

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**TAMIRIS DE SANTI**

**PROJETO DE INTERVENÇÕES AMBIENTAIS EM UMA MICRO EMPRESA DO  
RAMO DE CONFECÇÕES**

**CAXIAS DO SUL**

**2019**

**TAMIRIS DE SANTI**

**PROJETO DE INTERVENÇÕES AMBIENTAIS EM UMA MICRO EMPRESA DO  
RAMO DE CONFECÇÕES**

Trabalho de Conclusão de graduação, apresentado a Área de Conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora Prof<sup>ª</sup>. Ma. Neide Pessin

**CAXIAS DO SUL**

**2019**

**TAMIRIS DE SANTI**

**PROJETO DE INTERVENÇÕES AMBIENTAIS EM UMA MICRO EMPRESA DO  
RAMO DE CONFECÇÕES**

Trabalho de Conclusão de graduação, apresentado a Área de Conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Banca Examinadora**

---

Prof. Ma. Neide Pessin  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Renata Cornelli  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Suzana Maria De Conto  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me guiar no sentido correto. Pela educação que foi oferecida a mim desde a pré-escola, graças a isso, tive oportunidades que transformaram minha ideia de mundo, que formaram meu pensamento crítico e minha opinião sobre os mais diversos assuntos e questionamentos da vida, estando ciente que a minha realidade é diferente da realidade do outro.

A minha querida mãe Lourdes, pelo incentivo e crença no meu potencial, por todo auxílio e palavras de alento, por não ter medido esforços para dar todo o suporte possível, e ensinado a mim todos os valores e princípios morais, por ser forte, determinada, e um exemplo de pessoa. A minha irmã Tatiana pelo apoio e ajuda. Aos meus padrinhos Jorge e Terezinha, por todo o apoio oferecido desde o início da minha vida, não só acadêmica. A toda minha família, tios, primos, que de alguma forma ajudaram na minha caminhada.

Gostaria de agradecer a minha gata Meredith, que hoje não está mais neste plano, mas que me acompanha sempre, pelo amor dedicado a mim.

As minhas amigas de graduação, por estarem sempre ao meu lado, entendendo que nem todos os dias são dias bons, tornando essa caminhada mais leve, divertida e colaborativa.

De um modo geral e com muita gratidão, a todos os professores, em especial a minha orientadora Neide Pessin, pela confiança e incentivo passados a mim.

Aos meus amigos do coração Letícia, Tamis, Joelma, Natan, Joana, Mônica, Érica, Priscila, e demais amigos que estiveram ao meu lado, pela paciência, divertimento, amor, amizade, companheirismo, apoio e compreensão, principalmente neste último ano.

Muito obrigada.

*“Se, na verdade, não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar, mas para transformá-lo; se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo, devo usar toda possibilidade que tenha para não apenas falar de minha utopia, mas participar de práticas com ela coerentes.”*

**Paulo Freire**

## RESUMO

O setor da indústria de confecções apresenta uma demanda voltada para área ambiental que envolve toda linha de produção. A gestão ambiental em paralelo com a gestão administrativa, pode auxiliar a empresa a reduzir os custos de processo, além de orientar ao cumprimento das leis ambientais em vigência, buscando sempre a sustentabilidade, através da utilização de recursos renováveis e a redução da geração de resíduos. O presente projeto tem em vista a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos para a empresa, exigido na legislação federal, e projetos voltados a redução do consumo dos recursos naturais, como o armazenamento de água da chuva, para posterior utilização no processo de serigrafia, e a efficientização energética, visando a redução do consumo de energia elétrica. Para o levantamento dos dados se utilizou a abordagem qualitativa, através de pesquisa bibliográfica, coleta de dados e observação direta. A empresa gera em média 117 kg de resíduos classe I por mês, e consome mensalmente, em média 9,0 m<sup>3</sup> de água potável e 631,61 kWh de energia elétrica. A viabilidade técnica, ambiental, social e econômica também foram avaliadas, em três cenários distintos. Os benefícios ambientais e sociais se mostram válidos para todos. A configuração do cenário 3 é composta pelo plano de resíduos sólidos e pela efficientização energética, com um tempo de retorno do investimento de 3 anos, e apresenta ganhos econômicos maiores em relação aos demais.

**Palavras-chave:** Gestão Ambiental. Resíduos. Confecções. Água. Energia.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma geral do processo produtivo da empresa .....	17
Figura 2 - Fluxograma das etapas de intervenções .....	18
Figura 3 - Vista geral do estoque de tecidos no setor de produção .....	23
Figura 4 - Mesa de corte e peças cortadas separadas em caixas .....	24
Figura 5 - Fluxograma do processo de corte e costura .....	24
Figura 6 - Setor de produção e mesa de acabamento .....	25
Figura 7 - Peças embaladas prontas para entrega .....	25
Figura 8 - Situação de armazenamento dos resíduos têxteis .....	28
Figura 9 - Fluxograma do processo de serigrafia e bordado .....	29
Figura 10 - Máquinas de bordado da empresa.....	30
Figura 11 - Bordados já realizados pela empresa.....	30
Figura 12 - Exemplo de ilustrações originais e seus negativos .....	31
Figura 13 - Impressão do desenho na superfície do tecido.....	32
Figura 14 - Serigrafia feita pela empresa .....	32
Figura 15 - Retalhos, fita adesiva e jornal contaminados de tinta e emulsão.....	35
Figura 16 - Resíduos da serigrafia armazenados para destinação final.....	36
Figura 17 - Embalagens de tinta vazias utilizados na serigrafia.....	36
Figura 18 - Bombona para acondicionamento de resíduos.....	41
Figura 19 - Big Bag utilizada para acondicionamento de resíduos.....	42
Figura 20 - Tanque de acondicionamento de resíduos líquidos .....	43
Figura 21 - Área de captação de água pluvial .....	56
Figura 22 - Reservatório escolhido para este projeto.....	59
Figura 23 - Filtro autolimpante para águas pluviais .....	60

Figura 24 - Histórico de consumo de energia elétrica e média de consumo ao longo do período.....	64
Figura 25 - Investimento X Receita cenário 1.....	76
Figura 26 - Fluxo de caixa cenário 1 .....	76
Figura 27 - Investimento X Receita cenário 2.....	77
Figura 28 - Fluxo de caixa cenário 2 .....	78
Figura 29 - Investimento X Receita cenário 3.....	79
Figura 30 - Fluxo de caixa cenário 3 .....	80

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resíduos gerados no setor de confecções .....	21
Quadro 2 - Composição e características dos produtos utilizados na serigrafia .....	33
Quadro 3 - Classificação qualitativa dos resíduos por setor gerador .....	37
Quadro 4 - Padrão de cores CONAMA 275/2001 .....	40
Quadro 5 - Acondicionamento e armazenamento dos resíduos gerados.....	40
Quadro 6 - Acondicionamento, armazenamento, tratamento e destinação final dos resíduos gerados na empresa.....	44
Quadro 7 - Comparação entre as técnicas de serigrafia e transfer .....	45
Quadro 8 - Ações de minimização de resíduos.....	46
Quadro 9 - Estratégias e ações de educação ambiental.....	71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade semanal de resíduos gerados no corte e costura .....	26
Tabela 2 - Produção e geração mensal de resíduos têxteis.....	27
Tabela 3 - Classificação quali-quantitativas dos resíduos gerados .....	38
Tabela 4 - Limites para qualidade da água para utilização nos processos têxteis ....	49
Tabela 5 - Análise físico-química da água pluvial e limites para uso na serigrafia ....	51
Tabela 6 - Consumo total mensal de água na empresa.....	52
Tabela 7 - Volume de água consumido mensalmente no setor de serigrafia .....	53
Tabela 8 - Percentual do consumo total mensal de água no setor de serigrafia .....	54
Tabela 9 - Precipitação média mensal .....	55
Tabela 10 - Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl.....	58
Tabela 11 - Histórico de dados do consumo de energia elétrica.....	64
Tabela 12 - Consumo de energia relacionados aos equipamentos diagnosticados..	65
Tabela 13 - Consumo em kWh das máquinas de costura da empresa .....	65
Tabela 14 - Consumo mensal de energia estimado por equipamento .....	66
Tabela 15 - Consumo de energia pelas lâmpadas x consumo total da empresa .....	67
Tabela 16 - Comparativo de eficiência entre lâmpadas fluorescentes e LED .....	68
Tabela 17 - Resultado dos cálculos de iluminotécnica.....	69
Tabela 18 - Resumo da análise de viabilidade cenário 1 .....	77
Tabela 19 - Resumo da análise de viabilidade cenário 2 .....	78
Tabela 20 - Resumo da análise de viabilidade cenário 3 .....	80
Tabela 21 - Orçamento de implantação total.....	95
Tabela 22 - Orçamento de operação e manutenção do cenário 2 .....	96
Tabela 23 - Orçamento de implantação e operação do cenário 3.....	98

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CEEE	Comissão Estadual de Energia Elétrica
CEMIG	Centrais elétricas de Minas Gerais
CHESF	Companhia Hidroelétrica do São Francisco
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNTL	Centro Nacional de Tecnologias Limpas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CORSAN	Companhia Rio-Grandense de Saneamento
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ELETROBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A
FISPQ	Fichas de informações de segurança de produtos químicos
IDHM	Índice de desenvolvimento humano
IGPM	Índice Geral de Preços do Mercado
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MAE	Mercado Atacadista de Energia
NBR	Norma Brasileira
NOS	Operador Nacional do Sistema
PERS	Plano estadual de resíduos sólidos do Rio Grande do Sul
PIB	Produto Interno Bruto
PROCEL	Programa Nacional de Conservação da energia elétrica
RGE	Rio Grande Energia
RSI	Resíduos Sólidos Industriais
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e de custódia
SBRT	Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>15</b>
<b>3 OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> .....	<b>15</b>
<b>4 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA</b> .....	<b>16</b>
<b>5 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS</b> .....	<b>19</b>
5.1 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	19
5.2 DIAGNÓSTICO .....	22
5.2.1 Processo de corte e costura .....	23
5.2.2 Levantamento de dados dos resíduos gerados no corte e costura .....	26
5.2.3 Processo de serigrafia e bordado.....	28
5.2.4 Levantamento de dados dos resíduos gerados no bordado e na serigrafia .....	34
5.2.5 Classificação dos resíduos gerados nos processos produtivos .....	37
5.3 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA EMPRESA.....	39
5.3.1 Manuseio, acondicionamento e armazenamento .....	39
5.3.2 Coleta, tratamento e destinação final.....	43
5.3.3 Ações de minimização da geração de resíduos .....	45
<b>6 UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS</b> .....	<b>48</b>
6.1 A ÁGUA NO SETOR INDÚSTRIAL E O REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	48
6.2 DIAGNÓSTICO DE CONSUMO DE ÁGUA.....	51
6.3 PROJETO DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA .....	54
6.3.1 Disponibilidade hídrica.....	55
6.3.2 Área de captação .....	56
6.3.3 Dimensionamento do reservatório .....	57
<b>7 EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA</b> .....	<b>62</b>
7.1 DIAGNÓSTICO .....	63
7.2 PROJETO DE ILUMINAÇÃO EFICIENTE.....	68
<b>8 AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL</b> .....	<b>71</b>

<b>9 ANÁLISE DE VIABILIDADE</b> .....	<b>73</b>
9.1 VIABILIDADE TÉCNICA.....	73
9.2 VIABILIDADE AMBIENTAL E SOCIAL .....	74
9.3 VIABILIDADE ECONÔMICA .....	75
9.3.1 Cenário 1 .....	75
9.3.2 Cenário 2 .....	77
9.3.3 Cenário 3 .....	79
9.4 CONSIDERAÇÕES DA ANALISE DE VIABILIDADE.....	81
<b>10 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>82</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>83</b>
<b>APÊNDICE A - PRANCHAS DO PROJETO</b> .....	<b>91</b>
<b>APÊNDICE B - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS</b> .....	<b>92</b>
<b>APÊNDICE C - ORÇAMENTOS</b> .....	<b>95</b>
<b>APÊNDICE D - CÁLCULOS DA ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA</b> .....	<b>99</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Zonatti (2015), em seu estudo sobre a reciclagem de resíduos do setor têxtil e confeccionista, aborda que “o Brasil se configura como um dos maiores produtores mundiais do setor têxtil e vestuário”. O autor ainda afirma que o País “é um importante produtor da fibra de algodão, de fios, de tecidos planos e de malha, além de estimular o PIB do País gerando milhões de empregos diretos e indiretos no referido” (ZONATTI, 2015). No entanto, esta atividade acarreta em diversos problemas ambientais, tais como, a geração de resíduos sólidos e líquidos provenientes dos processos industriais e confeccionistas (ZONATTI, 2015).

A principal produtora de bens finais do complexo têxtil é a indústria de confecções do vestuário. Este setor industrial utiliza elevada demanda de recursos naturais e conseqüentemente gera um grande volume de resíduos, tornando fundamental a reavaliação sobre os modelos de processos de produção (MESACASA, 2012).

Além da geração de resíduos sólidos, o setor confeccionista utiliza em seu processo produtivo recursos naturais como a água. A Confederação Nacional da Indústria – CNI (2013) descreve a importância da água no ramo industrial e a limitada disponibilidade de dados sobre seu uso no setor. Os consumidores e o mercado também sinalizam as empresas que o uso racional dos recursos hídricos deve fazer parte dos processos produtivos, de forma a produzir bens e serviços com menor demanda de água e conseqüentemente menos emissões de efluentes industriais (CNI, 2013).

Alinhado com o consumo racional da água e a redução dos resíduos líquidos, bem como seu tratamento, a eficiência energética é outra oportunidade de aperfeiçoar o setor da indústria. A redução do consumo de energia elétrica além de ser uma alternativa para melhorar a eficiência dos processos produtivos, pode retratar um resultado financeiro positivo para a empresa, representando também uma contribuição ambiental, pois além de utilizar melhor os recursos energéticos, reduz a necessidade de ampliação da oferta (DA SILVA, 2009).

Sob o enfoque da gestão adequada dos resíduos provenientes da indústria de confecções, a redução e uso alternativo de recursos naturais como a captação das águas pluviais, e a eficiência energética, este trabalho tem como enfoque a

elaboração de um projeto para uma empresa de pequeno porte, localizada no município de Nova Bassano, no estado do Rio Grande do Sul. A empresa dedica-se a confecções de uniformes profissionais, escolares e encomendas especiais, e utiliza no decorrer do processo técnicas como a serigrafia e o bordado para absorver a demanda do mercado sem a necessidade da terceirização. Entende-se que este projeto auxiliará a empresa a melhorar o seu desempenho na produção e minimizará os impactos sobre o ambiente, além de produzir resultados que possam contribuir para o setor confeccionista.

## **2 OBJETIVO GERAL**

Elaborar um projeto de intervenções ambientais para uma empresa do ramo de confecções, contemplando o plano de gerenciamento de resíduos e projetos voltados a minimização do consumo de água potável e energia elétrica.

## **3 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- levantar dados quantitativos sobre os resíduos sólidos e líquidos gerados nos processos;
- levantar dados quantitativos de consumo de água potável e energia elétrica;
- conceber um plano de gerenciamento de resíduos contemplando estratégias para redução da geração de resíduos classe I;
- elaborar um projeto de captação de águas pluviais para uso alternativo no processo de serigrafia;
- elaborar um projeto de eficiência energética através da iluminação eficiente, a fim de reduzir custos e melhorar o ambiente de trabalho.

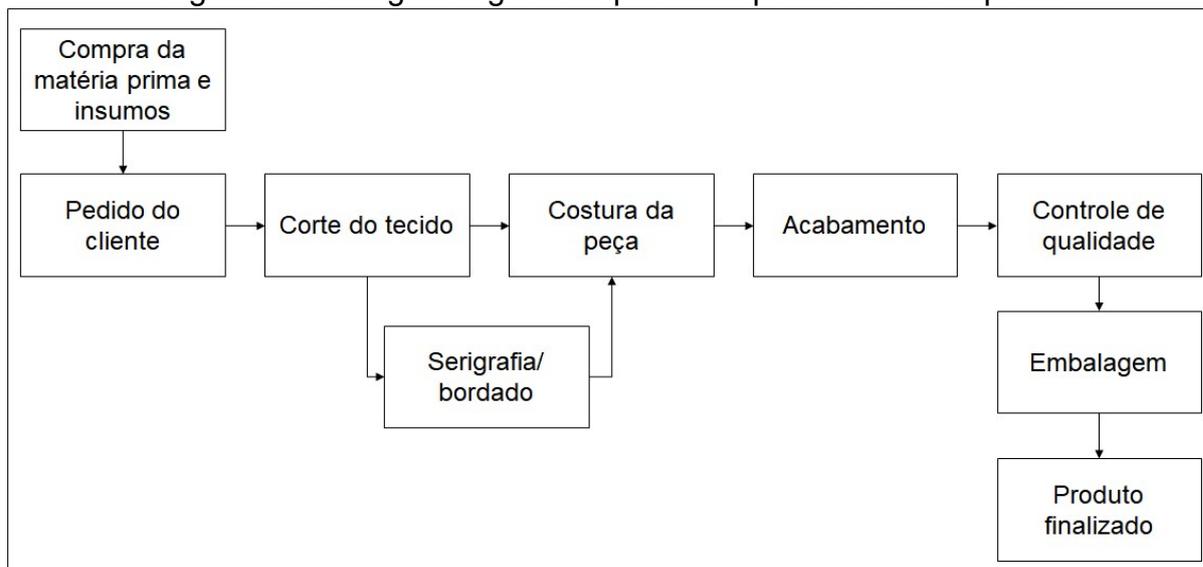
#### 4 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Localizada na serra gaúcha, a empresa atua no ramo de confecções à 13 anos e tem sua instalação na cidade de Nova Bassano – RS. Conforme o último censo realizado pelo IBGE (2010), o município conta com 8.840 habitantes conforme o último censo realizado em 2010, e uma área territorial de 211,611 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). O setor da indústria é responsável por 56,7% da economia do município destacando-se o setor metalúrgico, os serviços são o segundo maior contribuinte com 20,3%, após segue a agropecuária com 8,5% e a arrecadação de impostos com 8,8% (IBGE, 2010). O PIB per capita é de 70.114,37 reais e o índice de desenvolvimento humano (IDHM) de 0,747 (IBGE, 2010). A empresa em estudo é a única do ramo de confecções no município, atendendo as demandas das escolas, restante da indústria e setor de serviços.

A empresa conta com 9 funcionários, sendo 2 pessoas no setor administrativo, 1 vendedor externo, 1 responsável pelo setor de serigrafia e bordado e 5 pessoas na costura, acabamento e embalagem. Os produtos fornecidos pela empresa são: calças de diversos tecidos como a sarja, camisetas de diversos tecidos e modelos, jaquetas, moletons, casacos, toucas, aventais, e pedidos especiais conforme a necessidade do cliente, todas as peças podem receber o aplique do logotipo ou desenho desejado na forma de serigrafia ou bordado. A produção mensal varia de 900 a 1300 peças.

O processo produtivo inicia na compra e recebimento de insumos como por exemplo: tecidos, agulhas, linhas, tinta de tecido, emulsão, sensibilizante, papel e tesoura. Quando o cliente realiza o pedido, é definido o modelo das peças, a quantidade e qual o logotipo ou desenho que será aplicado, como também, qual técnica será utilizada para a aplicação. Depois de processado os dados, o pedido é enviado para o setor de corte onde as peças são cortadas para posterior aplicação do desenho através do bordado ou da serigrafia. Nesta etapa, a peça é encaminhada para o setor de costura aonde ganha forma, depois para o acabamento e finaliza na inspeção de qualidade. Com a peça pronta se realiza a vistoria para a verificação do desenho, da costura e do acabamento, e então a peça é passada a ferro e embalada em plásticos unitários, e em caixas de papelão. Na Figura 1 está apresentado o fluxograma do processo produtivo da empresa.

Figura 1 - Fluxograma geral do processo produtivo da empresa

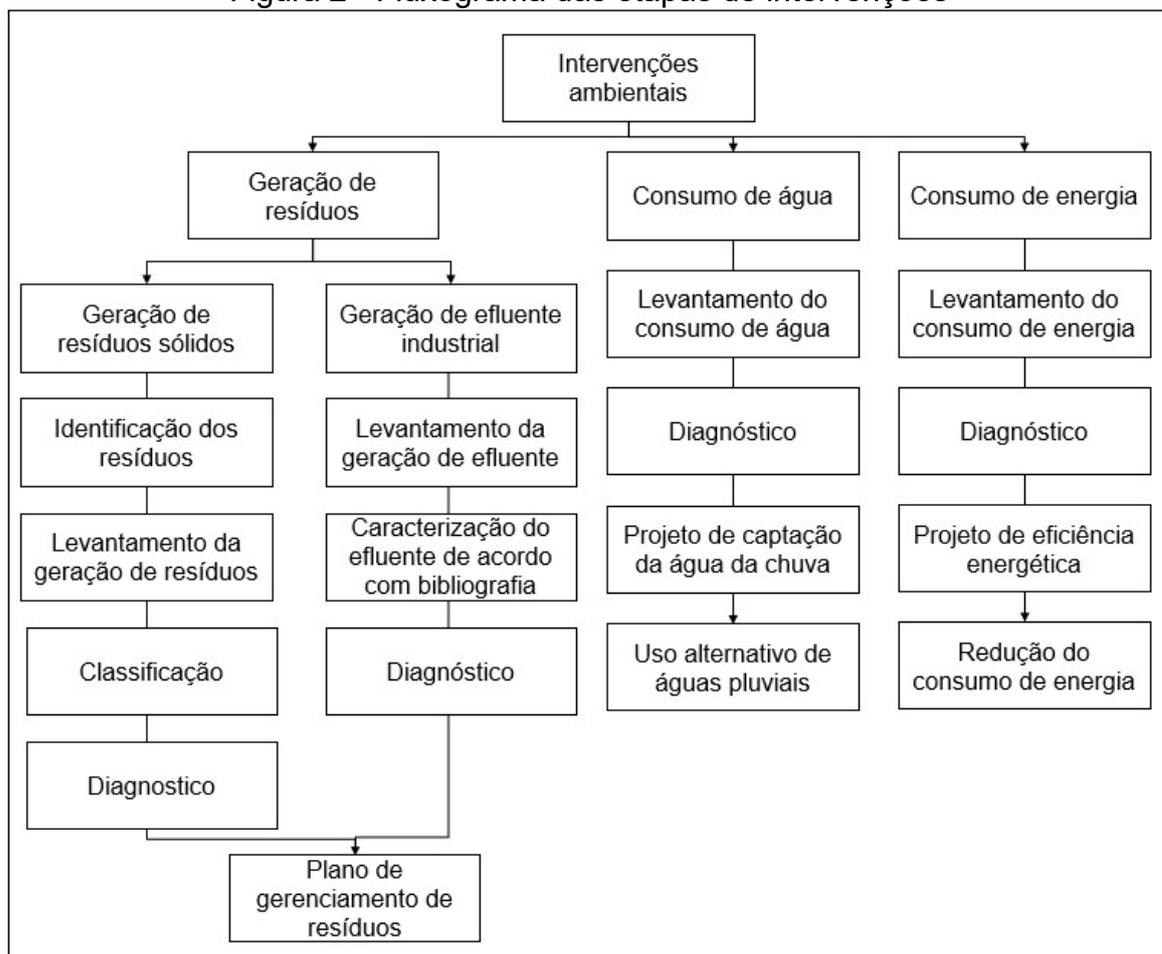


Fonte: o autor (2019).

Todas as etapas da linha de produção geram resíduos de diversos tipos e classes. A energia elétrica e a água também são indispensáveis no decorrer do processo, além dos gastos elevados com ambos o uso da água gera resíduos líquidos. Todas estas questões acarretam na necessidade da empresa ter uma gestão adequada para que se tenha um controle e gerenciamento eficaz.

Este trabalho apresenta 3 vieses de intervenções, como mostra a Figura 2. A geração de resíduos que se divide em duas partes: resíduos sólidos e resíduos líquidos, para estes foi indicado a elaboração do plano de gerenciamento de resíduos. Outro ponto é em relação ao consumo de água na etapa de serigrafia, com o intuito de preservar este recurso e diminuir custos, foi apontado o projeto para coleta de água pluvial, e a última parte se dá na efficientização energética aplicada a iluminação.

Figura 2 - Fluxograma das etapas de intervenções



Fonte: o autor (2019).

Primeiro foi realizado o levantamento dos dados necessários para se obter o diagnóstico da empresa como: quantidade de resíduos gerados, quais tipos de resíduos são encontrados na empresa, qual o volume de água utilizado mensalmente, o consumo de energia mensal, qual a geração de resíduos líquidos a empresa tem por mês, entre outros dados pertinentes em cada uma das etapas que serão descritas nos capítulos a seguir.

## 5 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

Um dos objetivos apresentados no projeto de intervenções ambientais é elaborar um plano de gerenciamento de resíduos, para tanto, realizou-se um levantamento na legislação vigente, normas técnicas, livros, artigos científicos entre outras fontes bibliográficas para nortear sobre as responsabilidades da empresa frente a saúde dos seus colaboradores e ao meio ambiente.

### 5.1 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

A Lei Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e tem como disposições gerais no Art. 1º:

“[...] 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.

Ainda no Capítulo II, na seção V, Art. 20º da Lei, estabelece que indústrias ou estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que gerem resíduos considerados perigosos ou não, elaborem o seu próprio plano de gerenciamento de resíduos sólidos e dispõe sobre o conteúdo mínimo que o plano deve conter (BRASIL, 2010). Em âmbito estadual tem-se a Lei Nº 14.528 de 16 de abril de 2014 que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, que trata das diretrizes sobre o plano de gerenciamento de resíduos sólidos para o setor industrial e de serviços (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

Os Resíduos Sólidos Industriais (RSI) tem sua definição na Lei 12.305 (BRASIL, 2010) como: “os gerados nos processos produtivos e instalações industriais”, inclui-se também grande quantidade de material perigoso que necessita de tratamento especial por ser de alto impacto ambiental e trazer riscos à saúde humana. Já a Resolução CONAMA nº 313 de 29 de outubro de 2002, estabelece em seu Art. 1º que “os resíduos existentes ou gerados pelas atividades industriais serão objeto de controle específico, como parte integrante do processo de licenciamento ambiental” (CONAMA, 2002). A Resolução também descreve RSI como:

“[...] 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 técnica 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 (CONAMA, 2002).

De acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004), norma que classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública, resíduo classe I é todo aquele que apresenta risco (quando destinado de forma incorreta) e que contém características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, pode-se citar como exemplo as lâmpadas fluorescentes. Já resíduo classe II, são divididos em dois grupos, os não perigosos – não inertes (classe II A), que não se enquadram nas especificações de resíduos classe I ou II B e tem características como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, tendo como exemplo o papelão, e os não perigosos – inertes (classe II B), estes quando submetidos a um contato com água destilada não tem nenhum de seus constituintes solubilizados e em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, como o vidro e a borracha (ABNT, 2004).

A norma ainda cita que para uma adequada classificação dos resíduos, deve ocorrer a identificação do processo que lhes deu origem e suas características comparadas com as listagens (em anexo na norma) de resíduos e substâncias cujo impacto a saúde e meio ambiente é conhecido (ABNT, 2004).

O estado do Rio Grande do Sul tem informações sobre resíduos no Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul – PERS (2014), que permite o conhecimento da atual situação do estado frente a geração e destinação dos seus resíduos, além do planejamento das ações e metas para gestão adequada dos anos seguintes. De acordo com este Plano, dos resíduos sólidos industriais gerados no Rio Grande do Sul, 9 % são classificados como resíduos classe I e 91% de resíduos classe II, deste total 3% dos resíduos sólidos classe I e 2% dos resíduos sólidos classe II são provenientes da indústria do calçado, vestuário e artefatos de tecido (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

Na indústria de confecções as atividades se iniciam no planejamento das etapas e operações, contando com os setores de almoxarifado, criação da modelagem, corte, acabamento (fixação de acessórios e serigrafia), costura, inspeção

final, embalagem e expedição. No decorrer do processo são gerados diversos tipos de resíduos como retalhos de tecido, plástico, papel, metal, linhas, efluente líquido e embalagens diversas (QUEIROZ, 2016).

A geração de resíduos na indústria de confecções é um fenômeno inevitável e que ocorre diariamente em volumes variáveis (JARDIM et al., 2000). De acordo com o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) esse ramo da indústria gera desperdícios significativos de matéria prima (tecido) que após o corte mal planejado transforma-se em aparas, retalhos e peças rejeitadas (SENAI, 2003).

Este tipo de resíduo pode ser reutilizado ou reciclado totalmente desde que não sofra contaminações com óleo de máquina ou outros tipos de produtos químicos, pois se contaminados passam a ser considerados resíduos classe I (perigoso), sendo necessário destiná-lo adequadamente para evitar danos ao meio ambiente (SENAI, 2003). No Quadro 1 são apresentados alguns dos resíduos gerados pelo setor de confecções (QUEIROZ, 2016).

Quadro 1 - Resíduos gerados no setor de confecções

Resíduo
Cartucho de impressora
Agulhas quebradas
EPIs usados
Lâmpadas incandescentes, pilhas e baterias
Carretel plástico de linhas e elásticos
Embalagem plástica dos rolos de tecido
Papel e Papelão
Peças danificadas de máquinas (metálicas ou plásticas)
Resíduos líquidos
Rejeito de botões e rebite
Retalhos
Pó do overloque
Estopas com graxa, óleo, tinta ou produtos químicos

Fonte: Adaptado de Queiroz (2016).

Dos resíduos apresentados no Quadro 1, pode-se verificar que o setor de confecções gera tanto resíduos classe I como resíduos classe IIA e IIB. Durante a

produção das peças, além dos resíduos gerados no corte e costura, tem-se os resíduos gerados em outros processos de aperfeiçoamento do produto, como na etapa de serigrafia que além de gerar efluente líquido como cita Queiroz (2016), gera também uma quantidade de resíduos sólidos diversificada. Esta técnica, de acordo com Barbosa *et al.* (2009), possui diversos usos, uma vez que pode ser aplicada em diferentes tipos de materiais e superfícies como plástico, vidro, madeira, metal e tecido. Para Alésio e Ribeiro (2003), a serigrafia é um processo de reprodução de imagens ou letras utilizando a impressão direta em tela geralmente de nylon ou poliéster que possui parte impermeabilizada e parte permeável a tinta. A aplicação consiste no espalhamento da tinta com o auxílio de uma espátula de borracha para fixação do desenho, esta técnica está entre as dez mais utilizadas na indústria juntamente com o *offset* e a impressão digital (ALÉSIO; RIBEIRO, 2003).

O processo de impressão se inicia com a preparação da tela ou também chamada de matriz, onde é aplicada uma emulsão fotossensível. A finalização ocorre com a revelação do desenho pela exposição a luz. Embora muito simples, deve ser desempenhada com cuidado, de modo seguro e adequado tanto do ponto de vista da proteção ambiental quanto da saúde humana, com identificação e controle das emissões de efluentes líquidos, dos resíduos sólidos e gasosos (ALÉSIO; RIBEIRO, 2003).

A destinação incorreta dos resíduos proveniente de todos os processos da indústria de confecções pode resultar em alterações nas características da água, do solo e do ar, podendo contaminar e poluir o meio ambiente. Ressalta-se que o desenvolvimento industrial introduziu padrões de geração de resíduos que a natureza não tem capacidade de absorver (ARAUJO; FONTANA, 2015).

## 5.2 DIAGNÓSTICO

De acordo com Baptista (2007), o método qualitativo tem por objetivo através de entrevistas, questionários, pesquisa bibliográfica, observação, coleta, análise e interpretação de dados, compreender os aspectos e delinear a atual situação do problema. A pesquisa qualitativa caracteriza-se tanto na fase de coleta de dados, quanto no seu tratamento, pela utilização de técnicas estatísticas (BAPTISTA, 2007).

Conforme Westbrook (1994), a ação de coletar dados para um estudo qualitativo envolve mais do que a obtenção de informações, o pesquisador deve começar um processo que envolve movimentos entre a coleta de dados e a sua análise, ou seja, essa coleta de dados é vista mais como um processo do que um procedimento, requerendo constante interpretação.

Com a finalidade de compreender a origem dos resíduos e suas características, este trabalho fez uso da coleta de dados, da pesquisa bibliográfica, e em alguns casos, da observação direta, para o levantamento das informações necessárias a fim de realizar o diagnóstico. Para facilitar a descrição das etapas, o processo produtivo foi dividido em duas linhas: A linha de corte e costura e a linha de serigrafia e bordado. Para ambos foi elaborado o fluxograma com as entradas e saídas.

### 5.2.1 Processo de corte e costura

A principal matéria-prima utilizada no corte e costura é o tecido. A empresa trabalha com algodão, viscose, poliéster, microfibra, algodão com poliéster, malha, moletom, sarja e nylon. As linhas, viés, botões e zíperes caracterizam-se como insumos aplicados na peça conforme o pedido do cliente. As Figuras 3 e 4 apresentam o estoque de tecidos localizado no setor de produção, o local onde ocorre o corte e aonde são depositadas as peças cortadas.

Figura 3 - Vista geral do estoque de tecidos no setor de produção



Fonte: propriedade da empresa (2019).

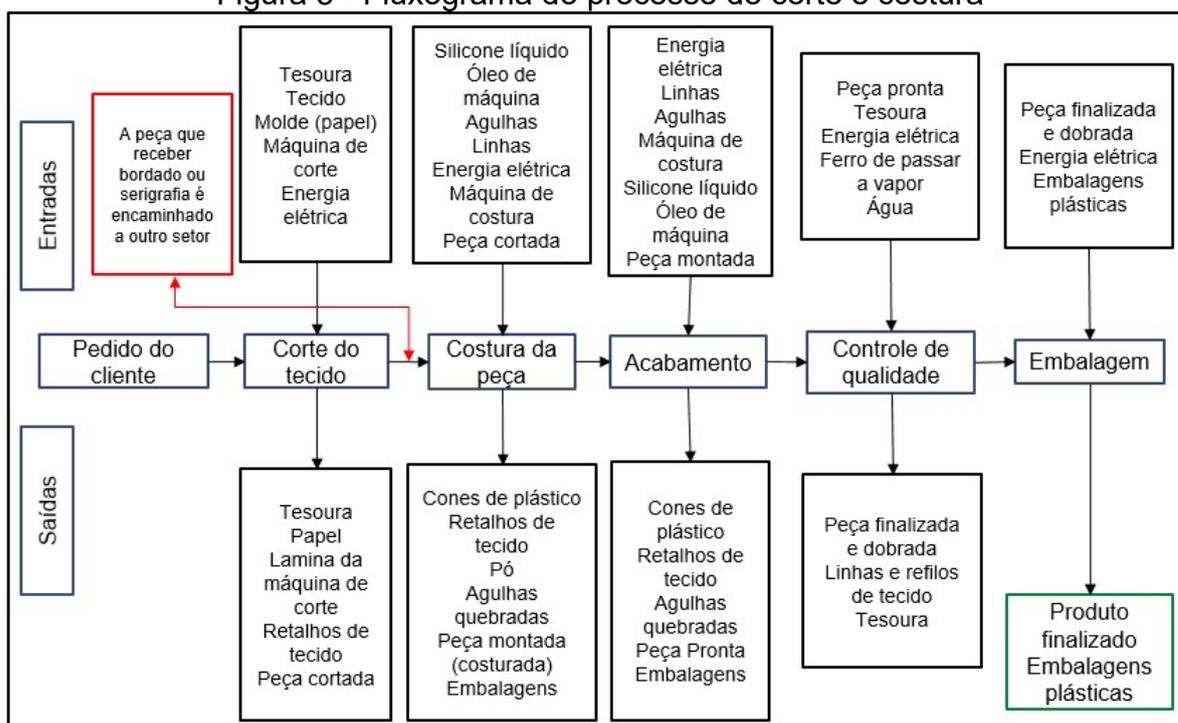
Figura 4 - Mesa de corte e peças cortadas separadas em caixas



Fonte: propriedade da empresa (2019).

A Figura 5 apresenta o fluxograma do processo de corte e costura, descrevendo as estradas e saídas de cada etapa.

Figura 5 - Fluxograma do processo de corte e costura



Fonte: o autor (2019).

O fluxograma da Figura 5 esquematiza o processo de corte e costura. Quando o cliente solicita o pedido, são determinados o tipo de tecido, o modelo da peça, a cor, quantas peças vão ser produzidas, se terá aplicação de bordado ou de serigrafia e qual será o desenho. O pedido é entregue para o setor de corte onde o tecido é enfiado, cortado e posteriormente enviado para a serigrafia ou para o bordado.

Após, a peça é direcionada para as máquinas de costura aonde o produto ganha forma e recebe os detalhes conforme o solicitado.

Depois da costura as peças recebem os últimos acabamentos, refiladas e revisadas pelo controle de qualidade, e por fim, é passada com ferro a vapor, embaladas em plásticos individuais e empacotadas em caixas de papelão ou sacolas plásticas. As Figuras 6 e 7 apresentam o setor de produção com as máquinas de costura, a mesa aonde ocorre o refilo e o acabamento, e as peças prontas e embaladas.

Figura 6 - Setor de produção e mesa de acabamento



Fonte: propriedade da empresa (2019).

Figura 7 - Peças embaladas prontas para entrega



Fonte: propriedade da empresa (2019).

### 5.2.2 Levantamento de dados dos resíduos gerados no corte e costura

O levantamento de dados ocorreu nos meses de março, abril e maio do ano de 2019. A quantidade de peças produzidas neste período foram de 1.123 unidades, 1.253 unidades e 1.203 unidades, respectivamente. Tomou-se nota da quantidade de resíduos gerados através de pesagem e contagem no final de cada semana. Como a empresa trabalha com diversos tipos de tecidos, leva-se em consideração, para conhecimento, os produtos com mais vendas durante o ano todo: uniformes profissionais de sarja (100% algodão), os uniformes escolares (tecidos como: algodão, poli viscose, moletom, malha) e as jaquetas de nylon (o tecido possui pouco peso, porém, ocupa maior volume). A Tabela 1 apresenta os resultados deste levantamento.

Tabela 1 - Quantidade semanal de resíduos gerados no corte e costura

<b>Tempo de coleta de dados</b>	<b>Peso dos resíduos têxteis (kg)</b>	<b>Carretel de linha e elástico (unidade)</b>
Semana 1	18,000	8
Semana 2	16,000	7
Semana 3	15,800	9
Semana 4	22,000	4
Semana 5	10,000	3
Semana 6	19,000	4
Semana 7	22,400	11
Semana 8	24,200	12
Semana 9	18,400	10
Semana 10	18,750	9
Semana 11	16,900	5
Semana 12	20,400	6
<b>Total</b>	<b>221,850 kg de resíduos têxteis</b>	<b>88 carreteis de linhas e elástico</b>

Fonte: o autor (2019).

No decorrer de 3 meses a empresa gerou aproximadamente 222 kg de resíduos têxteis, incluindo pedaços de tecidos com defeito ou buracos, e utilizou 88 carreteis de linhas e elásticos. Os rolos de papelão onde os tecidos chegam enrolados

são reaproveitados para enrolar outros tipos de tecidos, alguns insumos como agulhas quebradas, zíperes e botões com defeito não foram levados em consideração por serem de uma quantidade ínfima.

Com os dados de geração de resíduos têxteis mensal, pode-se realizar uma estimativa de geração de resíduos na linha de corte e costura, chegando à conclusão de que a empresa gera em torno de 74 kg de resíduos para uma produção de 1.193 peças por mês. Para ampliar a estimativa de geração de resíduos para um período maior, a empresa disponibilizou dados de produção de 13 meses, a partir de maio de 2018. A Tabela 2 apresenta os dados de produção e o valor estimado da geração de resíduos têxteis, em quilogramas, para o mesmo período.

Tabela 2 - Produção e geração mensal de resíduos têxteis

<b>Mês / ano</b>	<b>Produção mensal</b>	<b>Resíduos têxteis (kg)</b>
Maio 2018	1.071	66,43
Junho 2018	1.289	79,95
Julho 2018	1.002	62,15
Agosto 2018	1.215	75,36
Setembro 2018	1.144	70,96
Outubro 2018	1.020	63,26
Novembro 2018	1.136	70,46
Dezembro 2018	1.040	64,50
Janeiro 2019	984	61,03
Fevereiro 2019	1.195	74,12
Março 2019	1.123	71,80
Abril 2019	1.253	75,60
Maio 2019	1.203	74,45
<b>Total</b>	<b>14.235 peças/ano</b>	<b>910,07 kg/ano</b>

Fonte: o autor (2019).

Pode-se concluir que a empresa gera na linha de produção de corte e costura em média 910 kg de resíduos têxteis por ano, podendo variar para mais ou para menos dependendo da demanda do mercado. Os resíduos são acondicionados em sacos plásticos e armazenados dentro da fábrica para posterior destinação como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Situação de armazenamento dos resíduos têxteis



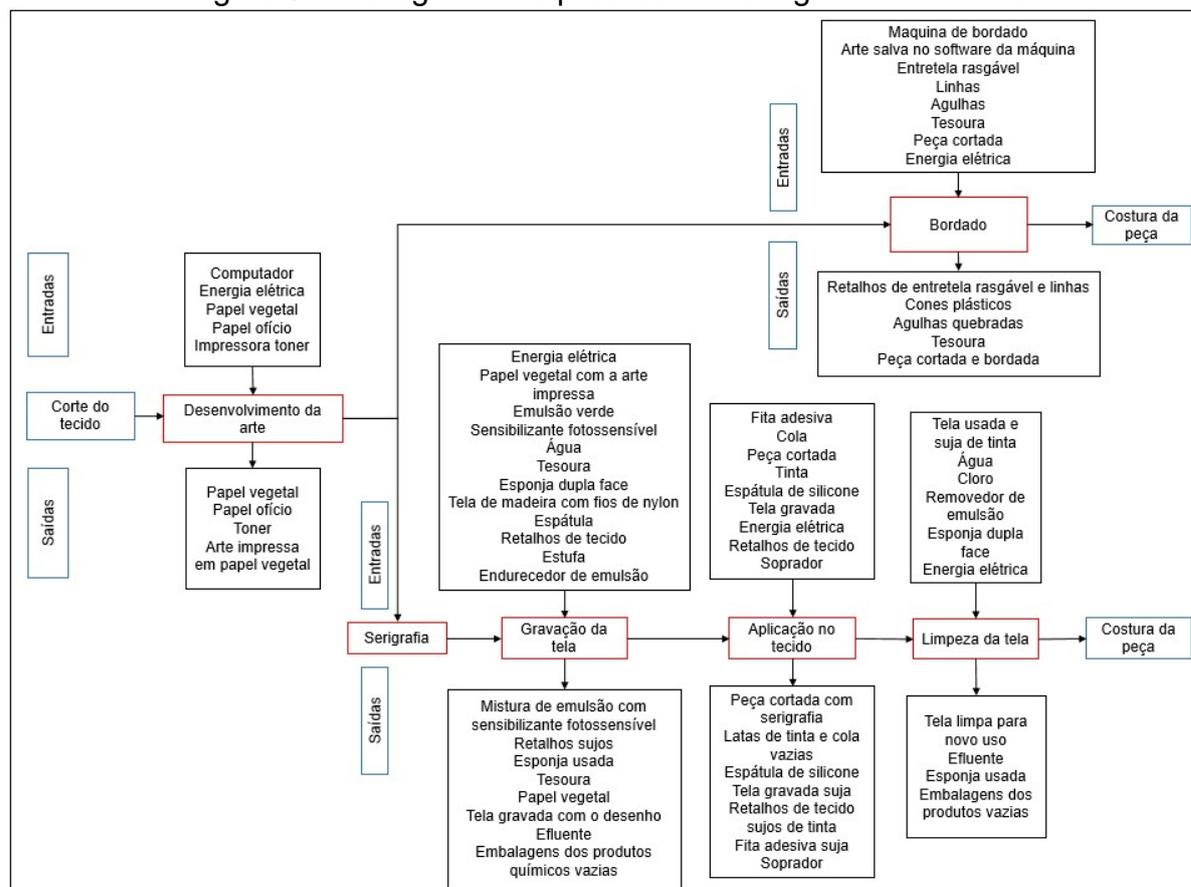
Fonte: propriedade da empresa (2019).

### 5.2.3 Processo de serigrafia e bordado

As técnicas de serigrafia e bordado tem como etapa inicial a escolha do desenho ou logotipo e o tipo de tecido em que será aplicada, de acordo com cada cliente. Na serigrafia são utilizados diversos produtos como tintas, emulsão fotossensível e utensílios como espátulas de silicone, assim, o desenho é transferido para o tecido. Já no bordado, o logotipo é inserido na máquina, e a peça já cortada é centralizada e presa, assim o desenho é repassado através das agulhas e linhas específicas.

Após o desenvolvimento da arte (desenho escolhido pelo cliente) as peças cortadas são encaminhadas para setores diferentes de acordo com cada processo. A Figura 9 apresenta o fluxograma do processo de serigrafia e bordado, de modo que é possível visualizar a diferença, a complexidade do processo e a geração de resíduos entre as duas técnicas.

Figura 9 - Fluxograma do processo de serigrafia e bordado

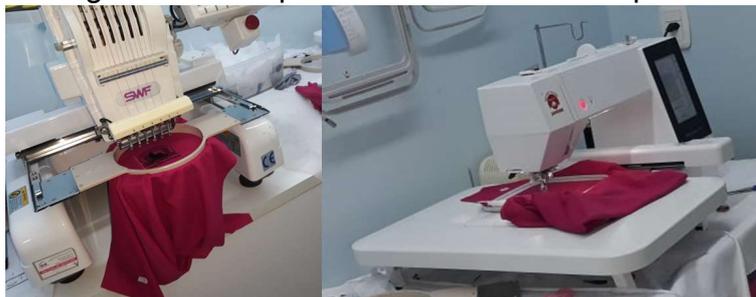


Fonte: o autor (2019).

Para Rosa (1988) o bordado se baseia na movimentação sincronizada de um suporte denominado bastidor, que conduz o tecido a ser bordado, movimentando-se no plano horizontal, e da agulha que transporta a linha no plano vertical.

Na empresa, o procedimento inicia quando o tecido é estendido em cima da entretela rasgável (papel que dá estabilidade e apoio ao tecido), e ambos são presos ao bastidor, após, esta peça é fixada na máquina de bordado onde a arte já está inserida no software e pronta para ser reproduzida por meio das agulhas no tecido. A cada troca de cor a máquina para a atividade e a linha é modificada pelo operador do equipamento. A Figura 10 apresenta as duas máquinas de bordado com que a empresa trabalha.

Figura 10 - Máquinas de bordado da empresa



Fonte: propriedade da empresa (2019).

A Figura 11 apresenta alguns dos trabalhos já realizados pela empresa com as máquinas de bordado em peças de alguns clientes, após o bordado pronto, a peça é encaminhada ao setor de costura.

Figura 11 - Bordados já realizados pela empresa

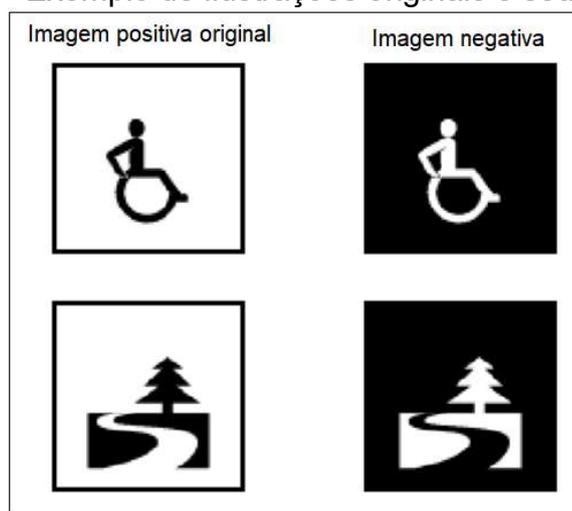


Fonte: propriedade da empresa (2019).

Jensen e Schneider (2015), descrevem a serigrafia como um processo que pode ser feito por máquinas com pouco a nenhuma intervenção humana ou artesanalmente. Para chegar ao resultado final, inicialmente deve-se lavar a tela de nylon com detergente para remover a gordura que a mesma possui, quando seca, a emulsão fotossensível é aplicada em camadas finas em ambos os lados da tela, todo esse processo e a gravação da matriz deve ser realizado em uma sala escura, para que as reações químicas ocorram corretamente (ASHBY; JOHNSON, 2002).

De acordo com o Dossiê Técnico sobre Serigrafia desenvolvido pelo Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT), a emulsão fotossensível é a mistura do sensibilizador com a emulsão (UCHIMURA, 2007). Para gravar a arte na matriz, conforme Uchimura (2007), coloca-se o desenho impresso em preto e branco e em papel vegetal sobre a mesa de luz, em cima da arte coloca-se a tela já com a emulsão fotossensível homogênea e seca, para que ambas não se movam é adicionado uma placa de vidro sobre a tela. Com a luz incidido sobre a tela e a arte, a emulsão endurece e impermeabiliza totalmente, exceto na área positiva da arte, pois a tinta preta não permite a passagem da luz, ou seja, não atinge a emulsão (UCHIMURA, 2007). O tempo de “queima” varia conforme o tamanho da tela e da potência da lâmpada, a arte a ser gravada na matriz é uma imagem positiva que tem seu lado negativo vedado como mostra a Figura 12 (UCHIMURA, 2007).

Figura 12 - Exemplo de ilustrações originais e seus negativos



Fonte: Adaptado de UCHIMURA (2007).

Após a “queima” da matriz, lava-se a tela com água para eliminar a emulsão da parte positiva a ser impressa, a parte negativa permanecerá impermeabilizada (UCHIMURA, 2007). Para aplicar o desenho como mostra a Figura 13, a tela deve estar seca e centralizada de acordo com a área do tecido, após é adicionado a tinta da cor desejada e com o auxílio de um puxador de silicone (rodo) o desenho é reproduzido na superfície (JENSEN; SCHNEIDER, 2015).

Figura 13 - Impressão do desenho na superfície do tecido



Fonte: adaptado de Ersoy (2018).

A Figura 14 apresenta alguns trabalhos realizados pela empresa com a serigrafia.

Figura 14 - Serigrafia feita pela empresa



Fonte: propriedade da empresa (2019).

Após a impressão no tecido, a tinta que sobrou na tela de nylon é devolvida para a embalagem, e após, higienizada com água (UCHIMURA, 2007). Se utilizadas novamente, devem ser armazenadas em local escuro e com temperaturas que variam de 15°C a 20°C (UCHIMURA, 2007). Ainda segundo Uchimura (2007), a tela também pode ser reutilizada para novos desenhos e novas impressões, basta extrair a emulsão com um removedor, e voltar ao início do processo.

A empresa utiliza a forma artesanal, seguindo os procedimentos descritos na pesquisa bibliográfica apresentada acima.

Os produtos utilizados na serigrafia são tóxicos de acordo com as Fichas de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ) requerendo alguns cuidados tanto no manuseio quanto no descarte dos resíduos. No Quadro 2 são listados os produtos utilizados atualmente pela empresa e suas características de acordo as FISPQs.

Quadro 2 - Composição e características dos produtos utilizados na serigrafia

Produto	FISPQ	
	Composição	Características
Emulsão foto sensível	Polivinil-acetato (70%) e Dibutil ftalato (10%)	Tóxico, perigoso ao ambiente aquático, causa sensibilidade a pele
Sensibilizante para Serifoto	Dicromato de sódio (50%)	Tóxico, corrosivo, perigoso ao ambiente aquático, pode causar lesões na pele, mutagenicidade e carcinogenicidade
Adesivo de Tack Permanente	Nonifenol ramificado etoxilado (2-3%)	Tóxico a vida aquática
Desengraxante Gel para Telas	Compostos Alcalinos-fosfatos, silicatos, surfactantes	Podem causar irritação cutânea, ocular e inalatória
Removedor de Emulsão	Podem ser compostos de metaperiodato de sódio, hidróxido de sódio ou hipoclorito de sódio,	Oxidante, corrosivo, tóxico, perigoso ao ambiente aquático, e pode causar lesões oculares graves
Tinta hidrocryl (para tecidos de algodão, mistos ou sintéticos)	Hidróxido de amônio (<0,1%), formaldeído (<0,1%), e dióxido de titânio (0-8%)	Não tóxico para o ambiente aquático, é rapidamente degradável, não e considerado perigoso.

Fonte: adaptado de Gênisis (2019).

Além dos resíduos sólidos, as empresas do ramo gráfico ou que possuem setores gráficos implantados no seu processo produtivo, como é o caso da serigrafia, geram também resíduo líquido, proveniente do descarte dos banhos de processamento da gravação de imagem na matriz, dos processos de limpeza de rodos e telas, entre outros equipamentos (MATUCHEVSKI, 2007).

No processo de impressão e limpeza das telas, é originado um efluente contendo hidrocarbonetos, resíduos de tintas que geram cor e odor, sólidos suspensos e concentração de metais, já na pós-impressão, o efluente ainda conta com a presença de agentes químicos específicos para uma eficaz limpeza da superfície das telas, rodos, e demais utensílios para posterior reutilização (ALÉSIO; RIBEIRO, 2003; COLOTTA, 2003; FERSI; GZARA; DHAHBI, 2005; FORTINO; TESSARO; FERRIS, 2010; VERMA, DASH; BHUNIA, 2012).

O efluente líquido proveniente da serigrafia pode ser comparado aqueles do setor têxtil, onde o processo de estamparia tem como finalidade conferir cor aos tecidos formando imagens, assim, os efluentes gerados possuem composições heterogêneas e uma grande quantidade de material tóxico e recalcitrante, o que torna seu tratamento complexo. Este tipo de efluente é caracterizado por ter um alto nível de sólidos suspensos, pH variável, grandes concentrações de demanda química de oxigênio (DQO), solventes, surfactantes, fosfatos, cor, turbidez e metais pesados (CISNEROS; ESPINOZA; LITTER, 2002; HASSEMER; SENS, 2002; ALÉSIO; RIBEIRO, 2003; FORTINO; TESSARO; FERRIS, 2010; AKYOL, 2012; MATTAR; COSTA; BELISÁRIO, 2012; VERMA; DASH; BHUNIA, 2012).

#### **5.2.4 Levantamento de dados dos resíduos gerados no bordado e na serigrafia**

Para o levantamento de dados da quantidade de resíduos gerados no bordado e na serigrafia foram registrados, no período de 3 meses, as quantidades e o volume dos resíduos sólidos e líquidos. Para o processo de bordado levou-se em consideração a entretela rasgável e os carretéis de linhas. As agulhas não foram contabilizada pois, conforme a empresa, tem longa vida útil, sendo assim, não quebram com frequência, sendo inexpressível o seu valor no levantamento de dados. Para a serigrafia foram contabilizados todos os insumos por se tratar de produtos químicos e tóxicos segundo suas FISPQs.

A linha de produção do bordado gera pouca quantidade de resíduos. No decorrer de três meses, a empresa gerou aproximadamente 2,00 kg de retalhos de entretela rasgável e em torno de 12 carreteis de linha. A entretela é uma variedade de papel, constituído de algodão prensado, que não altera as características do tecido e dá suporte para a aplicação do desenho na peça.

Os produtos químicos e insumos utilizados na serigrafia resultam em uma quantidade significativa de resíduos se comparado com o processo de bordado. Toda vez que um pedido é feito, e a serigrafia é solicitada, ocorre a gravação da matriz e a aplicação do desenho no tecido. Esse processo gera em média 3,00 kg de resíduos constituídos de fita adesiva, retalhos de tecido contaminados de tinta, emulsão e sensibilizante, jornais contaminados de tinta e 0,15 m<sup>3</sup> de resíduos líquidos.

Um frasco de emulsão e sensibilizante rendem até 18 gravações de matrizes, em um ano. A empresa adquiriu 6 frascos destes produtos, ou seja, gerou como resíduos 6 frascos de emulsão e 6 frascos de sensibilizante. As tintas são a base de água e rendem diversas peças e em 3 meses a empresa utilizou 16 latas de tinta de diversas cores. A Figura 15 apresenta alguns dos resíduos gerados no processo de serigrafia.

Figura 15 - Retalhos, fita adesiva e jornal contaminados de tinta e emulsão



Fonte: propriedade da empresa (2019).

Após os recipientes atingirem a sua capacidade, são removidos do setor de serigrafia e depositados em área coberta (Figura 16). A maneira como os resíduos Classe I e Classe II são armazenados, não atendem as normativas NBR 11.174 (ABNT, 1990) e NBR 12.235 (ABNT, 1992). Estas Normas fixam as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos de acordo com a sua classificação.

Figura 16 - Resíduos da serigrafia armazenados para destinação final



Fonte: propriedade da empresa (2019).

As embalagens de tinta também são encaminhadas com o restante dos resíduos da serigrafia, a Figura 17 mostra as embalagens vazias com um restante de tinta seca.

Figura 17 - Embalagens de tinta vazias utilizados na serigrafia



Fonte: propriedade da empresa (2019).

### 5.2.5 Classificação dos resíduos gerados nos processos produtivos

Os resíduos gerados nos processos de corte e costura, bordado e serigrafia foram classificados de acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004), de modo a facilitar a visualização do resíduo que é gerado em cada setor. O Quadro 3 apresenta o processo, o tipo de resíduo gerado em cada setor e sua classificação.

Quadro 3 - Classificação qualitativa dos resíduos por setor gerador

<b>Processo</b>	<b>Resíduo</b>	<b>Classificação dos resíduos</b>
<b>Corte e costura</b>	Resíduo têxtil (retalhos de tecido, refilos, aparas de tecido e linhas)	Não – inerte Classe II A
	Tesoura, disco de corte (metal)	Não – inerte Classe II A
	Carreteis de linhas (plástico)	Não – inerte Classe II A
<b>Bordado</b>	Agulhas	Não – inerte Classe II A
	Papel (Entretela rasgável)	Não – inerte Classe II A
	Tesoura	Não – inerte Classe II A
<b>Serigrafia</b>	Resíduos têxteis contaminados	Classe I
	Fita adesiva contaminada	Classe I
	Utensílios contaminados	Classe I
	Resíduo líquido	Classe I
	Embalagens de tinta hidrocryl, emulsão fotossensível, sensibilizante para Serifoto, adesivo de Tack, permanente e desengraxante contaminadas	Classe I
<b>Escritório</b>	Toner de impressora	Classe I
	Papel e papelão	Não - inerte Classe II A
<b>Todas as dependências da empresa</b>	Lâmpada fluorescente tubular	Classe I

Fonte: o autor (2019).

Para o desenvolvimento do plano de gerenciamento de resíduos da empresa, frente a segregação, acondicionamento, armazenamento, tratamento e destinação final dos mesmos, elaborou-se a Tabela 3, que apresenta a listagem de resíduos de acordo com a classificação e a quantidade gerada respectivamente.

Tabela 3 - Classificação quali-quantitativas dos resíduos gerados

<b>Classificação</b>	<b>Resíduo</b>	<b>Quantidade</b>
<b>Resíduo classe I</b>	EPIs contaminados	*
	Resíduos têxteis contaminados, papel contaminado, fita adesiva contaminada	117 kg/mês
	Embalagens de emulsão	2 unidades/trimestre
	Embalagens de sensibilizante	2 unidades/trimestre
	Embalagens de desengraxante	2 unidades/trimestre
	Embalagens de tinta	5 unidades/mês
	Embalagens de removedor	2 unidades/trimestre
	Resíduo líquido	5,55 m <sup>3</sup> /mês
	Lâmpadas fluorescentes	*
	Toner de impressora	4unidades/ano
<b>Resíduo classe II A (Não-inerte)</b>	Papel e papelão	7 kg/mês
	Resíduo têxtil	70 kg/mês
	Papel higiênico e toalha de papel	10 kg/mês
	Metal (agulhas, tesoura)	*
	Papel (entretela rasgável)	2 kg/mês
	Plástico (carreteis de linha)	34 unidades/mês

(\*) resíduos que não foram possíveis de estimar devido à geração inexpressiva.

Fonte: o autor (2019).

Até o presente momento a empresa não utiliza um sistema de segregação e acondicionamento organizado. Conforme informações da empresa, os resíduos sólidos gerados na serigrafia são armazenados nos fundos da empresa, em sacos plásticos, até serem recolhidos por empresa terceirizada; os resíduos têxteis não contaminados e os carreteis de linhas são armazenados dentro da fábrica junto com o estoque de linhas. Após uma quantidade significativa, estes materiais são doados informalmente para pessoas físicas e escolas para serem reaproveitados.

### 5.3 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA EMPRESA

O plano de gerenciamento de resíduos é proposto para a empresa com base no diagnóstico aqui apresentado. As etapas desde o manuseio, acondicionamento, coleta e armazenamento conforme cada área da empresa, e o tratamento e destinação final dos resíduos de acordo com sua classificação. Também estão propostas ações para minimização da geração de resíduos classe I, bem como estratégias para educação e sensibilização ambiental dos colaboradores e clientes, atingindo assim, a comunidade local.

#### 5.3.1 Manuseio, acondicionamento e armazenamento

Conforme Maroun (2006) é importante identificar as formas de manuseio e acondicionamento devido a alguns fatores:

- o manuseio e acondicionamento corretos possibilitam oportunidades de reutilização e reciclagem;
- a separação correta e criteriosa permite o tratamento diferenciado e facilita a reciclagem;
- caso haja mistura de resíduos de classes diferentes, um resíduo não perigoso pode ser contaminado e tornar-se perigoso dificultando seu gerenciamento e aumentando custos;
- a segregação deve ocorrer no local de origem;
- devem ser separados os resíduos que possam gerar condições perigosas quando combinadas;
- deve-se evitar a mistura de resíduos de classes distintas;
- para o manuseio dos resíduos perigosos devem-se utilizar equipamentos de proteção individual.

A resolução CONAMA nº 275 (BRASIL, 2001) orienta sobre as cores que devem ser utilizadas na identificação dos diferentes tipos de resíduos (Quadro 4).

Quadro 4 - Padrão de cores CONAMA 275/2001

Cor correspondente	Tipo de resíduo	Cor correspondente	Tipo de resíduo
Amarelo	Metal	Marrom	Orgânicos
Azul	Papel/papelão	Preto	Madeira
Branco	Serviços de saúde	Roxo	Radioativos
Cinza	Rejeitos	Verde	Vidro
Laranja	Perigosos	Vermelho	Plástico

Fonte: adaptado de CONAMA nº 275 (BRASIL, 2001).

Para o correto armazenamento se utilizou as normas NBR 12.235 (ABNT, 1992) que fixa condições para o armazenamento de resíduos perigosos (classe I) e a NBR 11.174 (ABNT, 1990) que dá condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos classes II-A e II-B. Ambas as normas citam que o local de armazenamento deve ser identificado e isolado.

O Quadro 5 apresenta a proposta de segregação, acondicionamento e armazenamento para os resíduos sólidos e líquidos gerados na empresa.

Quadro 5 - Acondicionamento e armazenamento dos resíduos gerados

(continua)

Resíduo	Acondicionamento	Armazenamento
Resíduos têxteis contaminados, papel contaminado, fita adesiva contaminada	Bombona de plástico 200 L	Serigrafia e Central de armazenamento de resíduos
Embalagens de emulsão, sensibilizante, desengraxante, tinta e removedor	Big Bags para embalagens contaminadas	Central de armazenamento de resíduos
Lâmpadas fluorescentes	Própria embalagem	Central de armazenamento de resíduos

Fonte: o autor (2019).

(conclusão)

<b>Resíduo</b>	<b>Acondicionamento</b>	<b>Armazenamento</b>
Toner de impressora	Própria embalagem	Escritório
Metais (Tesoura e agulhas)	Bombona de plástico 50 L	Fábrica
Papel (entretela rasgável), papel e papelão	Lixeira com saco plástico Azul (15 L)	Sala de bordado, loja e escritório
Plástico e Resíduo têxtil	Big Bags (1,3 m <sup>3</sup> ) para resíduos recicláveis	Fábrica
Resíduo líquido	Tanque para efluentes líquidos (1000 L)	Central de armazenamento de resíduos
EPIs contaminados	Bombona de plástico 50 L	Central de armazenamento de resíduos
Papel higiênico e toalha de papel	Lixeira com saco plástico cinza (15 L)	Banheiro

Fonte: o autor (2019).

As bombonas com tampa removível de 50 Litros e 200 Litros são específicas para armazenar resíduos classe I (Resíduos têxteis contaminados, papel contaminado, fita adesiva contaminada e EPIs contaminados) e classe II (Metais). Uma ilustração da bombona está apresentada na Figura 18.

Figura 18 - Bombona para acondicionamento de resíduos



Fonte: Emplasul (2019).

As “Big Bags” são containers flexíveis, confeccionados de rafia de polietileno e apresentam alta resistência, fácil manuseio e tem capacidade de 1,5 m<sup>3</sup>. Devem ser utilizadas para o acondicionamento dos resíduos têxteis não contaminados, carretéis de linhas, para embalagens de tinta e outros produtos. Cada “Big Bag” será identificada conforme o tipo de resíduo (Figura 19).

Figura 19 - Big Bag utilizada para acondicionamento de resíduos



Fonte: Embalsantos (2019).

Conforme a NBR 12.235 (ABNT, 1992) os tanques de acondicionamento de resíduos líquidos devem ser construídos ou utilizados quando a geração de resíduos líquidos foi superior a 250 litros, sendo os tanques verticais e horizontais de superfície os mais indicados para evitar contaminação do solo caso ocorra algum vazamento. Para atender a demanda da empresa com uma geração de 5.550 litros de resíduos líquidos mensais, deve ser utilizado 6 tanques gradeados com capacidade de 1000 Litros cada (Figura 20), os tanques devem ser instalados próximo a cuba de lavagem utilizada no processo de serigrafia e utilizados conforme a demanda da empresa.

Figura 20 - Tanque de acondicionamento de resíduos líquidos



Fonte: Lubmix (2019).

A tubulação entre a cuba de lavagem e o tanque de acondicionamento, será de 50 mm. O local tem uma área de 16 m<sup>2</sup> e deve ser identificada como central de armazenamento de resíduos. A distribuição e localização das bombonas, “Big Bags” e tanques está detalhado na Prancha 1 do Apêndice A.

### 5.3.2 Coleta, tratamento e destinação final

A coleta de resíduos depende da quantidade gerada. A empresa deve realizar a coleta trimestralmente, para os resíduos enviados a empresas terceirizadas, e semanalmente para os resíduos destinados a coleta municipal. Caso se verifique a necessidade de coleta antes do período preestabelecido, a empresa deve realizar a mesma.

A destinação final de acordo com Maroun (2006) depende de cada tipo de resíduo, para tal são consideradas algumas variáveis como tipo de resíduo, classificação, quantidade, custos dos métodos de tratamento ou disposição entre outros. Como a empresa é de porte pequeno e não há espaço físico para tratamento prévio ou total dos resíduos, estes devem ser encaminhados para empresas terceirizadas especializadas em tratar ou dispor os resíduos gerados no decorrer do processo. O Quadro 6 apresenta o tipo de resíduo, o acondicionamento, armazenamento e o tratamento e destinação final conforme a sua classificação.

Quadro 6 - Acondicionamento, armazenamento, tratamento e destinação final dos resíduos gerados na empresa

<b>Resíduo</b>	<b>Acondicionamento</b>	<b>Armazenamento</b>	<b>Tratamento e Destinação final</b>
Resíduos têxteis contaminados, papel contaminado, fita adesiva contaminada	Bombona de plástico de 200 L	Central de armazenamento de resíduos	Coprocessamento
Embalagens de emulsão, sensibilizante, desengraxante, tinta e removedor	Big Bags com saco plástico Laranja (1,3 m <sup>3</sup> )	Central de armazenamento de resíduos	Coprocessamento
Lâmpadas fluorescentes	Própria embalagem	Escritório	Logística reversa
Metais (Tesoura e agulhas)	Bombona de plástico 50 L	Fábrica	Reciclagem
Toner de impressora	Própria embalagem	Escritório	Reciclagem
Papel (entretela rasgável), papel e papelão	Lixeira com saco plástico Azul (15 L)	Sala de bordado e escritório	Reciclagem
Plástico	Big Bags com saco plástico vermelho (1,5 m <sup>3</sup> )	Fábrica	Reutilização para confecção de outros produtos
Resíduo têxtil	Big Bags com saco plástico Azul (1,5 m <sup>3</sup> )	Fábrica	Reutilização para fabricação de panos
Resíduo líquido	Tanque (1000 L)	Central de armazenamento de resíduos	Tratamento físico-químico
EPIs contaminados	Bombona de plástico 50 L	Central de armazenamento de resíduos	Coprocessamento
Papel higiênico e toalha de papel	Lixeira com saco plástico cinza (15 L)	Banheiro	Aterro sanitário (coleta seletiva municipal)

Fonte: o autor (2019).

### 5.3.3 Ações de minimização da geração de resíduos

Com o intuito de reduzir a geração de resíduos, especialmente os de classe I, e cumprir as diretrizes da PNRS, buscou-se alternativas de processos para estamperia, através de pesquisa em meios digitais. Não foram encontradas outras metodologias que minimizem a geração de resíduos nesta linha de produção. Buscou-se então, outra técnica que pode ser utilizada em paralelo com a serigrafia, e encontrou-se o transfer.

De acordo com Pamponet (2017), o transfer é uma das técnicas mais difundidas no mercado de estamperia. Seu processo ocorre através da termo-transferência, na qual, ocorre a transferência da imagem impressa por uma impressora a laser ou jato de tinta em papel especial (papel transfer), e utiliza-se uma máquina de estampar/prensa térmica para transferir a imagem do papel para o material desejado através da pressão e do calor. O processo de transfer é prático e barato (PAMPONET, 2017). O Quadro 7 apresenta as vantagens e desvantagens comparando as duas técnicas.

Quadro 7 - Comparação entre as técnicas de serigrafia e transfer

<b>Técnica</b>	<b>Vantagem</b>	<b>Desvantagem</b>
Serigrafia	*Versatilidade e baixo custo de produção; *Pode ser aplicada em tecidos de qualquer cor; Funciona tanto em tecidos com fibra natural quanto com fibra sintética.	*Qualidade de impressão é menor, perdendo a riqueza de detalhes; *Gera resíduos sólidos e líquidos classe I e II.
Transfer	*Não utiliza telas, rodos, produtos químicos e água; *A riqueza de detalhes é maior; *A geração de resíduos é mínima.	*O tecido precisa ter no mínimo 80% poliéster, ou seja, não é aplicável para qualquer tipo de tecido; *Não é possível estampar tecidos escuros.

Fonte: adaptado de Pamponet (2017).

Propõe-se a empresa adotar as duas técnicas oferecendo ao cliente uma nova opção de estampa, podendo assim, reduzir a geração de resíduos sólidos e líquidos proveniente da serigrafia. Outras ações podem ser tomadas para reduzir as perdas e desperdícios. No Quadro 8 são definidas algumas estratégias com foco a não geração e minimização de resíduos.

Quadro 8 - Ações de minimização de resíduos

<b>Estratégia</b>	<b>Ação</b>
Implantar a técnica de transfer	*Oferecer aos cliente uma nova proposta de produto, utilizando o transfer como alternativa para minimizar a geração de resíduos
Minimizar a geração de resíduo de papel branco	*Promover ações de uso responsável; *Configurar a impressora para imprimir frente e verso; *Reutilizar papéis como rascunho; *Solicitar catálogos dos fornecedores via digital;
Exigência da logística reversa	*Observar a logística reversa dos seguintes materiais: lâmpadas que são substituídas ou queimadas, embalagens de mercadorias como caixas de plástico e papelão, carretéis de linhas e elásticos, resíduos eletrônicos diversos, dentre outros.

Fonte: o autor (2019).

Com as ações propostas, a empresa obtém diversos benefícios, dentre eles os ambientais como:

- a) a redução na geração de resíduos;
- b) a redução do consumo de recursos naturais, como a água;
- c) o aumento da quantidade de resíduos destinados a reciclagem.

Também se beneficia de forma econômica, com a redução dos custos com disposição final de resíduos e insumos na serigrafia.

A implantação e operação do Plano de gerenciamento de resíduos envolvem vários fatores técnicos e econômicos, levando em consideração desde a escolha dos produtos e equipamentos, até os serviços.

As especificações técnicas estão descritas no Apêndice B, e o orçamento contendo os custos estão disponíveis no Apêndice C.

## 6 UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Outra linha de atuação que o projeto propõe é a utilização de águas pluviais no processo de serigrafia para reduzir o consumo da água tratada fornecida pela rede de abastecimento e conseqüentemente diminuir os custos, utilizando uma alternativa sustentável de uso da água.

### 6.1 A ÁGUA NO SETOR INDÚSTRIAL E O REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Mais do que um recurso natural indispensável a vida e a conservação dos ecossistemas, a água é um patrimônio natural estratégico imprescindível a produção de bens e ao desenvolvimento econômico e social (DE FÁTIMA WOLKMER; PIMMEL, 2013). No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos, além de assegurar que a água é um bem natural limitado de domínio público e dotado de valor econômico, cita em seu Capítulo II, dos objetivos, que a utilização dos recursos hídricos deve ser integrada, racional e com incentivos a promover a captação e o aproveitamento das águas pluviais (BRASIL, 1997).

Conforme Mierzwa e Hespanhol (2005), as atividades desenvolvidas pelo ser humano, destacando as relacionadas a produção de bens de consumo a partir do processamento de recursos naturais, são grandes consumidoras de água. Dependendo do setor, a água pode ser matéria-prima ou incorporada ao produto como auxiliar na preparação de outras matérias-primas, de um bem e serviço qualquer, ou ainda, na finalização dos processos como a limpeza de equipamentos entre outras utilidades (MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

De acordo com o estudo: Água na Indústria - Uso e Coeficientes Tecnológicos, produzido pela Agência Nacional das Águas (ANA, 2017), as regiões do Brasil com maiores demandas de água no setor industrial são o Sudeste, o Sul e o Nordeste, responsáveis por 85% da demanda em 2015. O Rio Grande do Sul é o quinto estado com maior demanda de água para a indústria, chegando a retirar dos corpos hídricos 10,05 m<sup>3</sup>/s, destacando-se o município de Guaíba como maior consumidor, chegando a retirada de 1,01m<sup>3</sup>/s de água (ANA, 2017).

Além do alto consumo, outro fator relevante é a qualidade da água (MIERZWA; HESPANHOL, 2005), que conforme os autores, nas indústrias alimentícias e

farmacêuticas, a água deve ter um elevado teor de pureza pois está diretamente relacionado com o produto final (MIERZWA; HESPANHOL, 2005). Outros setores são menos rigorosos, como em sistemas de refrigeração, ou seja, podem ser utilizadas águas puras até águas sem tratamento algum (água bruta), a escolha depende da de cada demanda (MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

Segundo Fendrich e Oliynik (2002), a água é um dos fatores limitantes no desenvolvimento industrial, mesmo em regiões onde não há escassez, umas das alternativas é o aproveitamento das águas pluviais. A água coletada dos telhados pode ser usada para fins não potáveis como lavagem de pisos, nas descargas de banheiros ou na rega de jardins, contribuindo assim, para diminuição do consumo doméstico da água tratada vinda do abastecimento público (FENDRICH; OLIYNIK, 2002). Na indústria o potencial de economia é ainda maior, pois os telhados são maiores e o consumo também, porém, é necessária uma análise para determinar se é necessário algum tipo de tratamento conforme o processo produtivo que será empregada essa água (VALLE, 2007).

Na indústria têxtil a qualidade da água utilizada nos processos produtivos possui restrições, Little (1975, apud TWARDOKU, 2004) diz que nem todos os processos precisam ter a mesma exigência em questões de qualidade da água. A Tabela 4 contém os limites de tolerância que definem os padrões de qualidade da água para utilização no processo têxtil incluindo a etapa de serigrafia.

Tabela 4 - Limites para qualidade da água para utilização nos processos têxteis

<b>Parâmetro</b>	<b>Tolerância (mg/L)</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>Tolerância (mg/L)</b>
Turbidez	<5	Manganês	<0,05
Sólidos suspensos totais	<5	Sulfato	<250
Cor aparente	<5 (unidade PtCo)	Cloreto	<250
pH	7,0-9,0	Oxigênio dissolvido	Sem limite
Dureza	<70 como CaCO <sub>3</sub>	Fosfato	Sem limite
Alcalinidade	<70 como CaCO <sub>3</sub>	Cloro	<0,1
Ferro	<0,3	Amônia	<0,5
Sólidos totais	<500	<i>E. coli</i>	Não detectável em 100 mL

Fonte: adaptado de Little (1975, apud TWARDOKU, 2004).

As águas pluviais podem ser utilizadas nos processos produtivos das indústrias se atenderem aos padrões estabelecidos pelas mesmas. May (2004) em seu estudo sobre a viabilidade do aproveitamento de água da chuva para consumo não potável em edificações, diz que é aconselhável o descarte dos primeiros 15 a 20 minutos de chuva para que seja feita a limpeza do telhado devido a concentração de poluentes, após este período, a água é recolhida e armazenada podendo ser utilizada para fins não potáveis. Anecchini (2005) cita que a água da chuva é amplamente utilizada nos países asiáticos e europeus, tanto na indústria quanto nas residências e na agricultura, pois sabe-se que a mesma possui uma qualidade superior em comparação as águas superficiais e subterrâneas, visto que não ocorre o contato com o solo ou rochas que possam contaminá-la.

Segundo Bassanesi (2014) ainda existem poucos documentos legais para utilizar como base para o conhecimento da qualidade da água da chuva. A NBR 15.527 (ABNT, 2007) fornece requisitos para o aproveitamento de águas pluviais em áreas urbanas e de algumas diretrizes que podem ser seguidas quando utilizado esse tipo de sistema. O item 4.5 da norma diz que “os padrões de qualidade devem ser definidos pelo projetista de acordo com a utilização prevista” (ABNT, 2007). Para usos restritivos é fornecido uma tabela com parâmetros de qualidade da água da chuva para usos não potáveis (ABNT, 2007).

A caracterização da água da chuva auxilia na sua classificação e possível utilização em processos. A Tabela 5 apresenta os parâmetros e os resultados das análises das águas pluviais segundo Hagemann e Gastaldini (2016), em seu estudo sobre avaliação da qualidade da água da chuva, com uma comparação paralela aos limites estabelecidos pelos autores para o uso no processo de têxteis.

Tabela 5 - Análise físico-química da água pluvial e limites para uso na serigrafia

<b>Parâmetro analisado</b>	<b>Resultado das análises físico-químicas</b>	<b>Limites de tolerância da qualidade da água para utilização nos processos têxteis</b>
Turbidez	20,60 NTU	<5 NTU
Sólidos suspensos totais	9,0 mg/L	<5 mg/L
Cor aparente	12 (unidade PtCo)	<5 (unidade PtCo)
pH	7,23	7,0-9,0
Dureza	39,72 mg/L	<70 mg/L como CaCO <sub>3</sub>
Alcalinidade	35,42 mg/L	<70 mg/L como CaCO <sub>3</sub>
Ferro	0,07 mg/L	<0,3 mg/L
Amônia	0,64 mg/L	<0,5 mg/L
Manganês	0,03 mg/L	<0,05 mg/L
Sulfato	3,80 mg/L	<250 mg/L
Cloreto	4,88 mg/L	<250 mg/L
Oxigênio dissolvido	6,81 mg/L	Sem limite
Fosfato	0,69 mg/L	Sem limite
Sólidos totais	93 mg/L	<500 mg/L
<i>E. coli</i>	10,60 NMP/100mL	Não detectável em 100 mL
Cloro	<0,1 mg/L	<0,1 mg/L

Fonte: adaptado de Hagemann e Gastaldini (2016), Little (1975, apud TWARDOKU, 2004).

Os parâmetros de turbidez, sólidos suspensos totais, cor, amônia e *E. coli* não atendem os limites preestabelecidos. Para resolver essa questão pode-se realizar medidas de controle como a filtração e a cloração para que a água fique dentro dos padrões para este tipo de uso (HAGEMANN; GASTALDINI, 2016).

## 6.2 DIAGNÓSTICO DE CONSUMO DE ÁGUA

Para realizar o diagnóstico do consumo de água utilizado no processo de serigrafia, primeiro obteve-se através da coleta de dados do site da Companhia Rio-

grandense de Saneamento (CORSAN, 2019), o histórico dos últimos 13 meses de consumo total de água da empresa. Na Tabela 6 se pode observar o volume em litros (L) e em m<sup>3</sup> de água.

Tabela 6 - Consumo total mensal de água na empresa

<b>Mês / ano</b>	<b>Consumo em litros (L)</b>	<b>Consumo metros cúbicos (m<sup>3</sup>)</b>
Maio 2018	8.000	8,00
Junho 2018	7.333	7,33
Julho 2018	8.667	8,67
Agosto 2018	8.333	8,33
Setembro 2018	10.333	10,33
Outubro 2018	9.667	9,67
Novembro 2018	10.000	10,00
Dezembro 2018	11.000	11,00
Janeiro 2019	11.333	11,33
Fevereiro 2019	10.667	10,67
Março 2019	12.333	12,33
Abril 2019	11.000	11,00
Maio 2019	10.667	10,67
<b>Total</b>	<b>129.333</b>	<b>129,33</b>

Fonte: adaptado de CORSAN (2019).

Para fazer a estimativa mensal de consumo de água pelo setor de serigrafia, foi necessário o levantamento dados por etapa do processo, levando em consideração um único pedido. Para gravação da matriz, utiliza-se cerca de 35 litros de água, para remover a tinta da tela após a aplicação do desenho, utiliza-se em média 42 litros de água, e para desgravar o desenho, removendo a emulsão para que a tela possa ser reutilizada, são consumidos cerca de 73 litros de água, ou seja, para um único pedido a empresa utiliza em média 150 litros de água. Para estimar quantos litros de água são utilizados mensalmente na serigrafia, a empresa disponibilizou a relação de pedidos que solicitaram a aplicação do logotipo ou desenho através desta técnica. Na Tabela 7 está demonstrando quantos pedidos foram solicitados por mês no decorrer

do mesmo período do consumo total mensal, e quantos litros de água foram utilizados mensalmente somente para serigrafia.

Tabela 7 - Volume de água consumido mensalmente no setor de serigrafia

<b>Mês / ano</b>	<b>Pedidos que utilizaram a serigrafia</b>	<b>Consumo em litros (L)</b>	<b>Consumo em metros cúbicos (m³)</b>
Maio 2018	31	4650	4,65
Junho 2018	28	4200	4,20
Julho 2018	32	4950	4,95
Agosto 2018	39	4800	4,80
Setembro 2018	29	5850	5,85
Outubro 2018	40	4350	4,35
Novembro 2018	44	6000	6,00
Dezembro 2018	38	6600	6,60
Janeiro 2019	47	5700	5,70
Fevereiro 2019	36	7050	7,05
Março 2019	51	5400	5,40
Abril 2019	45	7650	7,65
Maio 2019	48	6750	6,75
<b>Total</b>	<b>508</b>	<b>73.950</b>	<b>73,95</b>

Fonte: o autor (2019).

Para estimar quanto de água a empresa utiliza no processo de serigrafia, foi realizado uma comparação do consumo total mensal e do consumo estimando utilizado somente na serigrafia. A Tabela 8 apresenta o comparativo e o percentual do consumo total de água destinado a serigrafia.

Tabela 8 - Percentual do consumo total mensal de água no setor de serigrafia

<b>Mês / ano</b>	<b>Consumo total mensal (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Consumo mensal na serigrafia (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Consumo no processo de serigrafia (%)</b>
Maio 2018	8,00	4,65	58,12
Junho 2018	7,33	4,20	57,27
Julho 2018	8,67	4,95	57,11
Agosto 2018	8,33	4,80	57,60
Setembro 2018	10,33	5,85	56,61
Outubro 2018	9,67	4,35	44,99
Novembro 2018	10,00	6,00	60,00
Dezembro 2018	11,00	6,60	60,00
Janeiro 2019	11,33	5,70	50,29
Fevereiro 2019	10,67	7,05	66,09
Março 2019	12,33	5,40	46,21
Abril 2019	11,00	7,65	69,54
Maio 2019	10,67	6,75	63,27

Fonte: o autor (2019).

Analisando a Tabela 8, observa-se que o volume de água utilizado pela empresa no processo de serigrafia é de 57,46 % do consumo total mensal, mais da metade do volume utilizado por mês. A partir deste diagnóstico, propõe-se um projeto de captação de águas pluviais para uso no processo de produção, com o objetivo de cessar o consumo da água proveniente do abastecimento público.

### 6.3 PROJETO DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA

Para diminuir o consumo de água potável fornecida pela rede de abastecimento, propõe-se um projeto de captação da água pluvial. Utilizou-se a NBR 15.527 (ABNT, 2007), norma brasileira de diretrizes e diferentes metodologias para a realização de projetos a partir da captação de águas pluviais proveniente dos telhados e coberturas.

### 6.3.1 Disponibilidade hídrica

Para definir o regime de chuvas local, foi analisado a média pluviométrica mensal de 10 anos do posto pluviométrico do município Bento Gonçalves, ponto mais próximo de Nova Bassano. Os dados foram retirados do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A partir dos dados históricos, pode-se fazer a média mensal de precipitação. A Tabela 9 apresenta a média mensal de precipitações para o período de 2003 a 2013.

Tabela 9 - Precipitação média mensal

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (mm)</b>
Janeiro	136,46
Fevereiro	148,14
Março	138,,29
Abril	102,99
Maiο	130,56
Junho	124,82
Julho	183,47
Agosto	151,37
Setembro	188,37
Outubro	156,83
Novembro	140,57
Dezembro	145,14

Fonte: o autor (2019).

Para fins de dimensionamento do sistema de captação de águas pluviais, adotou-se os seguintes parâmetros com base na NBR 10.844 (ABNT, 1989):

- a) Tempo de retorno: 5 anos
- b) Duração da precipitação: 5 min
- c) Intensidade pluviométrica: 127 mm/h

### 6.3.2 Área de captação

Para a captação da água pluvial utilizou-se o telhado da sala de serigrafia que é separada do restante da fábrica. A área de projeção considerada neste projeto é de 40 m<sup>2</sup>, esta informação foi disponibilizada pelos gestores, através da planta baixa da das instalações.

Para fins de conhecimento, a Figura 21 apresenta a área instalada da empresa (contorno preto), que é dividida em dois pavilhões:

- a área maior, com 174,59 m<sup>2</sup> (contorno azul): comporta o setor de corte e costura, setor de bordado, banheiro, loja, setor administrativo e estoque;
- a área menor, com 40 m<sup>2</sup> (contorno vermelho): está instalado o setor de serigrafia e a central de armazenamento de resíduos.

Figura 21 - Área de captação de água pluvial



Fonte: Google Earth (2019).

### 6.3.3 Dimensionamento do reservatório

Com base nas médias históricas de precipitação é possível dimensionar o sistema de captação de águas pluviais, para isso, foi utilizado também a NBR 15.527 (ABNT, 2007) que fornece métodos de cálculos para dimensionamento dos reservatórios. Para este projeto foi utilizado o método de Rippl (ABNT, 2007).

Conforme a bibliografia já apresentada, o volume de chuva que pode ser aproveitado não é o mesmo precipitado, devido as perdas para o material do telhado (considerando-se também infiltração e evaporação). De acordo com Tomaz (2003) o coeficiente de escoamento superficial também chamado de Coeficiente de Runoff (C) varia de acordo com o material do telhado, porém o melhor valor a ser adotado como coeficiente é  $C=0,85$ .

Para o cálculo de volume de chuva mensal disponível, utilizou-se a Equação 1:

$$V = \frac{P}{1000} \times A \times C \quad (1)$$

Onde:

V = volume captado ( $m^3$ )

P = precipitação (mm)

A = área de captação ( $m^2$ )

C = coeficiente de runoff

A Tabela 10 apresenta o dimensionamento do reservatório utilizando o método de Rippl, que faz uso da Equação 1, conforme demanda mensal apresentados na Tabela 9.

Tabela 10 - Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl

Mês	Precipitação (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Diferença entre	
				Volume de chuva mensal disponível (m <sup>3</sup> )	demanda mensal e volume de chuva disponível (m <sup>3</sup> )
Janeiro	136,46	4,65	40	4,64	0,01
Fevereiro	148,14	4,2	40	5,04	-0,84
Março	138,29	4,95	40	4,70	0,25
Abril	102,99	4,8	40	3,50	1,30
Mai	130,56	5,85	40	4,44	1,41
Junho	124,82	4,35	40	4,24	0,11
Julho	183,47	6	40	6,24	-0,24
Agosto	151,37	6,6	40	5,15	1,45
Setembro	188,37	5,7	40	6,40	-0,70
Outubro	156,83	7,05	40	5,33	1,72
Novembro	140,57	5,4	40	4,78	0,62
Dezembro	145,14	7,65	40	4,93	2,72
<b>Total</b>	<b>1.747,01</b>	<b>67,2</b>		<b>59,40</b>	<b>7,80</b>

Fonte: o autor (2019).

O volume demandado deve ser de 7,80 m<sup>2</sup>, valor equivalente a soma dos valores resultantes da diferença entre demanda e volume de chuva disponível. Desta forma, o volume disponível, segundo o método de Rippl, atende toda a demanda. Para facilitar a compra do reservatório, foi adotado um volume de 10 m<sup>3</sup>, e o reservatório será de polietileno, o qual está apresentado na Figura 22.

Figura 22 - Reservatório escolhido para este projeto



Fonte: Fortlev (2019).

O diâmetro da tubulação de entrada do reservatório foi calculado por meio da Equação 2, a velocidade máxima na tubulação adotada foi de 2 m/s, a fim de evitar sobreposição elevada quando há interrupções de fluxo e vibrações excessivas. A área ocupada pela água na tubulação corresponde a 2/3 do diâmetro total.

$$D = \sqrt{\frac{8xQ}{3x\pi xv}} \quad (2)$$

Onde:

D = diâmetro da tubulação de entrada do reservatório (m)

Q = vazão de projeto (m<sup>3</sup>/s)

v = velocidade máxima na tubulação (m/s)

Para calcular o diâmetro é necessário calcular a vazão de projeto, utilizando a Equação 3, foi possível encontrar a vazão de projeto em m<sup>3</sup>/s.

$$Q = \frac{IxA}{60} \quad (3)$$

Onde:

$Q$  = vazão de projeto (L/min)

$I$  = intensidade pluviométrica (mm/h)

$A$  = área de contribuição ( $m^2$ )

$$Q = \frac{127 \times 40}{60}$$

$$Q = 84,67 \text{ l/mm}$$

$$Q = 0,0014 \text{ m}^3/s$$

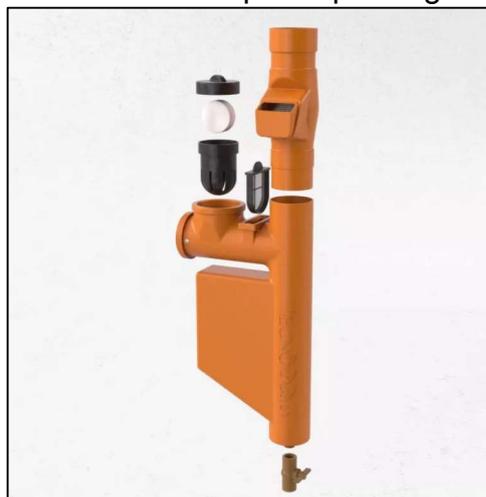
Aplicando a vazão de projeto na Equação 2, obteve-se o diâmetro da tubulação.

$$D = \sqrt{\frac{8 \times 0,0014}{3 \times \pi \times 2}}$$

$$D = 0,0243 \text{ m}$$

O diâmetro comercial da tubulação deve ser de 50 mm, e o material PVC. Antes da entrada do reservatório, será acoplado um filtro auto-limpante de 75 mm de diâmetro para que a água da chuva adquira uma melhor qualidade, e os sólidos como folhas e galhos do telhado sejam descartadas através do filtro (Figura 23).

Figura 23 - Filtro autolimpante para águas pluviais



Fonte: Tecnotri (2019).

O sistema de captação de águas pluviais para a empresa está detalhado na Prancha 2 no Apêndice A.

A implantação e operação do projeto de captação da água da chuva envolve diversos fatores técnicos e econômicos, levando em consideração desde a escolha dos produtos e equipamentos, até os serviços. As especificações técnicas estão descritas no Apêndice B, e o orçamento contendo os custos estão disponíveis no Apêndice C.

## 7 EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA

No Brasil a história da energia elétrica se inicia em meados do século XIX com o carvão mineral importado e utilizado como fonte de energia para as indústrias, transporte e iluminação (MARTINS, 1999). As instalações para geração e utilização de energia de pequeno porte foram feitas entre 1879 e 1890 como a usina hidrelétrica de Marmelos em Minas Geias com a finalidade de suprir as demandas industriais, a iluminação pública da cidade do Rio de Janeiro e da cidade de Juiz de Fora (MARTINS, 1999).

Após a segunda guerra mundial, a demanda de energia elétrica começou a superar a oferta em decorrência do crescimento populacional urbano, do avanço da indústria e dos serviços (MARTINS, 1999). Com isso, os governos estaduais e federais tiveram de alinhar um sistema elétrico em bases estatais (MARTINS, 1999). Assim foram criadas a Comissão Estadual de Energia Elétrica (CEEE) no Rio Grande do Sul em 1943, a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) em Pernambuco, no ano de 1946 e as centrais elétricas de Minas Gerais (CEMIG) em Minas Gerais em 1952 marcando o início do desenvolvimento do setor elétrico no Brasil (MARTINS, 1999).

Em 1961 com a constituição das Centrais Elétricas Brasileiras S.A – ELETROBRÁS, foi delineada a estrutura do setor elétrico que vigorou até a década de 90 quando foi reestruturada novamente (D'ARAUJO, 2005). Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), nesta década, os problemas com energia elétrica reduziram e a pesquisa sobre o tema também, somente em 2001, na década seguinte ocorreu uma nova crise energética, e a realização de estudos foi retomada com maior intensidade, explorando a construção de novas matrizes energéticas (D'ARAUJO, 2005).

Com a reestruturação do novo modelo denominado “modelo competitivo”, o setor brasileiro de energia cria como órgão regulador a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que institui o Mercado Atacadista de Energia (MAE) e o Operador Nacional do Sistema (ONS) com o objetivo de atrair capitais de empresas privadas para o setor como uma alternativa para atender o crescente aumento na demanda de energia elétrica estimado em 6% ao ano (PINTO; OLIVEIRA e BRAGA, 2001).

Conforme Aquino (2008), outra alternativa de menor custo para aumentar a oferta de energia é o combate ao desperdício com a aplicação da eficiência energética, que são ações corretivas, mudanças comportamentais e aprimoramentos administrativos que promovem a redução do consumo de energia em sistemas indústrias e setores públicos.

O Programa Nacional de Conservação da energia elétrica – PROCEL (ELETROBRAS, 2009) define a eficiência energética como uma ferramenta que depende de aspectos técnicos e tecnológicos que promovam mudanças de processos e rotinas pela aplicação de sistemas energeticamente mais eficientes, além de incorporarem os aspectos socioambientais relacionados ao consumo de energia elétrica.

O setor industrial teve grande parte de seu desenvolvimento impulsionado pela energia elétrica e é responsável por 46% do consumo total de energia do País (BRASIL, 2009). Diante deste cenário e do aumento da demanda, a eficiência energética, segundo um estudo sobre a Matriz energética brasileira, passou a ser considerado um dos instrumentos capazes de garantir a oferta de energia para os próximos anos, chegando a representar 4% da matriz energética brasileira até 2030 (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

A crescente aplicação da eficiência energética pode se dar através da iluminação eficiente que tem a finalidade de integrar a iluminação artificial de forma a complementar a iluminação natural, ou usar sistemas, luminárias e lâmpadas adequados para cada ambiente mantendo o controle do consumo de energia e dos gastos (MANGIAPELO, 2012). Num contexto geral, os principais obstáculos para adoção de programas de eficiência energética em todos os segmentos são o acesso e domínio de tecnologias, a carência de informação, e a percepção equivocada de que o investimento inicial é muito elevado (ROCHA, 2012).

## 7.1 DIAGNÓSTICO

Para realizar o diagnóstico do consumo de energia elétrica, foram levantados dados de consumo de energia elétrica total mensal, estes dados foram fornecidos pela empresa através do histórico junto à RGE Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.

A Tabela 11 apresenta o consumo no decorrer de 13 meses, e o valor gasto pela empresa com energia elétrica para este período.

Tabela 11 - Histórico de dados do consumo de energia elétrica

Mês / ano	Consumo em kWh	Custo em reais (R\$)
Maio 2018	651	484,39
Junho 2018	762	594,81
Julho 2018	642	592,45
Agosto 2018	718	671,32
Setembro 2018	696	640,48
Outubro 2018	577	525,33
Novembro 2018	558	503,98
Dezembro 2018	626	528,36
Janeiro 2019	479	511,47
Fevereiro 2019	634	535,47
Março 2019	689	579,48
Abril 2019	582	495,52
Maio 2019	597	524,08
<b>Total</b>	<b>8.211</b>	<b>7.187,14</b>

Fonte: adaptado de RGE (2019).

A Figura 24 demonstra a média de consumo de energia no decorrer do período de maio de 2018 até maio de 2019.

Figura 24 - Histórico de consumo de energia elétrica e média de consumo ao longo do período.



Fonte: RGE (2019).

A análise dos dados, implica que o consumo no mês de janeiro de 2019 sofre decréscimo, de acordo com informações da empresa, isso se deve ao período de férias coletivas. A Figura 24 também indica que o consumo médio do ano de 2018 foi de 600 kWh. Foi levantado também dados sobre os equipamentos utilizados, e para tanto a Tabela 12 relaciona equipamentos e seu consumo em kWh, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Tabela 12 - Consumo de energia relacionados aos equipamentos diagnosticados

<b>Equipamento</b>	<b>Consumo em kWh</b>
Computador	0,120
Telefone sem fio	0,004
Impressora	0,012
Ferro Elétrico	0,400
Máquina de corte	0,080
Lâmpadas fluorescentes	0,04

Fonte: adaptado de ANEEL (2001).

A empresa conta com 14 máquinas de costura e 2 máquinas de bordado, para estimar o consumo de energia para cada máquina, utilizou-se a Equação 4 e as potências individuais em Watts.

$$\text{Consumo} = \frac{\text{potencia}(W) \times n^{\circ} \text{ de horas utilizado}}{1000} \quad (4)$$

A estimativa de consumo foi para 1 hora, a Tabela 13 expõe os resultados dos cálculos de consumo por máquina de costura e de bordado.

Tabela 13 - Consumo em kWh das máquinas de costura da empresa

<b>Modelo de máquina/quantidade</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Consumo (kWh)</b>
Overloque/4	500	0,50
Reta eletrônica/4	550	0,55
Reta manual/1	400	0,40
Reta de duas agulhas/1	550	0,55
Maquina Travete/1	550	0,55
Maquina Galoneira/2	550	0,55
Máquina de Braço/1	400	0,40
Máquina de bordado/2	100	0,10

Fonte: o autor (2019).

As lâmpadas utilizadas pela empresa são do tipo fluorescente tubular de 40 Watts, conforme Weise e Hornburg (2007) este tipo de lâmpada possui uma eficiência de 68 Lm/W, durabilidade de 7.500 horas, temperatura de cor de 5.000 k e consome 0,04 kWh. A empresa conta com 30 lâmpadas no total distribuídas da seguinte forma: 18 lâmpadas na fábrica onde ocorre o corte e a costura, 6 lâmpadas no escritório e na loja, 2 lâmpadas na sala do bordado e 4 lâmpadas no setor de serigrafia.

Considerando que a empresa opera 8 horas por dia e 22 dias por mês, pode-se estimar o consumo de energia elétrica por equipamento, vale ressaltar que as máquinas de costura não são utilizadas todas ao mesmo tempo, e não operam 8 horas sem pausa. A Tabela 14 apresenta estes resultados.

Tabela 14 - Consumo mensal de energia estimado por equipamento

<b>Equipamento</b>	<b>Consumo (kWh)</b>	<b>Consumo diário (kWh)</b>	<b>Consumo mensal (kWh)</b>
Computador	0,12	0,96	21,12
Telefone sem fio	0,004	0,032	0,704
Impressora	0,012	0,096	2,112
Ferro Elétrico	0,4	3,2	70,4
Máquina de corte	0,08	0,64	14,08
Overloque	2	16	88
Reta eletrônica	1,65	13,2	96,8
Reta manual	0,4	3,2	70,4
Reta de duas agulhas	0,55	4,4	96,8
Máquina Travete	0,55	4,4	96,8
Máquina Galoneira	1,1	8,8	96,8
Máquina de Braço	0,4	3,2	70,4
Máquina de bordado	0,7	5,6	17,6
Lâmpadas Fluorescentes	0,04	0,32	7,04

Fonte: o autor (2019).

Fazendo uma estimativa mensal de consumo de energia pelas lâmpadas fluorescentes, e comparado com o consumo total mensal fornecido pela RGE, pode-

se concluir que as lâmpadas são responsáveis por 34% do consumo total como expõe a Tabela 15.

Tabela 15 - Consumo de energia pelas lâmpadas x consumo total da empresa

<b>Consumo mensal de 30 lâmpadas fluorescentes 40 Watts (kWh)</b>	<b>Consumo total mensal (kWh)</b>	<b>Percentual de consumo total com as lâmpadas fluorescentes (%)</b>
211,20	651	32,44
211,20	762	27,72
211,20	642	32,90
211,20	718	29,42
211,20	696	30,34
211,20	577	36,60
211,20	558	37,85
211,20	626	33,74
211,20	479	44,09
211,20	634	33,31
211,20	689	30,65
211,20	582	36,29
211,20	597	35,38
<b>Média mensal</b>	<b>631,61</b>	<b>33,90</b>

Fonte: o autor (2019).

Frente a essa conclusão, propõe-se um projeto de iluminação eficiente a fim de realizar a substituição das lâmpadas floresceres por lâmpadas LED, com o intuito de reduzir o consumo de energia elétrica, minimizando custos e melhorando o ambiente de trabalho.

## 7.2 PROJETO DE ILUMINAÇÃO EFICIENTE

A escolha das lâmpadas LED tem como justificativa sua eficácia luminosa entre outras características se comparado com as lâmpadas floresceste. A Tabela 16 apresenta esta análise comparativa.

Tabela 16 - Comparativo de eficiência entre lâmpadas fluorescentes e LED

Parâmetro	Fluorescente	LEDs
Eficiência energética (lm/W)	55 - 75	40 - 130
Índice de reprodução de cores (IRC %)	80	70 - 90
Temperatura da cor (K)	4.000 – 5.000	3.600 – 5.200
Vida média (horas)	8.000	50.000
Taxa de conversão de energia por watt para luz visível (%)	21	15-25
Fluxo luminoso (lm)	316	160

Fonte: adaptado de Pinto (2008).

Apresenta-se as características do ambiente, bem como as dimensões das salas aonde foi apontada a troca das lâmpadas. A metodologia utilizada para o cálculo luminotécnico será o de Lumens conforme a NBR 5.413 (ABNT, 1992). A iluminância foi retirada das tabelas da norma, que cita a quantidade de iluminância indicada por ambiente, para os cálculos de fator de utilização e fluxo luminoso utilizou-se as Equações 5 e 6 abaixo.

$$FU = \frac{h_{pé}}{C} \quad (5)$$

Onde:

FU= fator de utilização (adimensional)

$h_{pé}$ = altura do local (m) = (utilizou-se 2,50 m)

C= comprimento do local (m)

$$\varphi = \frac{Ax E}{FU x FM} \quad (6)$$

Onde:

$\varphi$ = fluxo luminoso (lúmen)

E= iluminância desejada (lux)

A= área do local (m<sup>2</sup>)

FU= fator de utilização (adimensional)

FM= fator de manutenção (adimensional) = (fator de faixa: 0,5 a 0,9, arbitrou-se 0,7)

A Tabela 17 apresenta as medidas dos ambientes, e o resultado dos cálculos acima, bem como o número de pontos de luz e a quantidade de lâmpadas necessárias para atingir o fluxo luminoso requerido. A lâmpada escolhida para este projeto é tubular LED T8 de 18 W e 5.940 lúmens.

Tabela 17 - Resultado dos cálculos de iluminotécnica

	Fábrica	Escritório	Loja	Bordado	Serigrafia	Banheiro	Entrada	Estoque de linhas
<b>Largura (m)</b>	6,7	3	3	2,05	4,0	1,5	4,71	1,25
<b>Distancia (m)</b>	10,35	3,95	5,45	2,6	10	2,8	5,50	2,7
<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	67,02	11,85	20,2	4,6	40	4,2	25,90	3,37
<b>Iluminância (lux)</b>	1000	1000	500	750	300	150	150	150
<b>Fator de utilização</b>	0,373	0,833	0,833	1,220	0,625	1,667	0,53	2,000
<b>Fator de manutenção</b>	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
<b>Fluxo luminoso (lúmen)</b>	256.590	20.314	17.314	4.041	27.428	540	10.458	361
<b>Pontos de luz</b>	22	2	1	1	2	1	1	1
<b>Quantidade de lâmpadas</b>	44	4	2	2	4	2	2	2

Fonte: o autor (2019).

As lâmpadas foram distribuídas conforme a necessidade de cada ambiente e estão detalhadas na Prancha 3 - Apêndice A.

Além da redução do consumo de energia elétrica, a substituição das lâmpadas oferece qualidade nas condições de trabalho. Conforme a NR 17 - Norma Regulamentadora 17, que estabelece parâmetros sobre as condições ergonômicas de trabalho, “Em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade”. Para atender a essa demanda, a NR 17 cita a NBR 5.413 (ABNT, 1992), utilizada neste projeto.

A implantação e operação do projeto de eficiência energética envolve vários fatores técnicos e econômicos, levando em consideração desde a escolha dos produtos e equipamentos, até os serviços. As especificações técnicas estão descritas no Apêndice B, e o orçamento contendo os custos estão disponíveis no Apêndice C.

## 8 AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Conforme Maroun (2006), programas que promovem a sensibilização tem como objetivo capacitar e conscientizar os colaboradores e clientes da empresa frente a responsabilidade ambiental de cada um, as estratégias de disseminação do conhecimento e preparação de todos deve incluir a comunicação e o desenvolvimento.

Galbiati (2001) cita em seu estudo sobre o gerenciamento integrado de resíduos e a reciclagem, que promover programas de educação ambiental realistas e continuados, esclarecendo aos colaboradores todos os fatores envolvidos na cadeia produtiva da empresa possibilita o desenvolvimento de uma consciência ambiental ampla.

A divulgação dos resultados obtidos com os programas de coleta seletiva, logística reserva e demais programas propostos, tanto quantitativos, quanto qualitativos, avaliando continuamente seu desempenho, possibilita a correção de falhas e motiva (GALBIATI, 2001). No Quadro 9 estão descritas as estratégias que foram sugeridas e os indicadores esperados.

Quadro 9 - Estratégias e ações de educação ambiental

<b>Estratégia</b>	<b>Indicador qualitativo</b>
Comunicação e capacitação	*Realizar treinamentos periódicos com 100% dos colaboradores, sobre o uso racional da água e da energia; *Realizar treinamentos para orientar 100% dos colaboradores sobre a segregação de resíduos e a importância da destinação correta.
Divulgação dos resultados	*Confeccionar e distribuir informes na empresa sobre os resultados obtidos, a fim de motivar 100% dos colaboradores a melhoria continua e divulgar aos clientes que a empresa tem ações que minimizam o consumo de água e energia, bem como segrega, armazena e destina corretamente seus resíduos.

Fonte: o autor (2019).

O objetivo principal dos treinamentos sugeridos é que toda a equipe da empresa perceba a melhoria contínua do processo.

Alguns benefícios também podem ser listados, como os tecnológicos e sociais, com a melhoria do ambiente de trabalho e a imagem do setor produtivo junto a sociedade e os ambientais.

## 9 ANÁLISE DE VIABILIDADE

Conforme Ward e Daniel (2006), nos estudos de viabilidade há a ocorrência de benefícios tangíveis, que são aqueles que podem ser medidos por um objeto, quantitativo e frequentemente medidos financeiramente, são benefícios mensuráveis, e os benefícios intangíveis, que são aqueles que só podem ser julgados subjetivamente e avaliados através de medidas qualitativas (WARD; DANIEL, 2006).

O estudo de viabilidade deve ser realizado antes da implementação do projeto, contemplando o âmbito técnico, ambiental, social e econômico. Com tal estudo é possível determinar se o projeto é ou não viável diante de cada fator analisado.

A viabilidade técnica é fundamental, pois com ela se obtém conhecimento sobre os recursos e competências necessárias para o desenvolvimento do projeto.

A viabilidade ambiental será a mesma para todos os cenários, visto que não há mudanças significativas entre um cenário e outro, o que conseqüentemente refletirá de maneira mais afetiva na análise econômica.

### 9.1 VIABILIDADE TÉCNICA

Para que o projeto de intervenções ambientais, nas áreas de gestão de resíduos e otimização de água e energia, sejam considerados viáveis do ponto de vista técnico, foi necessário realizar uma análise na legislação, normas técnicas e resoluções vigentes. Após, se verificou o local de aplicação do projeto, analisando o modelo de produção, e levantando dados de geração de resíduos, consumo de água e de energia elétrica, também se verificou a parte estrutural, assim como a área útil.

Posteriormente a estas etapas, fez-se o plano de gerenciamento de resíduos, o dimensionamento do reservatório para coleta de água da chuva e aplicou-se a metodologia de Lumens para o projeto de iluminação eficiente.

Com essas considerações sustentou-se a viabilidade técnica do projeto.

## 9.2 VIABILIDADE AMBIENTAL E SOCIAL

A viabilidade ambiental se dá através da avaliação de todos os benefícios tangíveis e intangíveis do projeto, que levam em consideração desde benefícios econômicos aos sociais e ambientais.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos, oferece a empresa a garantia de que os resíduos gerados não sejam dispostos inadequadamente, evitando a contaminação do solo e da água. Além disso, o Plano dispõe de Ações para a redução da geração de resíduos classe I, contribuindo ainda mais com o meio ambiente, evitando a disposição destes em aterros sanitários industriais, ou para o coprocessamento.

O Plano de gerenciamento de resíduos da empresa é de obrigatoriedade da mesma, exigido na Lei Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). Sendo assim, o gestor cumpre com sua responsabilidade frente a leis e colabora com a conservação do meio ambiente, bem como oferecendo aos funcionários um local de melhor qualidade para trabalhar.

Com a doação dos resíduos têxteis para pessoas que utilizam esse resíduo como matéria prima para outro produto, a empresa proporciona indiretamente a geração de emprego e renda, evitando também gastos com tratamento e destinação final.

O plástico, papel e papelão enviados a reciclagem, também auxiliam com emprego e renda, além de colaborar com o meio ambiente, evitando que o material seja descartado de forma inadequada e volte para o processo produtivo, estimulando a reciclagem na região.

A doação de cones de plástico para escolas também exerce um papel social importante, pois assim a empresa auxilia, de forma indireta o município através de material para as atividades de recreação e aprendizagem.

A captação da água da chuva além de benefícios financeiros, é viável ambientalmente por não utilizar água potável da rede de distribuição, diminuindo a demanda da mesma.

Com a efficientização energética, a empresa auxilia na redução da demanda de energia elétrica, contribuindo assim para o meio ambiente.

Com a efficientização energética e o aproveitamento da água da chuva, a empresa passa a apresentar uma imagem de preocupação com o ambiente e o

desenvolvimento sustentável, trazendo reconhecimento e visibilidade com a diversificação no seu processo produtivo.

### 9.3 VIABILIDADE ECONÔMICA

Para análise de viabilidade econômica, foram considerados 3 cenários, com custos de implantação do projeto, bem como os custos de operação e manutenção ajustados pela mediana do valor do IGP-M (Índice Geral de Preços do Mercado) acumulado em cada ano, para os últimos 10 anos, sendo este valor em 7,19%.

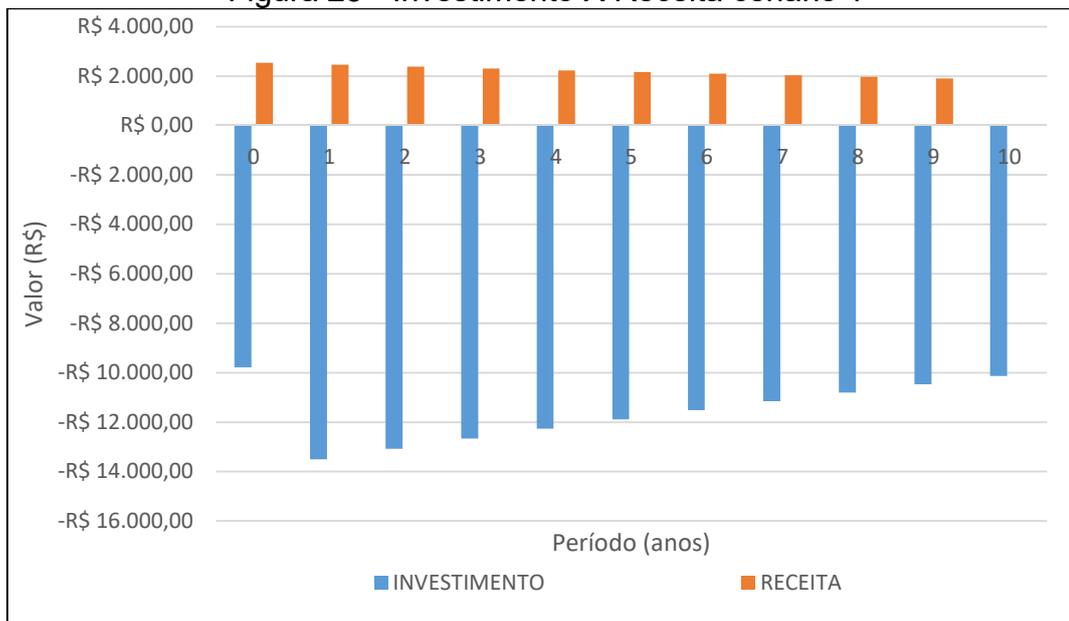
Para o cálculo do VPL (Valor Presente Líquido) utilizou-se a mediana dos valores acumulados da taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidação e de custódia), também para os últimos 10 anos, sendo o valor de 10,66%.

Os períodos analisados para os cenários foram em um horizonte de 10 anos e as planilhas completas com os dados estão apresentadas no Apêndice D.

#### 9.3.1 Cenário 1

O primeiro cenário conta com todas as intervenções do projeto, exceto o item 5.3.3 do Plano de gerenciamento de Resíduos, que corresponde as ações para minimização de resíduos. A Figura 25 apresenta os valores relacionados ao investimento e manutenção, bem como os valores de receita para um período de 10 anos. O valor considerado de faturamento, é equivalente aos benefícios da implantação da captação da água da chuva e da efficientização energética.

Figura 25 - Investimento X Receita cenário 1

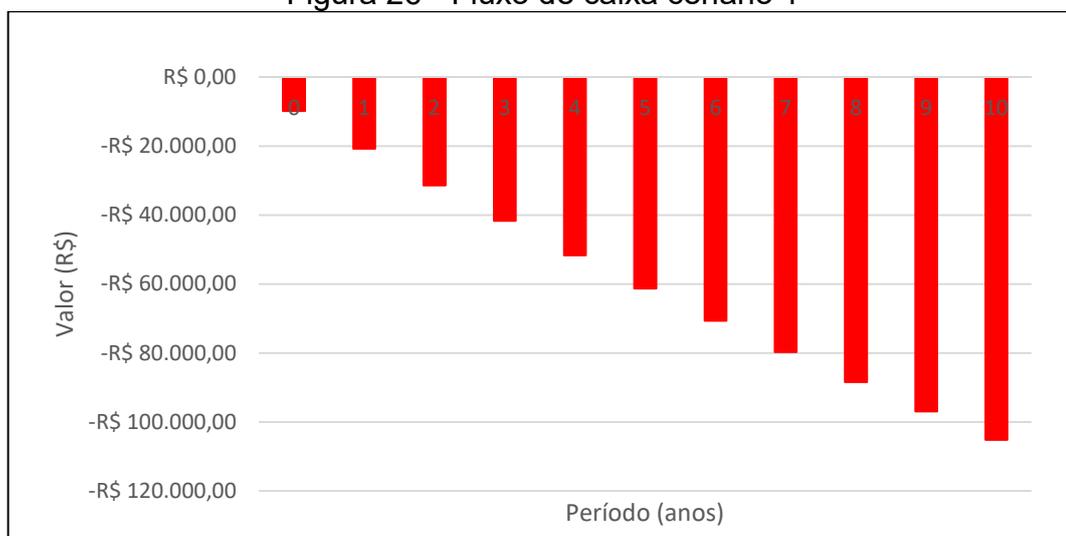


Fonte: o autor (2019).

No fluxo de caixa, que considera todos os gastos e as receitas que o projeto necessita, se percebe que os valores após a implementação são negativos, refletindo em saldo negativo no final de cada ano.

Dessa forma, o cenário 1 é considerado inviável economicamente, uma vez que ao final de 10 anos a empresa contara com uma dívida de R\$ 162.412,83. A Figura 26 apresenta o reflexo do fluxo de caixa no decorrer do tempo.

Figura 26 - Fluxo de caixa cenário 1



Fonte: o autor (2019).

A Tabela 18, apresenta um resumo da viabilidade econômica do cenário 1. Nela é possível verificar a Taxa Interna de Retorno (TIR), a Taxa de Lucratividade, o Valor Presente Líquido (VPL) e o tempo de retorno (anos), que confirma que o Cenário 1 não é viável.

Tabela 18 - Resumo da análise de viabilidade cenário 1

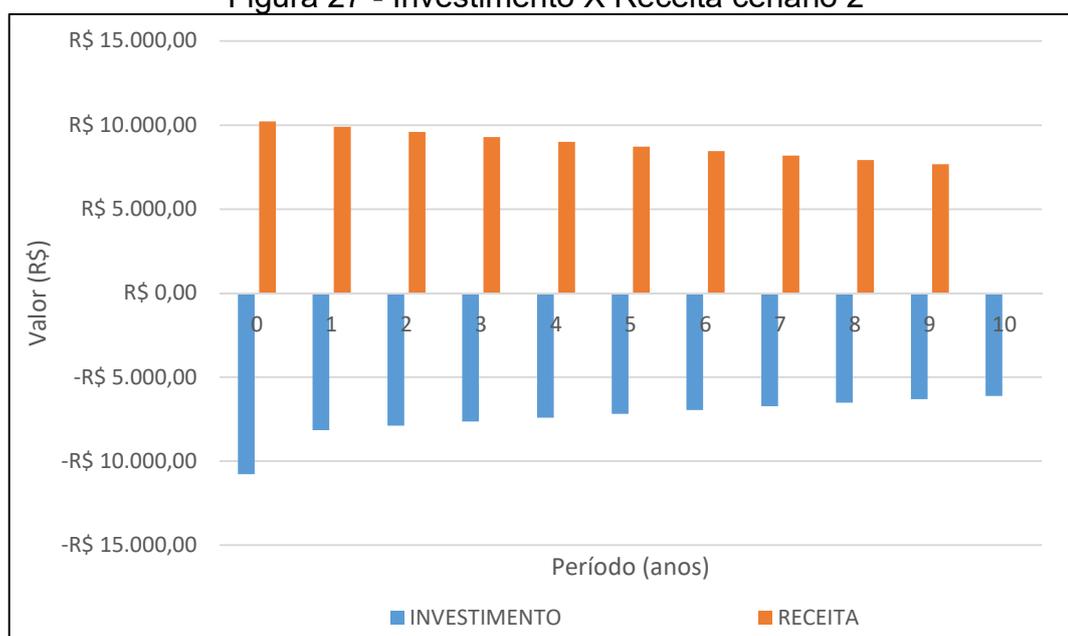
TIR	Taxa de Lucratividade	VPL	Tempo de retorno (anos)
0	0	R\$ -105.199,12	0

Fonte: o autor (2019).

### 9.3.2 Cenário 2

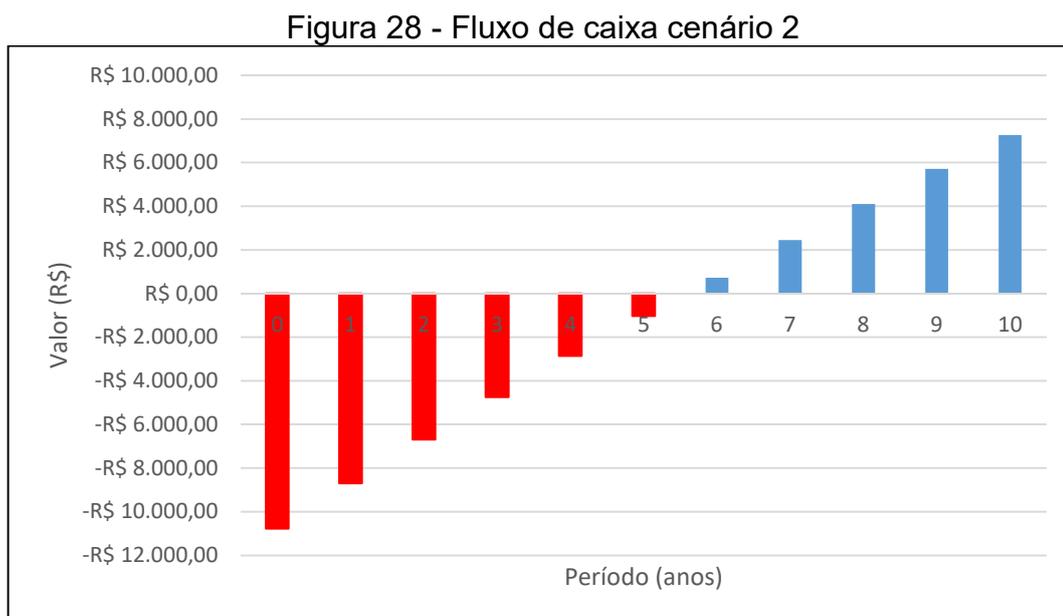
O cenário 2 apresenta a análise de viabilidade do projeto sem nenhuma exceção. A Figura 27 apresenta os valores relacionados ao investimento e manutenção, bem como os valores de receita para um período de 10 anos. Se considerou uma redução da geração de resíduos proveniente da serigrafia em 50%, através da implantação da técnica de transfer, proposta no Plano de gerenciamento de resíduos como programa de minimização da geração de resíduos (item 5.3.3).

Figura 27 - Investimento X Receita cenário 2



Fonte: o autor (2019).

No fluxo de caixa apresentado na Figura 28, se considera todos os gastos e as receitas do projeto, onde se percebe que os valores após a implementação são negativos nos primeiros 5 anos, a partir do sexto ano o saldo inverte e fica positivo, refletindo ao final de 10 anos uma economia de R\$ 7.624,17, dessa forma, o cenário 2 é considerado viável economicamente.



Fonte: o autor (2019).

A Tabela 19, apresenta um resumo da viabilidade econômica do cenário 2. Nela é possível verificar a Taxa Interna de Retorno (TIR) é de 11%, a Taxa de Lucratividade é maior que 1 indicando a viabilidade, o Valor Presente Líquido (VPL), sendo possível verificar um valor próximo a 7.300 reais, e o tempo de retorno em aproximadamente 5 anos e 6 meses.

Tabela 19 - Resumo da análise de viabilidade cenário 2

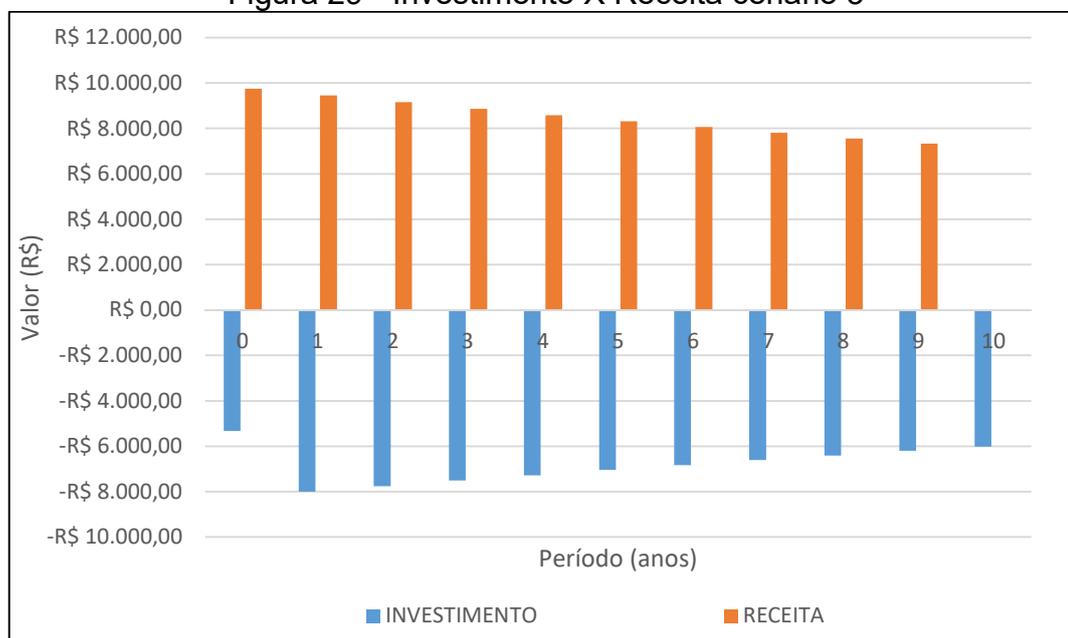
<b>TIR</b>	<b>Taxa de Lucratividade</b>	<b>VPL</b>	<b>Tempo de retorno (anos)</b>
11 %	1,67	R\$ 7.264,17	5,59

Fonte: o autor (2019).

### 9.3.3 Cenário 3

O cenário 3 apresenta a análise de viabilidade do projeto considerando somente a implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos e a eficiência energética. A Figura 29 apresenta os valores relacionados ao investimento e manutenção, bem como os valores de receita para um período de 10 anos. Se considerou uma redução da geração de resíduos proveniente da serigrafia em 50%, economizando com armazenamento e destinação final de resíduos uma quantia equivalente a R\$ 7.937,55/ano, através da implantação da técnica de transfer, proposta no Plano de gerenciamento de resíduos como programa de minimização da geração de resíduos (item 5.3.3), e uma redução de 65% do consumo de energia elétrica através da eficiência energética. O valor considerado de economia na fatura de energia elétrica foi baseado nas faturas da empresa, chegando ao valor de R\$ 2.134,86 reais por ano.

Figura 29 - Investimento X Receita cenário 3

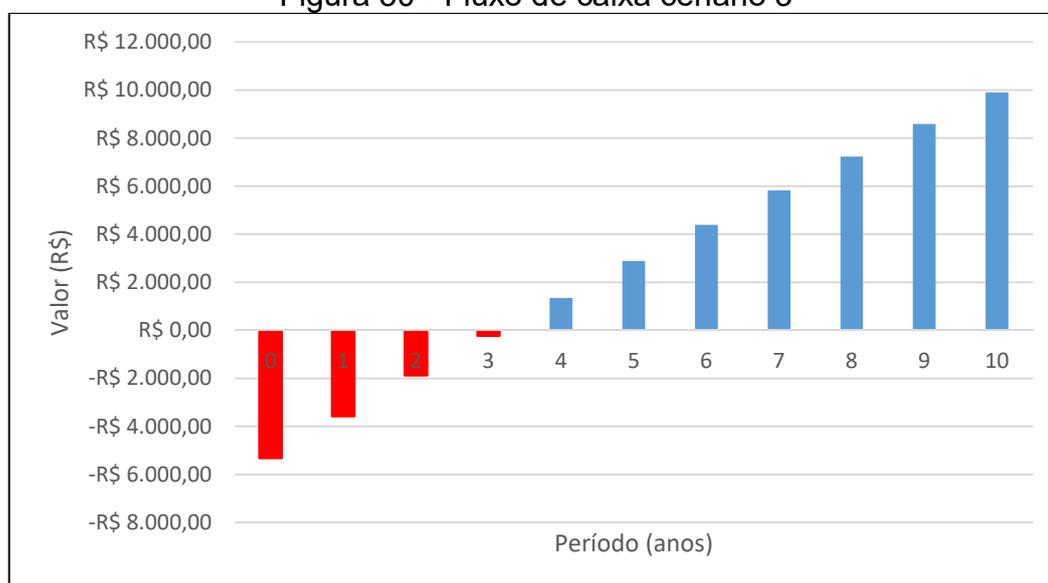


Fonte: o autor (2019).

O fluxo de caixa apresentado na Figura 30, considera todos os gastos e as receitas do projeto, onde se percebe que os valores após a implementação são negativos nos primeiros 3 anos, a partir do quarto ano o saldo inverte e fica positivo

refletindo ao final de 10 anos uma economia de R\$ 9.903,82, dessa forma, o cenário 3 é considerado viável economicamente.

Figura 30 - Fluxo de caixa cenário 3



Fonte: o autor (2019).

A Tabela 20, apresenta um resumo da viabilidade econômica do cenário 3. Nela é possível verificar a Taxa Interna de Retorno (TIR) é de 28%, a Taxa de Lucratividade é maior que 1 indicando a viabilidade do projeto, o Valor Presente Líquido (VPL), sendo possível verificar um valor próximo a 10 mil reais, e o tempo de retorno em aproximadamente 3 anos e 2 meses.

Tabela 20 - Resumo da análise de viabilidade cenário 3

TIR	Taxa de Lucratividade	VPL	Tempo de retorno (anos)
28 %	2,86	R\$ 9.903,82	3,15

Fonte: o autor (2019).

#### 9.4 CONSIDERAÇÕES DA ANÁLISE DE VIABILIDADE

De acordo com os dados observados anteriormente, tanto para análise de viabilidade técnica, ambiental, social e econômica, o projeto de intervenções ambientais para uma micro empresa do ramo de confecções se demonstra viável.

Quanto a análise de viabilidade ambiental e social, não existe a necessidade de separação por cenários, visto que o princípio de ambos é o mesmo, salvo algumas alterações que não interferem significativamente em termos ambientais.

Considerando os diversos benefícios tangíveis e intangíveis do projeto após a implementação, os aspectos negativos perdem valor, tornando o projeto viável tanto social quanto ambientalmente.

Quanto a análise de viabilidade técnica, é possível verificar, considerando os cenários 2 e 3 que o tempo de retorno é de 5 e 3 anos respectivamente, levando em consideração que as intervenções tem uma vida útil superior a 10 anos. Assim o projeto é também viável economicamente.

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geração de resíduos na indústria de confecções, a necessidade da utilização de água para processos intermediários, e o consumo de energia elétrica, são demandas relativamente altas. A busca por tecnologias para a redução do consumo e geração deve ser cada vez mais intensa, visando a melhoria do processo e a economia de recursos.

A empresa apresenta uma geração de resíduos classe I mensal de 117 kg e 5,55 m<sup>3</sup>, devido ao processo de serigrafia. O Plano de Gerenciamento de Resíduos, além de ser uma exigência da lei, é uma ferramenta de controle para a empresa, com o objetivo de orientar a mesma, sobre como os resíduos devem ser armazenados e para onde devem ser destinados, conforme as normas citadas neste projeto.

A otimização do uso da água e da energia elétrica, além de proporcionar economia financeira para a empresa, ainda auxilia o meio ambiente na redução da demanda dos recursos naturais.

O cenário 1 é considerado pessimista economicamente, pois a empresa tem um acréscimo nos gastos anuais e a receitas proveniente das propostas de melhorias é baixa quando comparadas. Avaliando ambientalmente e socialmente, o cenário é bom, visto que otimiza recursos e gera empregos indiretos.

O cenário 2 é considerado viável em todos os aspectos. Porém, o tempo de retorno é superior a 5 anos, devido ao projeto de captação da água da chuva ter um custo elevado, e a economia financeira ser relativamente baixa.

O cenário 3, apresenta um tempo de retorno de 3 anos, porém, exclui a captação da água da chuva, sendo uma escolha ambientalmente insatisfatória, visto que a água é um recurso natural, e precisa ser preservada. Economicamente é o melhor cenário.

Visto todos os pós e contras, sugere-se que a empresa implante o cenário 3 (Plano de Gerenciamento de Resíduos e eficiência energética), e após estabilizado o saldo em caixa, complementado com a captação da água da chuva, para assim dispor de benefícios ambientais e sociais mais significativos, reforçando o compromisso com o comportamento ético e sustentável.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Resíduos sólidos: Classificação**. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11.174: Armazenamento de resíduos classes II: não inertes e III: inertes**. Rio de Janeiro. 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.235: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos**. Rio de Janeiro. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527: Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: Requisitos**. Rio de Janeiro. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.844: Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro. 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.413: Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro. 1992.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Água na indústria: uso e coeficientes técnicos**. Rio de Janeiro. 2017.

AKYOL, Abdurrahman. **Treatment of paint manufacturing wastewater by electrocoagulation**. Desalination, Turkey, v. 285, p. 91-99, 2012.

ALÉSIO, Rosana González; RIBEIRO, Flávio de Miranda. **Guia Técnico Ambiental da Indústria Gráfica**. São Paulo. Empresas do Setor Gráfico, 2003.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **A sua conta de luz por sua conta**. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/asuacontadeluz.pdf> > Acesso em: 10 jun. 2019

ANNECCHINI, K. P. **Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória**. 2005. Dissertação (Mestrado em engenharia ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005. Disponível em: <[http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese\\_6582\\_VERS%C3O%20final%20-%20Karla%20Ponzo.PRN.pdf](http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6582_VERS%C3O%20final%20-%20Karla%20Ponzo.PRN.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2019.

AQUINO, R. R. B. et al. **Eficientização energética em métodos de controle de vazão**. In: **VIII Conferência Internacional de Aplicações Industriais**. Poços de Caldas. 2008.

ARAUJO, W. C.; FONTANA, M. E. **Proposta de estruturação do problema da destinação dos efluentes do polo têxtil de Pernambuco**. XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Porto de Galinhas – PE, agosto, 2015.

ASHBY, M. F.; JOHNSON, K. **Materials and design : the art and science of material selection in product design**. Oxford: Elsevier Butterworth Heinemann, 2002.

BARBOSA, Daniele de O.; WITTMANN, Giselen Cristina Pascotto; LUZ, Maíra da Costa Pedro Nogueira da. **Guia Técnico Ambiental da Indústria Gráfica**. São Paulo. CETESB e SINDIGRAF, 2009.

BAPTISTA, Sofia Galvão; CUNHA, Murilo Bastos da. **Estudo de usuários: visão global dos métodos de coleta de dados**. Perspectivas em ciência da informação, v. 12, n. 2, p. 168-184, 2007.

BASSANESI, Karine; BARRETO, Douglas. **Parâmetros de controle da qualidade da água de chuva-revisão para uso em edificações**. IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, Porto Alegre, 2014.

BDMEP. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. **Dados Históricos: Precipitação total no estado do Rio Grande do Sul**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> >. Acesso em 19 jun. 2019.

BRASIL. **Balanco energético nacional 2009** – Ano base 2008. Rio de Janeiro: Empresa de pesquisa energética, 2009. 48p.

BRASIL. **Lei Nº 12.305, 02 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, 03/08/2010. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm) >. Acesso em: 23 abr. 2019.

BRASIL. **Lei Nº 9.433, 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, de 08/01/1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 275, de 25 de abril de 2001**. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informais para coleta seletiva. Publicação DOU nº 117 – E, de 19 de junho de 2001, Seção 1, página 80.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 313, de 22 de novembro de 2002**. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Publicação DOU nº 226, de 22/11/2002, págs. 85-91.

CISNEROS, Rosario López; ESPINOZA, Abel Gutarra; LITTER, Marta I. **Photodegradation of an azo dye of the textile industry**. Chemosphere, Elsevier. Peru, v. 48, n. 4, p. 393-399. 2002.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Uso da água no setor industrial Brasileiro**. Brasília: CNI, 2013. 31p.

COLOTTA, G. Salas. **Tratamiento físico-químico de aguas residuales de la industria textil**. Revista Peruana de Química e Ingeniería Química. Lima, v. 5, n. 2, p. 73-80, 2003.

CORSAN – COMPANHIA RIOGRADENSE DE SANEAMENTO. **Central de serviços**. Porto Alegre. CORSAN: 2019. Disponível em: <<https://servicos.corsan.com.br/#/>>. Acesso em: 19 jun. 2019.

D'ARAUJO, Maria Celina Organizadora; FARIAS, Ignez Cordeiro de Organizadora; HIPOLITO, Lucia Organizadora. **IPEA 40 anos: uma trajetória voltada para o desenvolvimento**. 2005.

DA SILVA, Cesar Ricardo Câmara; DESCHAMPS, Eduardo; PÉRES, Adriano. **Eficiência Energética Na Indústria**. Conferência Brasileira sobre Energia Elétrica, v.1. At Blumenau, Brasil, V2009

DE FÁTIMA WOLKMER, Maria; PIMMEL, Nicole Freiburger. **Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental**. Sequência: estudos jurídicos e políticos, v. 34, n. 67, p. 165-198, 2013.

ELETROBRÁS. PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA – PROCEL. **Orientações Gerais para Conservação de Energia**. Rio de Janeiro, 2009.

EMBALSANTOS. **Soluções em embalagens**. Disponível em: <<https://www.embalsantos.pt/produto/big-bag-simples/>>. Acesso em: 19 jun. 2019.

EMPLASUL. **Bombonas plásticas**. Disponível em: <<http://emplasul.com.br/categoria-produto/bombonas-plasticas/novas-homologadas/>>. Acesso em: 19 jun. 2019

ERSOY, Lillian A. **Uma experiência de arte se transformou em algo mais**. SPLEIS. 2018. Disponível em: <<https://hei.spleis.no/et-hobbyprosjekt-som-ble-motivet-til-spleis-og-kunst-p%C3%A5-kontoret-ee423c6e4ea1>>. Acesso em: 27 maio 2019.

FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. **Manual de Utilização das Águas Pluviais**. Curitiba, Livraria do Chain Editora, p. 167, 2002.

FERSI, Cheima; GZARA, Lassaad; DHAHBI, Mahmoud. **Treatment of textile effluents by membrane technologies**. Desalination. Tunisie. v. 185, n. 1-3, p. 399409, 2005.

FORTLEV. **Caixas d'água de polietileno**. Disponível em: < <https://www.fortlev.com.br/produto/caixa-dagua-de-polietileno-2/>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

FORTINO, Patrícia Carneiro; TESSARO, Isabel Cristina; FERRIS, Liliana Amaral. **Pós-Tratamento de efluente Têxtil usando coagulação/floculação combinado com processos de separação por membranas**. In: Seminário do Programa de Pósgraduação em Engenharia Química, 9., 2010, Porto Alegre. Oktoberforum. Porto Alegre: UFRGS, 2010. p. 1-5.

GALBIATI, Adriana Farina. O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem. **SILVA**, p. 7-8, 2001.

GÊNISIS. **Fichas de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ)**. Disponível em: < <https://genesistintas.com.br/produtos/>>. Acesso em: 26 jun 2019.

GOOGLE EARTH. Disponível em: < <https://www.google.com.br/earth/>>. Acesso em: 19 jun. 2019.

HAGEMANN, Sabrina Elicker; GASTALDINI, Maria do Carmo Cauduro. **Variation of rainwater quality with precipitation: application to Santa Maria city-RS**. RBRH, v. 21, n. 3, p. 525-536, 2016.

HASSEMER, Maria Eliza Nagel; SENS, Maurício Luiz. **Tratamento do efluente de uma indústria têxtil: Processo físico-químico com ozônio e coagulação/floculação**, 2002. Instituto nacional de meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 10 jun 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico**. 2010. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/nova-bassano/panorama>>. Acesso em: 23 abr. 2019.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados históricos**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 19 jun. 2019.

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

JENSEN, Emely; SCHNEIDER, Eduardo Luis. O processo serigráfico e suas possibilidades criativas na impressão. Revista Liberato, v. 16, n. 25, 2015.

LUBMIX. Disponível em: < <https://www.lubmix.com.br/blog/2017/06/29/o-melhor-reservatorio-ibc-de-1000-litros-em-polietileno-do-brasil-custoxbeneficio-lubmix-indica/>>. Acesso em: 19 jun. 2019.

MANGIAPELO, Leonardo Bruno Santos. **Avaliação da eficiência energética em sistemas de iluminação predial = estudo de casos em dois hipermercados na cidade de Campo Grande - MS**. 2012. 201 p. Dissertação (mestrado) -

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo., Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/258777>>. Acesso em: 01 Jun. 2019.

MARTINS, Maria Paula de Souza. **Inovação tecnológica e eficiência energética**. Monografia de Pós-graduação MBA em energia elétrica, Instituto de Economia-UFRJ, 1999.

MAROUN, Christianne Arraes. **Manual de Gerenciamento de Resíduos: Guia de procedimento passo a passo**. ISBN: 2ª ed. Rio de Janeiro, 2006.

MATTAR, Maurício da Silva; COSTA, Helber Barcellos da; BELISÁRIO, Marciela. **Emprego de bioadsorventes na remoção de corantes de efluentes provenientes de Indústrias Têxteis**. Revista Analytica, São Paulo, n. 60, p. 2-6, ago./set./2012

MATUCHEVSKI, Karine. **Desempenho ambiental: estudo de caso em uma indústria gráfica**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8039/KARINE%20MATUCHEVSKI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 24 abr. 2019.

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MESACASA, Andréia. **A indústria de confecção do vestuário do município de Pato Branco: aspectos de desenvolvimento, gestão, design, e proposta de reaproveitamento dos resíduos têxteis**. 2012. 279 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2012.

MIERZWA, José Carlos; HESPANHOL, Ivanildo. **Água na indústria: uso racional e reuso**. 1 ed. Rio de Janeiro, RJ: Oficina de Textos, 2005. 144 p.

**O Uso Racional da Água no Setor Industrial**. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/7/o-uso-racional-da-agua-no-setor-industrial/>>. Acesso em: 24 abr. 2019.

PAMPONET, Bruno. **Sublimação ou SILK? Transferência ou Serigrafia? Entenda as vantagens e desvantagens de cada processo**, 2017. Disponível em: <<https://www.brunopamponet.com/blog-mundo-estampado/author/Bruno-Pamponet>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

PINTO, Danilo Pereira; OLIVEIRA, E. J.; BRAGA, Henrique Antônio Carvalho. **A disciplina de eficiência energética do curso de Engenharia Elétrica da UFJF**. In: COBENGE-Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, XXIX. Anais. 2001.

PINTO, Rafael Adaime et al. **Projeto e implementação de lâmpadas para iluminação de interiores empregando diodos emissores de luz (LEDs)**. 2008.

QUEIROZ, Marluce Teixeira Andrade et al. **Gestão de resíduos na indústria têxtil e sua relação com a qualidade da água: estudo de caso**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 8, n. 15, p. 114-135, 2016.

REGULAMENTADORA, Norma. NR 17. Ergonomia. **Segurança e medicina do trabalho**, v. 70, p. 321-334, 1990.

RGE. SUL DISTRIBUIDORA GAÚCHA DE ENERGIA S/A. **Histórico de consumo**. Disponível em: < <https://www.cpfl.com.br/atendimento-a-consumidores/produtos-e-servicos/Paginas/historico-de-consumo.aspx>>. Acesso em: 19 jun. 2019.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei Nº 14.528, 16 de abril de 2014**. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Publicada no DOE nº 074, de 17 de abril de 2014. Disponível em: < <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/LEI%2014.528.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2019.

RIO GRANDE DO SUL. **PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO RIO GRANDE DO SUL**. PERS, 2014. Disponível em: < <http://www.pers.rs.gov.br/> > Acesso em: 24 abr. 2019.

ROCHA, Afrânio Cosmo Gonçalves da. Eficientização energética em prédios públicos: um desafio aos gestores municipais frente aos requisitos de governança e sustentabilidade. **FGV Periódicos científicos e revistas**, São Paulo.2012.

ROSA, Leonardo Cunha et al. **Sistema CAD/CAM de bordado industrial e protótipo de bordadeira CNC**. 1988.

SENAI, RS. **Programa de Produção mais Limpa; documento geral**. Porto Alegre, UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL. SENAI, 2003. 68 p. il. (Série Manuais de Produção mais Limpa). Site institucional. Disponível em: <[www.senairs.org.br/cntl](http://www.senairs.org.br/cntl)>. Acesso em: 04 mai. 2019.

SINAP - **Sistema Nacional de Preços e índices para Construção Civil**. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em 10 out. 2019.

SINDUSCON - **Sindicato das Indústrias da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul**. Disponível em: < <http://www.sinduscon-rs.com.br/produtos-e-servicos/pesquisas-e-indices/cub-rs/>>. Acesso em 10 out. 2019.

TECNOTRI. **Novas possibilidades em plástico**. Disponível em: < <https://cisternas.tecnotri.com.br/produto/smart-filtro-8-litros-tecnotri/>>. Acesso em 19 jun. 2019.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. **Matriz energética brasileira: uma prospectiva**. Rio de Janeiro: EPE, 2007.

TOMAZ, PLINIO. **Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2ª ed. São Paulo: Navegar, 2003. 180 p

TWARDOKUS, Rolf Guenter et al. **Reuso de água no processo de tingimento da indústria têxtil**. 2004.

UCHIMURA, Marcelo S. **SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS – SBRT: Dossiê técnico: serigrafia**. Instituto de Tecnologia do Paraná. 2007. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTY3>>. Acesso em: 25 maio 2019.

VALLE, José Alexandre Borges; PINHEIRO, Adilson; FERRARI, Adilvo. **Captação e avaliação da água de chuva para uso industrial**. Revista de Estudos Ambientais, v. 9, n. 2, p. 62-72, 2007.

VERMA, Akshaya Kumar; DASH, Rajesh Roshan; BHUNIA, Puspendu. **A review on chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters**. Journal of Environmental Management, India, v. 93, n. 1, p. 154168, 2012.

VIGIAGUA - **Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigiagua>>. Acesso em: 10 out. 2019.

WEISE, Andreas D.; HORNBERG, Ricardo André. **Gestão de energia em edifícios**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz de Iguaçu, Proceedings... Foz de Iguaçu: ENEGEP, 2007.

WARD, J. DANIEL, E. **Benefits Management, Delivering Value from IS and IT Investments**. John Wiley & Sons, Chichester, UK, 2006.

WESTBROOK, L. **Qualitative research methods: a review of major stages, data analysis techniques and quality controls**. Library & Information Science Research, v. 16, n. 3, p. 241-254, 1994.

ZONATTI, Welton Fernando et al. **Reciclagem de resíduos do setor têxtil e confeccionista no Brasil: panorama e ações relacionadas**. Sustentabilidade em Debate, v. 6, n. 3, p. 50-69, 2015.



## APÊNDICE A - PRANCHAS DO PROJETO

## APÊNDICE B - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 1.1. Materiais para acondicionamento de resíduos

Os resíduos sólidos e líquidos devem ser acondicionados adequadamente até a coleta, tratamento e destinação final, sendo assim, foi proposto a aquisição de bombonas, “Big Bags” e tanques e a utilização correta das lixeiras que a empresa possui.

- 1.1.1. As bombonas devem ser constituídas de polietileno, com tampa removível, e capacidade para 50 Litros e 200 Litros.
- 1.1.2. As “Big Bags” comportam 1,5 m<sup>3</sup> de resíduo e devem ser confeccionadas de rafia de polietileno apresentando alta resistência e fácil manuseio.
- 1.1.3. Os tanques para o acondicionamento dos resíduos líquidos devem ser de polietileno, do modelo reservatório container IBC com palete em aço. A capacidade de armazenamento é de 1000 mL, sendo ideal para o transporte terrestre de produtos perigosos e corrosivos, como é o caso da empresa.
- 1.1.4. A tubulação de interligação (cuba de lavagem para o tanque de acondicionamento) é de 50 mm e constituído em PVC.
- 1.1.5. O resíduo orgânico do banheiro deve ser acondicionado em lixeira com saco plástico cinza (15 litros), aproveitando o material que a empresa já possui.
- 1.1.6. O resíduo reciclável do escritório e da sala de bordado deve ser armazenado em lixeira com saco plástico azul (15 litros), aproveitando o que a empresa já possui.
- 1.1.7. As lâmpadas queimadas e o toner de impressora, devem ser armazenadas na própria embalagem, sem custo para a empresa.

### 1.2. Armazenamento

- 1.2.1. O armazenamento temporário dos resíduos sólidos e líquidos, deve ocorrer na central de armazenamento de resíduos, o local conta com 16 m<sup>2</sup> de área. O local deve ser ventilado, coberto e com piso impermeável. A empresa já possui uma área com estas características, aonde será reorganizado o *layout* pela própria empresa, não necessitando de obras.

Os resíduos sólidos devem ser depositados nas bombonas e na “Big Bag” localizadas nesta área, os resíduos líquidos devem permanecer nos tanques.

### 1.3. Contratação de serviços

A coleta dos resíduos é realizada por empresas terceirizadas e licenciadas e pela coleta seletiva municipal.

- 1.3.1. Os resíduos classe I, após acondicionados e armazenados, seguiram para o tratamento através do coprocessamento (resíduos sólidos) e tratamento físico-químico (resíduos líquidos), com empresas terceirizadas devidamente licenciadas para transporte, tratamento e destinação final.
- 1.3.2. Alguns dos resíduos classe II A não inertes, devem ser doados para escolas para recreação, ou para pessoas físicas, como matéria prima para confecção de panos, sem custos para a empresa.
- 1.3.3. Os metais (classe IIA) devem ser destinados a empresas licenciadas que reciclam este tipo de material, sem custos para a empresa.
- 1.3.4. As lâmpadas seguirão a logística reversa, e os cartuchos de impressora devem ser enviados para recarga.

### 1.4. Proposta de novas técnicas de estamperia

Para reduzir o consumo de água e a geração de resíduos sólidos e líquidos de classe I, sugere-se a empresa a adquirir o equipamento de transfer, que necessita de uma impressora de tinta e papel especial.

- 1.4.1. Prensa plana térmica 38x38 cm, sublimática (transfer), marca kelter.
- 1.4.2. Impressora sublimática L3110 com perfil de cor.
- 1.4.3. Papel transfer para camiseta A4, tecidos claros bright 100 folhas.

## 2. Especificações técnicas para captação de águas pluviais

Para reduzir o consumo de água potável proveniente do abastecimento público, foi proposto um projeto para captação da água da chuva para usos não potáveis e para uso no processo de serigrafia.

- 2.1. Deve ser adquirido um reservatório com capacidade para 10 m<sup>3</sup>, constituído de polietileno.

- 2.2. Para a ligação das calhas ao reservatório, deve ser instalado tubos de PVC de 50 mm e 75 mm, joelho, registros, luvas, redutores, boias, adaptadores, e um filtro auto-limpante para remoção de impurezas grosseiras.
- 2.3. A empresa já possui calhas que estão instaladas no perímetro do telhado para coleta e escoamento da água da chuva.
- 2.4. Anualmente deve ocorrer a limpeza do reservatório conforme o Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA) por empresa terceirizada.

### 3. Especificações técnicas para substituição das lâmpadas

Para diminuir o consumo de energia elétrica, foi proposto um projeto de iluminação eficiente, com o intuito de trocar as lâmpadas tubulares fluorescentes por lâmpadas LED.

- 3.1 Devem ser instaladas a lâmpada tubular LED T8 de 18W e 5.940 lúmens, por empresa terceirizada capacitada para esta demanda.

### 4. Equipamentos de proteção individual (EPI)

A utilização de EPI'S é de extrema importância, tanto no processo produtivo quando no manuseio dos resíduos gerados. Este item abrange todos os equipamentos de proteção individual que a empresa precisa.

- 4.1 Os equipamentos de proteção individual utilizados no processo produtivo devem ser: avental de tecido, óculos de segurança incolor, protetor auricular e luvas anti corte (usada no setor de corte do tecido).

Os EPI'S utilizados na serigrafia e no manuseio dos resíduos classe I e classe II devem ser: avental em PVC, touca descartável, respirador para solventes orgânicos, luvas látex sintético nitrílico azul, calçado de segurança com biqueira de aço e óculos de segurança incolor.

## APÊNDICE C - ORÇAMENTOS

Com o auxílio do SINAP (Sistema Nacional de Preços e Índices para Construção Civil) e do SINDUSCON - Custo Unitário Básico, as Tabelas 21, 22 e 23 apresentam os orçamentos contendo os custos de implantação e operação do projeto.

As Tabelas 21 e 22 descrevem todos os itens, exceto o item 1.4 das especificações técnicas que corresponde ao programa de minimização de resíduos descrito no item 5.3.3 do Plano de gerenciamento de Resíduos.

Tabela 21 - Orçamento de implantação total

(continua)

<b>CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO</b>					
Item	Serviço	Unidade	Custo unitário (R\$)	Quant.	Custo total (R\$)
<b>1.</b>	<b>Especificações técnicas para gerenciamento de resíduos</b>				
1.1	<i>Materiais para acondicionamento de resíduos</i>				
1.1.1	Bombonas de 200 Litros	un.	331,55	2	663,10
1.1.1	Bombonas de 50 Litros	un.	130,00	2	260,00
1.1.2	Big Bags com capacidade para 1,5 m <sup>3</sup>	un.	54,00	6	324,00
1.1.3	Tanque com capacidade para 1000 Litros	un.	250,00	6	1.500,00
1.1.4	Tubulação 50mm	m	8,21	2	16,42
1.1.4	Joelho 90°	un.	180,00	2	360,00
	Investimento com gerenciamento de resíduos				3.123,52
1.2.	<i>Armazenamento</i>				
1.2.1	Central de armazenamento de resíduos	un.	0	1	0
	Total para gerenciamento de resíduos				3123,52
<b>2.</b>	<b>Especificações técnicas para captação de águas pluviais</b>				
2.1	Reservatório de 10.000 Litros	m <sup>3</sup>	2.799,00	1	2.799,00
2.2	Tubulação 50 mm	m	8,21	3	24,63
2.2	Tubulação 75 mm	m	9,81	2	19,62
2.2	Joelho 90°	un.	180,00	2	360

						(conclusão)
2.2	Registro	un.	550,00	2		1100
2.2	Luva	un.	12,00	2		24
2.2	Redutores	un.	3,50	2		7
2.2	Adaptador flange para caixa da água	un.	207,00	2		414
2.2	Chave de nível com boia flutuante	un.	35,00	2		70
2.2	Filtro auto-limpante	un.	433,65	1		433,65
2.2	Mão de obra (1 Instalador hidráulico)	hora	8,04	24		192,96
2.3	Calhas	-	-	-		0
Total para captação de águas pluviais						5.444,86
<b>3. Especificações técnicas para substituição das lâmpadas</b>						
3.1	Lâmpadas LED T8 de 18W	un.	15,20	68		1.033,60
3.1	Mão de obra (1 eletricista)	hora	7,76	24		186,24
Total para substituição das lâmpadas						1.219,84
<b>TOTAL</b>						<b>9.788,22</b>

Fonte: o autor (2019).

Tabela 22 - Orçamento de operação e manutenção do cenário 2

(continua)

<b>CUSTOS DE OPERAÇÃO</b>					
<b>Especificações técnicas para gerenciamento de resíduos</b>					
Item	Serviço	Unidade	Custo unitário (R\$)	Quant.	Custo total (R\$)
1.3.	<i>Contratação de serviços – custos de operação</i>				
1.3.1	Coprocessamento**	t	250,00	502	125,50
1.3.1	Tratamento físico-químico**	m <sup>3</sup>	200,00	66,60	13.320,00
1.1.5	Saco plástico cinza (pacote com 50 un.)**	un.	6,90	1	6,90
1.1.6	Saco plástico azul ((pacote com 50 un.)**	un.	8,90	1	8,90
1.3.2.	Doação	Kg	0	-	0
1.3.3	Sucateiros	kg	0	-	0
1.3.4	Logística reversa	un.	0	-	0
Contratação de serviços externos					13.461,30

(conclusão)

2					
<b>Especificações técnicas para captação de águas pluviais</b>					
2.4	Limpeza do reservatório	un.	150,00	1	150,00
	Manutenção do reservatório				150,00
3.					
<b>Especificações técnicas para substituição das lâmpadas</b>					
3.1	Lâmpadas LED T8 de 18W**	un.	15,20	5	76,00
	Manutenção das lâmpadas				76,00
4.					
<b>Equipamento de proteção individual</b>					
4.1	Avental para corte e costura (confeccionado pela própria empresa)**	un.	0	9	0
4.1/4.2	Óculos de segurança incolor **	un.	2,62	9	23,58
4.1	Protetor auricular (caixa com 50 pares)**	un.	33,94	1	33,94
4.1	Luvas anti corte **	pares	17,58	2	35,16
4.2	Avental em PVC para serigrafia **	un.	6,27	2	12,54
4.2	Touca descartável(pacote com 100 un.)**	un.	6,20	1	6,20
4.2	Respirador para solventes orgânicos **	un.	4,30	10	43
4.2	Luvas látex sintético nitrílico azul (pacote com 100 un.)**	un.	22,90	1	22,90
4.2	Calçado de segurança com biqueira de aço**	pares	37,00	2	74
	Total para equipamentos de proteção individual				251,32
<b>TOTAL</b>					<b>13.938,62</b>

\*\*quantidade depende da demanda

Fonte: o autor (2019).

A Tabela 23 apresenta o orçamento do Plano de Gerenciamento de Resíduos (item 5.3.3), considerando a implantação das técnicas de redução de resíduos (item 1.4 das especificações técnicas), com redução da geração em 50%.

Tabela 23 - Orçamento de implantação e operação do cenário 3

<b>CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO</b>					
<b>Item</b>	<b>Serviço</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo unitário (R\$)</b>	<b>Quant.</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
<b>1.</b>	<b>Especificações técnicas para gerenciamento de resíduos</b>				
1.1	<i>Materiais para acondicionamento de resíduos</i>				
1.1.1	Bombonas de 200 Litros	un.	331,55	2	663,10
1.1.1	Bombonas de 50 Litros	un.	130,00	2	260,00
1.1.2	Big Bags com capacidade para 1,5 m <sup>3</sup>	un.	54,00	3	162
1.1.3	Tanque com capacidade para 1000 Litros	un.	250,00	3	750
1.1.4	Tubulação 50mm	m	8,21	2	16,42
1.1.4	Joelho 90°	un.	180,00	2	360,00
1.2.	<i>Armazenamento</i>				
1.2.1	Central de armazenamento de resíduos	un.	0	1	0
1.4.	<i>Proposta de novas técnicas de estampa</i>				
1.4.1	Transfer	un.	879,99	1	879,99
1.4.2	Impressora	un.	1.018,50	1	1.018,50
				<b>Total</b>	<b>4.110,01</b>
<b>CUSTO DE OPERAÇÃO</b>					
1.3.	<i>Contratação de serviços – custos de operação</i>				
1.3.1	Coprocessamento**	t	250,00	251	62,75
1.3.1	Tratamento físico-químico**	m <sup>3</sup>	200,00	33,30	6.660,00
1.1.5	Saco plástico cinza (pacote com 50 un.)**	un.	6,90	1	6,90
1.1.6	Saco plástico azul ((pacote com 50 un.)**	un.	8,90	1	8,90
1.3.2.	Doação	Kg	0	-	0
1.3.3	Sucateiros	kg	0	-	0
1.3.4	Logística reversa	un.	0	-	0
1.4.	<i>Proposta de novas técnicas de estampa</i>				
1.4.3	Papel de transfer (pacote 500 folhas) **	un.	119,90	10	1.199,00
				<b>Total</b>	<b>7.937,55</b>

\*\*quantidade depende da demanda

Fonte: o autor (2019).

### APÊNDICE D - CÁLCULOS DA ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

CENÁRIO 1							
Período (anos)	Investimento	Redução de custos/receita	FVP	Custos VP	Receitas VPL	Fluxo de caixa de VPL	Saldo em caixa
0	-R\$ 9.788,22			-R\$ 9.788,22		-R\$ 9.788,22	-R\$ 9.788,22
1	-R\$ 14.940,81	R\$ 2.805,92	0,90	-R\$ 13.501,54	R\$ 2.535,63	-R\$ 10.965,92	-R\$ 20.754,14
2	-R\$ 16.015,05	R\$ 3.007,67	0,82	-R\$ 13.078,17	R\$ 2.456,12	-R\$ 10.622,06	-R\$ 31.376,19
3	-R\$ 17.166,53	R\$ 3.223,92	0,74	-R\$ 12.668,07	R\$ 2.379,10	-R\$ 10.288,98	-R\$ 41.665,17
4	-R\$ 18.400,81	R\$ 3.455,72	0,67	-R\$ 12.270,84	R\$ 2.304,50	-R\$ 9.966,34	-R\$ 51.631,51
5	-R\$ 19.723,82	R\$ 3.704,19	0,60	-R\$ 11.886,06	R\$ 2.232,23	-R\$ 9.653,82	-R\$ 61.285,33
6	-R\$ 21.141,97	R\$ 3.970,52	0,54	-R\$ 11.513,34	R\$ 2.162,24	-R\$ 9.351,11	-R\$ 70.636,44
7	-R\$ 22.662,08	R\$ 4.256,00	0,49	-R\$ 11.152,31	R\$ 2.094,43	-R\$ 9.057,88	-R\$ 79.694,32
8	-R\$ 24.291,48	R\$ 4.562,00	0,44	-R\$ 10.802,61	R\$ 2.028,76	-R\$ 8.773,85	-R\$ 88.468,17
9	-R\$ 26.038,04	R\$ 4.890,01	0,40	-R\$ 10.463,87	R\$ 1.965,14	-R\$ 8.498,73	-R\$ 96.966,89
10	-R\$ 27.910,17	R\$ 5.241,60	0,36	-R\$ 10.135,75	R\$ 1.903,52	-R\$ 8.232,23	-R\$ 105.199,12
Total:				-R\$ 127.260,78	R\$ 22.061,66	-R\$ 105.199,12	-R\$ 657.465,50

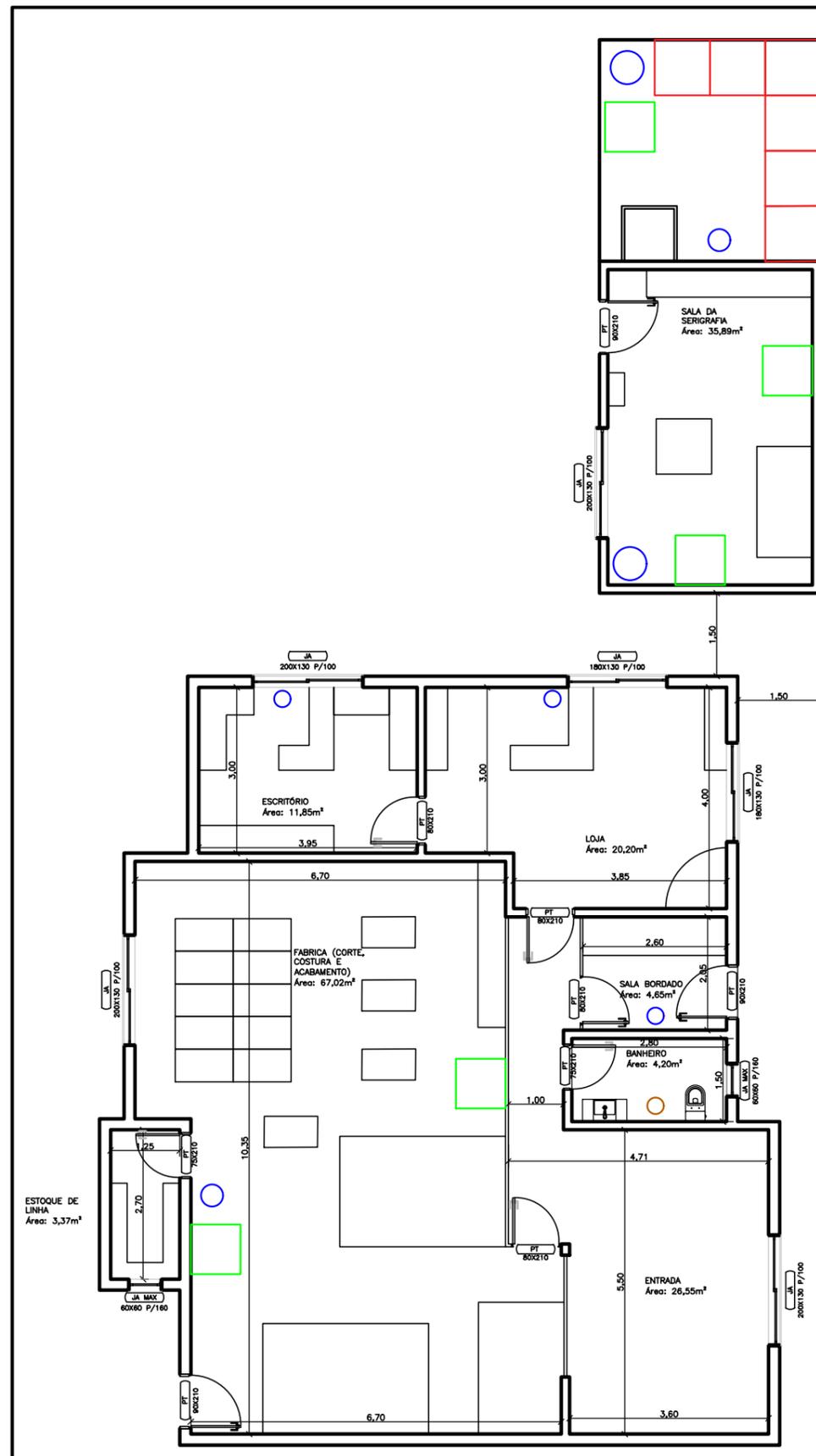
Fonte: o autor (2019).

CENÁRIO 2							
Período (anos)	Investimento	Redução de custos/receitas	FVP	Custos VP	Receitas VPL	Fluxo de caixa de VPL	Saldo em caixa
0	-R\$ 10.774,71			-R\$ 10.774,71		-R\$ 10.774,71	-R\$ 10.774,71
1	-R\$ 9.019,90	R\$ 11.314,18	0,90	-R\$ 8.151,00	R\$ 10.224,28	R\$ 2.073,27	-R\$ 8.701,44
2	-R\$ 9.668,43	R\$ 12.127,67	0,82	-R\$ 7.895,41	R\$ 9.903,67	R\$ 2.008,26	-R\$ 6.693,18
3	-R\$ 10.363,59	R\$ 12.999,65	0,74	-R\$ 7.647,83	R\$ 9.593,12	R\$ 1.945,29	-R\$ 4.747,89
4	-R\$ 11.108,73	R\$ 13.934,33	0,67	-R\$ 7.408,01	R\$ 9.292,30	R\$ 1.884,29	-R\$ 2.863,60
5	-R\$ 11.907,45	R\$ 14.936,21	0,60	-R\$ 7.175,72	R\$ 9.000,92	R\$ 1.825,20	-R\$ 1.038,40
6	-R\$ 12.763,60	R\$ 16.010,12	0,54	-R\$ 6.950,71	R\$ 8.718,68	R\$ 1.767,97	R\$ 729,57
7	-R\$ 13.681,30	R\$ 17.161,25	0,49	-R\$ 6.732,75	R\$ 8.445,28	R\$ 1.712,53	R\$ 2.442,10
8	-R\$ 14.664,98	R\$ 18.395,14	0,44	-R\$ 6.521,63	R\$ 8.180,46	R\$ 1.658,83	R\$ 4.100,93
9	-R\$ 15.719,40	R\$ 19.717,75	0,40	-R\$ 6.317,13	R\$ 7.923,94	R\$ 1.606,81	R\$ 5.707,74
10	-R\$ 16.849,62	R\$ 21.135,46	0,36	-R\$ 6.119,04	R\$ 7.675,47	R\$ 1.556,43	R\$ 7.264,17
Total:				-R\$ 81.693,95	R\$ 88.958,12	R\$ 7.264,17	-R\$ 14.574,70

Fonte: o autor (2019).

CENÁRIO 3							
Período (anos)	Investimento	Redução de custos/receita	FVP	Custos VP	Receitas VPL	Fluxo de caixa de VPL	Saldo em caixa
0	-R\$ 5.329,85	-	-	-R\$ 5.329,85	-	-R\$ 5.329,85	-R\$ 5.329,85
1	-R\$ 8.859,11	R\$ 10.796,62	0,90	-R\$ 8.005,71	R\$ 9.756,57	R\$ 1.750,86	-R\$ 3.578,99
2	-R\$ 9.496,08	R\$ 11.572,89	0,82	-R\$ 7.754,67	R\$ 9.450,63	R\$ 1.695,96	-R\$ 1.883,03
3	-R\$ 10.178,85	R\$ 12.404,98	0,74	-R\$ 7.511,50	R\$ 9.154,28	R\$ 1.642,78	-R\$ 240,25
4	-R\$ 10.910,71	R\$ 13.296,90	0,67	-R\$ 7.275,96	R\$ 8.867,23	R\$ 1.591,26	R\$ 1.351,01
5	-R\$ 11.695,19	R\$ 14.252,95	0,60	-R\$ 7.047,81	R\$ 8.589,17	R\$ 1.541,37	R\$ 2.892,38
6	-R\$ 12.536,08	R\$ 15.277,74	0,54	-R\$ 6.826,81	R\$ 8.319,84	R\$ 1.493,03	R\$ 4.385,41
7	-R\$ 13.437,42	R\$ 16.376,21	0,49	-R\$ 6.612,74	R\$ 8.058,95	R\$ 1.446,22	R\$ 5.831,63
8	-R\$ 14.403,57	R\$ 17.553,66	0,44	-R\$ 6.405,38	R\$ 7.806,25	R\$ 1.400,87	R\$ 7.232,49
9	-R\$ 15.439,19	R\$ 18.815,76	0,40	-R\$ 6.204,52	R\$ 7.561,46	R\$ 1.356,94	R\$ 8.589,43
10	-R\$ 16.549,27	R\$ 20.168,62	0,36	-R\$ 6.009,97	R\$ 7.324,36	R\$ 1.314,39	R\$ 9.903,82
Total:				-R\$ 74.984,91	R\$ 84.888,73	R\$ 9.903,82	R\$ 29.154,05

Fonte: o autor (2019).



TANQUE PARA RESÍDUOS LÍQUIDOS



BOMBONAS



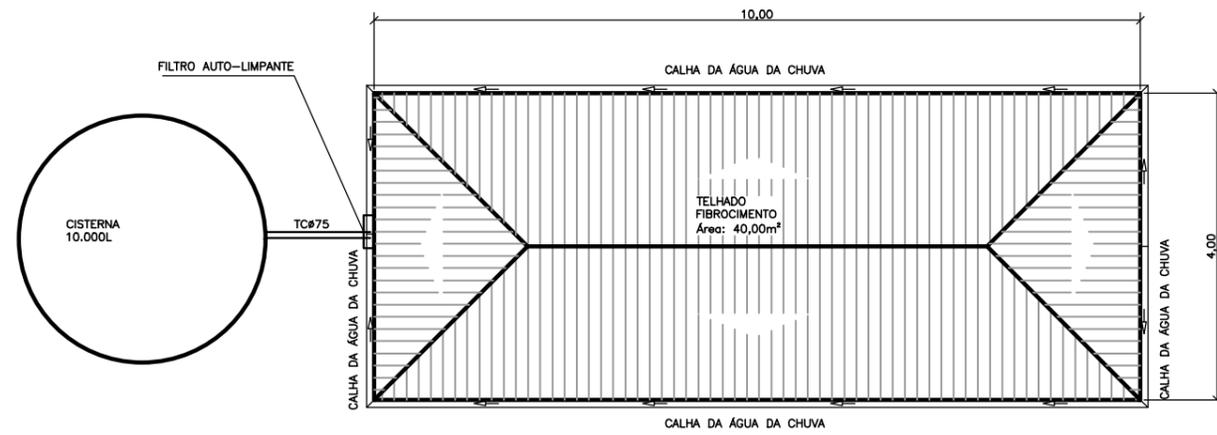
BIG BAG



LEGENDAS

-  BOMBONAS DE 50 LITROS E 200 LITROS
-  LIXEIRA PARA REJEITOS (15 L)
-  BIG BAG'S (1,5 m³)
-  TANQUE PARA RESÍDUOS LÍQUIDOS (1000 L)

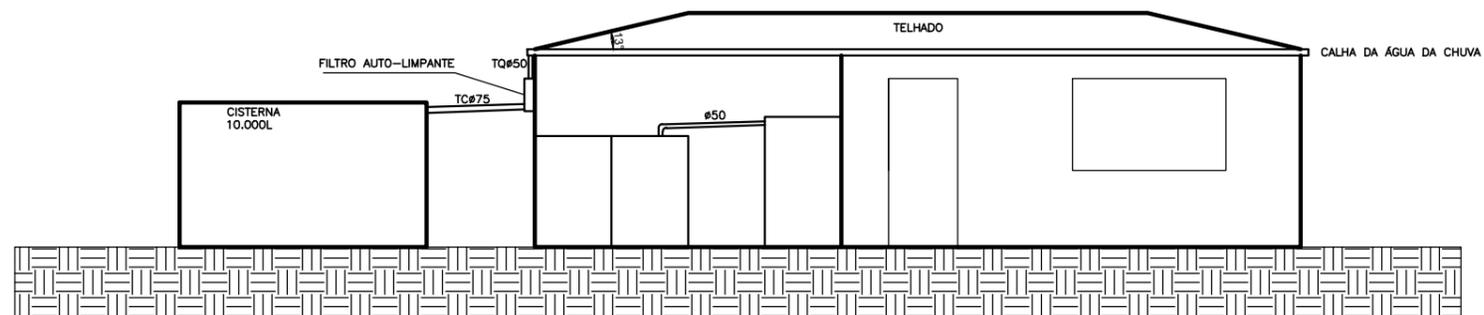
INSTITUIÇÃO <b>UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL</b>		DATA <b>DEZ/2019</b>
DISCIPLINA <b>TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO</b>	PROFESSOR <b>NEIDE PESSIN</b>	FOLHA <b>A3</b>
ALUNA <b>TAMIRIS DE SANTI</b>		UNIDADE <b>Metros</b>
ASSUNTO <b>DISTRIBUIÇÃO DO ARMAZENAMENTO DOS RESÍDUOS</b>		PRANCHA <b>01</b>
PROJETO <b>PROJETO ACONDICIONAMENTO E ARMAZENAMENTO</b>		



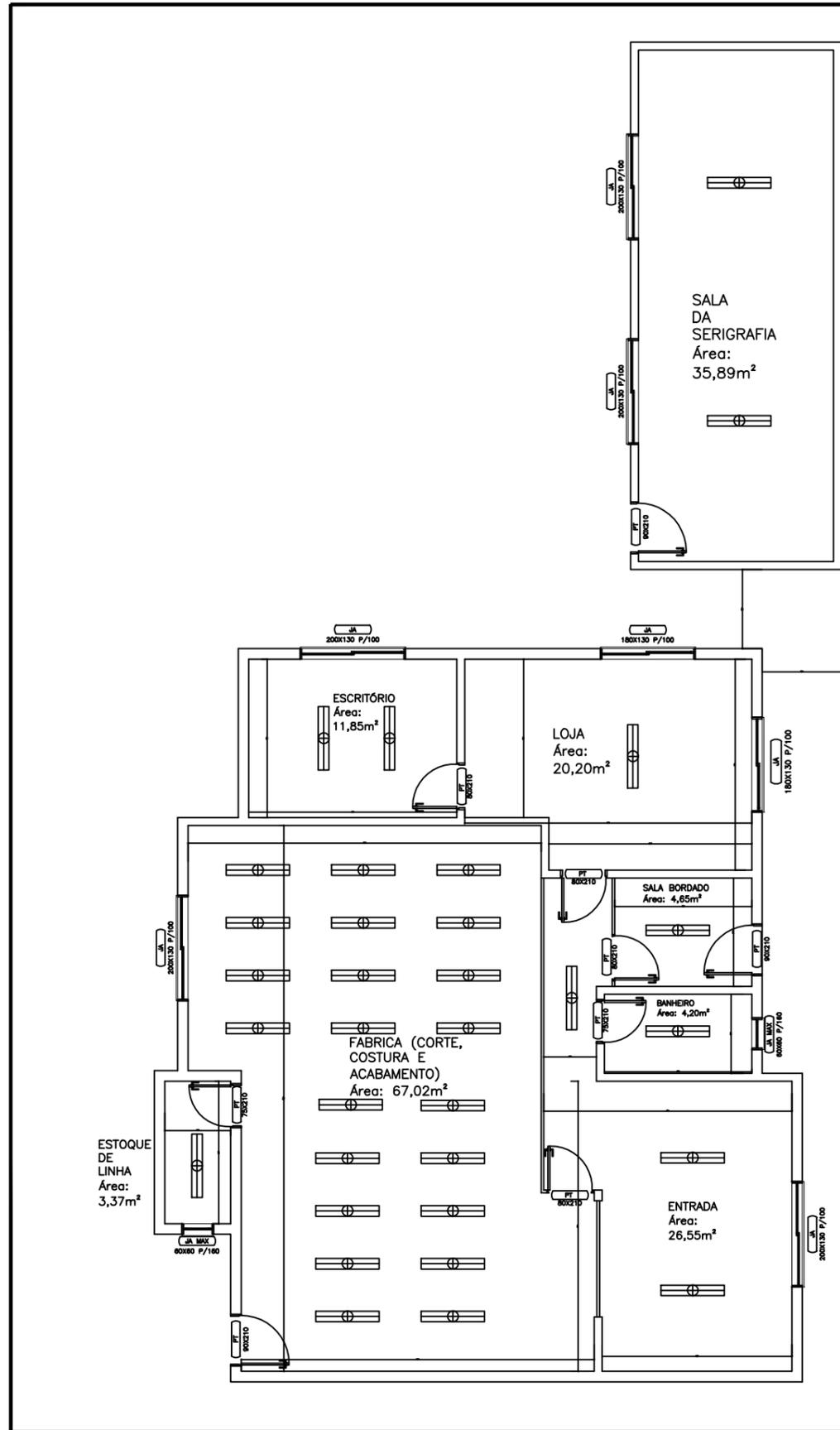
DETALHE DA CISTERNA DE 10.000L



DETALHE DO FILTRO AUTO-LIMPANTE



INSTITUIÇÃO UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL		DATA DEZ/2019
DISCIPLINA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	PROFESSOR NEIDE PESSIN	FOLHA A3
ALUNA TAMIRIS DE SANTI		UNIDADE Metros
ASSUNTO CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL		PRANCHA <b>02</b>
PROJETO PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS		



INSTITUIÇÃO UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL		DATA DEZ/2019
DISCIPLINA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	PROFESSOR NEIDE PESSIN	FOLHA A3
ALUNA TAMIRISDESANTI		UNIDADE Metros
ASSUNTO DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE LUZ		PRANCHA <b>03</b>
PROJETO PROJETO DE ILUMINAÇÃO EFICIENTE		