - Dar es Salaam City, Tanzania. Tanzania, 1996.

KINSEY, Anthony. **Serigrafia**. Editora Presença, 1979.

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **Gestão ambiental: enfoque no desenvolvimento sustentável**. Itajaí - SC: Univali, 2004.

LARANJEIRA, Mariana; MOURA, Mônica. **A Estamparia Digital e o Designer Contemporâneo** 9º Colóquio de Moda .2013 – Anais. Disponível em: <http://www.coloquiomoda.com.br/anais/9-coloquio-de-moda-Comunicacao-Oral-eixo-6-processos-produtivos.php>. Acesso em: 05 jan.2016.

LIMA, Rafael G. Corrêa, FERREIA, Osmar Mendes. **Resíduos Industriais – Métodos de Tratamento e Análise de Custos**.2007. Disponível em: <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/RES%C3%8DDUOS%20INDUSTRIAS%20%20M%C3%89TODOS%20DE%20TRATAMENTO%20E%20AN%C3%81LISE%20DE%20CUSTOS.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2016

LOBO, Renato Nogueiro; LIMEIRA, Erika Thalita Navas Pires; MARQUES, Rosiane do Nascimento. **Fundamentos da Tecnologia Têxtil**: da concepção da fibra ao processamento de estamparia. São Paulo: Érika, 2014.120 p.

MACEDO, José. Clarinto. A estamparia com pigmentos em rotativas, **Revista Têxtil**, 1995.

MELLO, M. B. C.; CAVALCANTI, G. A.; GONÇALVES, H. S.; DUARTE, S. T. V. G. **Inovações Tecnológicas na Cadeia produtiva Têxtil**: Análise e estudo de caso em Indústria do nordeste do Brasil. Revista Produção On-Line, v. 7, n. 2, p. 99-117, 2007.

MENDES, Francisca Dantas; SACOMANO, José Benedito; FUSCO, José Paulo Alves. **Manufatura do Vestuário de Moda - Estratégia de Produção**. Em: XV SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção, 2008, Bauru. Anais....BAURU: UNESP - Departamento de Engenharia de Produção, v. 1, p. 1-10, 2008.

MEZA, Cira Maricruz Mejia. **Produção mais limpa e otimização do tratamento de efluentes líquidos de estamparias em Brusque e Guabiruba**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis, SC, 2010. 136 p.

MILAN, Gabriel Sperandio; VITTORAZZI, Camila; REIS, Zaida Cristiane dos. **A redução de resíduos têxteis e de impactos ambientais**: um estudo desenvolvido em uma indústria de confecções do vestuário. In: SEMEAD, 13, 2010, São Paulo. Anais . São Paulo: Fea-usp, 2010. v. 1, p. 1 - 17. Disponível em: < <http://www.ead.fea.usp.br/Semead/13semead/resultado/trabalhosPDF/282.pdf>.> Acesso em: 22 mar. 2015.

NEVES, Jorge. **Manual de Estamparia Têxtil**. Escola de Engenharia da Univ. Minho, 2000

NEULS, G. Economia movida a CO2. Página 22 (Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas), n. 68. São Paulo: Ed. Vox, 2012. Disponível em: . Acesso em: 15 jan. 2015.

PACHECO, Agostinho S. **Química Têxtil**, 2002.

PEARSTINE, Kathryn. INK. Development manager. Versão para português pela Leila e J.C. Macedo. Siderquímica do Brasil, 2006.

PHILIPPI JR, A.; MALHEIROS, T. F. **Saneamento e saúde pública: integrando homem e meio ambiente.** In: PHILIPPI JR, A. Saneamento saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005.

REIS, L. F. S. de S. D.; QUEIROZ, S. M. P. **Gestão Ambiental em pequenas e médias empresas.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

ROCCA, A.C.C.et al. **Resíduos Sólidos Industriais.** São Paulo. Cetesb, 1993.

SALCEDO, Elena, **Moda ética para um futuro sustentável.** Barcelona: Gustavo Gili, 2014. 127 p.

SEBRAE - Serviço Brasileiro De Apoio Às Micro E Pequenas Empresas Regional. **Como montar uma empresa de serigrafia.** 2015. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-empresa-de-serigrafia#naveCapituloTopo>. Acesso em: 06 jan. 2016.

SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/regularizacao-ambiental/licenciamento>. Acesso em: 08 jan. de 2016.

SICSÚ, A. F, GOMES, J.C. **Produção Mais Limpa: uma ferramenta da Gestão Ambiental aplicada às empresas nacionais.** XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 2003. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003\\_TR1005\\_0001.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR1005_0001.pdf). Acesso em: 10 jan. 2015

SILK, Dr. Técnicas de Estamparia Têxtil, 2015. Disponível em: <http://drsilk.blogspot.com.br/2011/12/vbehaviorurldefaultvmlhtml> - Acesso em 04 jan 2015.

SINDITÊXTIL-SP – SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE FIAÇÃO E TECELAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. Projeto de Lei dá incentivo fiscal ao fabricante têxtil que usar reciclados. Disponível em: Acesso em: 12 mar. 2015.

SINTEQUÍMICA DO BRASIL LTDA (Brasil). **Inovações na estamparia com pigmentos.** Disponível em: <<http://www.sintequimica.com.br/cms/texto4.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2015.

TEIXEIRA, Jussara Aparecida. **Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos gerado na atividade do corte nas confecções do vestuário do município de Passos, MG.** 159p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental – UNAERP Universidade de Ribeirão Preto, 2015.

TEXTILES INTELLIGENCE. Site institucional. Disponível em: [www.textilesintelligence.com](http://www.textilesintelligence.com). Acesso em: 22 out. 2014.

UNIVERSITY OF CAMBRIDGE INSTITUTE FOR MANUFACTURING. **Wellressed? The present and future sustainability of clothing and textiles in the United Kingdom.** United Kingdom: Institute for Manufacturing University of Cambridge Mill Lane, 2006. Disponível em:

<[http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/uploads/Resources/Other\\_Reports/UK\\_textiles.pdf](http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/uploads/Resources/Other_Reports/UK_textiles.pdf).> Acesso em: 25 out. 2015.

VALLE, Cyro Eyer do. **Como se preparar para as normas ISO 14000 – Qualidade Ambiental**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Pioneira, 2000.

VARANDA, Ana P. M.; BOCAJUVA, Pedro C. C. *Tecnologia Social, Autogestão e Economia Solidária*. Rio de Janeiro: FASE; IPPUR; UFRJ. 2009.

VEIGA, José Eli. **Um Passo Adiante e Dois Para Trás**. Rio+20. Política Externa, vol. 21, nº 3, jul-set 2012.

WAJEHENBERG, Eng. Moisés I. **Beneficiamentos têxteis**, 1977.

WITTMANN, Giselen Cristina Pascotto, **Produção Mais Limpa na Serigrafia**, 2009. Disponível em: <http://www.revistatecnologiagrafica.com.br/index.=314;producao-mais-limpa-na-serigrafia&catid=93:gestao-ambiental>. Acesso em: 10 jan. 2016

YAMANE, Laura Ayako. **Estamparia Têxtil**. 124p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação da Escola de Comunicações e Arte da Universidade São Paulo, 2008.

## APÊNDICE A

<b>FORMULÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA</b>
<b>1. DADOS DO REPONSÁVEL PELAS INFORMAÇÕES SOBRE A EMPRESA</b>
Nome: Cargo: Contato:
<b>2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO</b>
Razão social: CNPJ: Inscrição Estadual: Endereço: Bairro: Município: Tempo de fundação: Área Construída: Área Total:
<b>3. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO</b>
Coordenadas do terreno: Localização:
<b>4. DADO(S) DA(S) ATIVIDADE(S) DO EMPREENDIMENTO</b>
Ramo de atividade: Produtos fabricados: Produção diária:
<b>5. REGIME DE OPERAÇÃO</b>
N° de funcionários: N° de turnos de trabalho por dia: N° de horas de trabalho por turno: N° de dias de trabalho por semana: N° de meses de trabalho por ano:







## APÊNDICE D

<b>FORMULÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO SETOR DO CORTE E DA SERIGRAFIA</b>					
<b>SETOR DO CORTE</b>	<b>Nome do resíduo</b>	<b>Equipamento ou operação geradora do resíduo</b>	<b>Classe do resíduo (conforme NBR 10.004/2004)</b>	<b>Taxa mensal máxima de geração</b>	<b>Taxa mensal média de geração</b>
Revisão da malha					
Mapa de corte					
Enfesto					
Corte					
Reenfesto					
<b>SETOR DA SERIGRAFIA</b>	<b>Nome do resíduo</b>	<b>Equipamento ou operação geradora do resíduo</b>	<b>Classe do resíduo (conforme NBR 10.004/2004)</b>	<b>Taxa mensal máxima de geração</b>	<b>Taxa mensal média de geração</b>
Revelação					
Coloração					
Acessórios					
Estamparia					
Setor de qualidade					
Estufa					
Expedição					