

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LUIZ FELIPE KAMURA ANDRADE

**MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS EM UMA EMPRESA DE LAVANDERIA
INDUSTRIAL TÊXTIL**

MEDIANEIRA

2023

LUIZ FELIPE KAMURA ANDRADE

**MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS EM UMA EMPRESA DE LAVANDERIA
INDUSTRIAL TÊXTIL**

MINIMIZING WASTE IN AN INDUSTRIAL TEXTILE LAUNDRY COMPANY

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Orientador: Dr. Fábio Orssatto

Coorientador: Dra. Juliana Bortolini R. Mees

MEDIANEIRA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho licenciado para fins não comerciais, desde que atribuam a Autoria própria o devido crédito e que licenciam as novas criações sob termos idênticos.

FOLHA DE APROVAÇÃO



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Medianeira



LUIZ FELIPE KAMURA ANDRADE

MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS EM UMA EMPRESA DE LAVANDERIA INDUSTRIAL TÊXTIL

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Tecnologias Ambientais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologias Ambientais.

Data de aprovação: 13 de Março de 2023

Dr. Fabio Orssatto, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Alice Jacobus De Moraes, Doutorado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná (Ifpr)

Dra. Giovana Clarice Poggere, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 13/03/2023.

AGRADECIMENTOS

A Realização desta pós graduação foi um desafio muito grande, e certamente um grande passo para o crescimento acadêmico. Agradeço aos Doutores Professores Dr. Fábio Orssatto e Dra. Juliana Bortolini R. Mees, os quais com muita paciência me guiaram por esta trajetória. Agradeço também a UTFPR campus Medianeira que em meio a pandemia ofereceu todo o suporte e remodelagem do curso para a conclusão. Aos familiares e apoiadores, deixo registrado os meus sinceros agradecimentos.

A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.

(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de elaborar medidas para propor soluções de minimização de impactos e geração de resíduos em uma empresa do tipo Lavanderia Industrial Têxtil, tendo em vista que este tipo de indústria gera um elevado grau de agentes poluidores devido à natureza de suas atividades. Para criar uma boa dinâmica e melhorar a interpretação dos dados, aplicou-se um método matemático para o apontamento do grau de necessidade de minimização de cada tipo de resíduo gerado durante os processos. Para tornar o modelo matemático eficaz, foi necessário realizar o levantamento “*in loco*” de todos os processos que ocorrem dentro da indústria de estudo, detalhadamente, assim como, a quantidade e tipos de insumos que são utilizados em cada um dos processos. Após a coleta, organização e análise dos dados, foram definidos os resíduos com o maior grau de necessidade de minimização, propondo-se assim alguns métodos para minimizar a geração dos refugos. Na etapa final desta pesquisa, foi selecionado um dos métodos de minimização apresentados, e aplicado na prática nos processos realizados na empresa de estudo, com isso pode-se acompanhar de maneira transparente e real os resultados obtidos com os métodos de minimização de resíduos selecionados e aplicados. Como resultado final, observou-se que os métodos aplicados dentro dos processos da empresa em questão, apresentaram uma redução de até 30% no uso da matéria prima sendo que a reciclagem interna destes produtos é considerada um fator essencial para se obter esses resultados, tendo como principal foco de redução o insumo estopa contaminadas com produtos químicos. Nota-se uma redução considerável no uso de todos os insumos e geração de resíduos através de medidas de minimização de resíduos simples e de curto prazo de aplicabilidade. Conclui-se que é possível a redução ou minimização de resíduos através de estudos aplicados aos processos específicos da empresa, levando-se em consideração diferentes aspectos dos processos, sendo assim possível optar pelo método de minimização de resíduos que mais se adéqua aos procedimentos da empresa em estudo, e que supra as necessidades de acordo com os objetivos e necessidades da mesma, tanto no âmbito financeiro quanto no operacional.

Palavras-chave: agentes poluidores; método de redução de resíduos; processos industriais

ABSTRACT

This work was developed with the aim of developing measures to propose solutions to minimize impacts and waste generation in a company of the Industrial Textile Laundry type, considering that this type of industry generates a high degree of polluting agents due to the nature of its activities. activities. To create a good dynamic and improve the interpretation of the data, a mathematical method was applied to indicate the degree of need to minimize each type of waste generated during the processes. In order to make the mathematical model effective, it was necessary to carry out an “*in loco*” survey of all the processes that occur within the industry under study, in detail, as well as the quantity and types of inputs that are used in each of the processes. After collecting, organizing and analyzing the data, the residues with the greatest need for minimization were defined, thus proposing some methods to minimize their generation. In the final stage of this research, one of the presented minimization methods was selected, and applied in practice in the processes carried out in the study company, with this it is possible to follow in a transparent and real way the results obtained with the selected waste minimization methods and applied. As a final result, it is observed that the methods applied within the processes of the company in question showed a reduction of up to 30% in the use of raw material and that the internal recycling of these products is considered an essential factor to obtain these results, having as main focus of reduction the burlap intake contaminated with chemicals. A considerable reduction in the use of all waste in sum and generation is noted through simple waste minimisation measures and short-term applicability. It is concluded that it is possible to reduce or minimize waste through studies applied to specific processes of the company, taking into account different aspects of the processes, thus being possible to opt for the method of minimizing waste that best appropriates the procedures of the company under study, and that meets the needs according to the objectives and needs of the same, both in the financial and operational spheres.

Key Words: polluting agents; waste reduction method; industrial process

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma do processo de lavagem de jeans	9
Figura 2-Hierarquia de geração de resíduos.....	12
Figura 3 - Esquema de representação de aplicação de medidas de prevenção	13
Figura 4- Fluxograma Lavanderia Industrial Têxtil.....	14
Figura 5- Oportunidades para minimização de resíduos.....	21
Figura 6- Fluxograma processo de tingimento.....	23
Figura 7- Fluxograma processo de lavagem.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Levantamento e caracterização de insumos	28
Tabela 2 - Quantificação dos resíduos gerados	29
Tabela 3 - Classificação de resíduos.....	30
Tabela 4 - Ordem de Priorização dos Resíduos	30
Tabela 5 - Sistema de Logística Reversa Implantados	34
Tabela 6 - Cronograma de ações para aplicação do método de minimização	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2.	OBJETIVO GERAL.....	7
2.1	Objetivo específico	7
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
3.2	Minimização de resíduos.....	11
4.	MATERIAL E MÉTODOS	14
4.2	Levantamento e caracterização de resíduos	15
4.3	Priorização dos resíduos.....	15
4.4	Proposição de medidas de minimização	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.2	Levantamento e caracterização de resíduos	27
5.3	Priorização de resíduos	29
5.4	Proposição de medidas de minimização	31
5.5	Aplicação prática do método de minimização de resíduos	35
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
	REFERÊNCIAS	41
	ANEXO A –LISTA DE CONTROLE DE PRODUTOS DA EMPRESA.....	45

1. INTRODUÇÃO

Os processos industriais apresentaram um elevado crescimento nos últimos anos por variados motivos, entre esses destacam-se, a alta competitividade entre as indústrias, o aumento da demanda de consumo devido o crescimento populacional e a necessidade de novos produtos que acompanham a evolução do atual mercado. Os resíduos gerados durante os processos e serviços de indústrias do tipo lavanderia industrial têxtil podem gerar um alto índice de poluição ambiental, assim como danos a saúde humana se não forem corretamente descartados. Esse tipo de indústria utiliza muita água em seus processos, causando conseqüentemente uma geração elevada de efluentes contaminados, os quais devem ser tratados adequadamente para reduzir os riscos seus riscos.

Há uma grande necessidade das indústrias em encontrar maneiras de reduzir a geração de resíduos sólidos e efluentes de seus processos, para tornar estes processos mais limpos e sustentáveis e atender as legislações atuais. Existem várias metodologias que podem ser aplicadas quando se trata de redução da geração de resíduos industriais, uma delas é a minimização dos efluentes líquidos dos processos industriais.

De acordo com o contexto apresentado, os processos adotados em lavanderias industriais têxteis apresentam como consequência, resíduos que podem ter um elevado grau de contaminantes devido a sua natureza.

Há uma grande diversificação de técnicas de minimização de resíduos, as quais podem ser aplicadas a distintos tipos de processos e atividades, assim sendo, levando-se em consideração os níveis de resíduos poluidores gerados pela atividade de empresas do tipo lavanderias industriais têxteis, observa-se a importância da realização de um estudo que aborde este tipo de indústria associando-o com as técnicas de minimização de resíduos.

2. OBJETIVO GERAL

Elaborar e propor medidas de minimização de resíduos em uma empresa do tipo Lavanderia Industrial têxtil.

2.1 Objetivo específico

Descrever os processos que ocorrem dentro de uma empresa do tipo Lavanderia Industrial Têxtil;

Indicar os pontos de geração de resíduos e identificar os resíduos produzidos;

Definir os resíduos prioritários com maior necessidade de minimização através de um método matemático, e apontar oportunidades e sugestões de minimização ou reaproveitamento à empresa;

Aplicar, nos processos de boas práticas operacionais e na redução e reciclagem de insumos, as propostas de minimização elaboradas para os resíduos de maior prioridade.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Lavanderia industrial têxtil

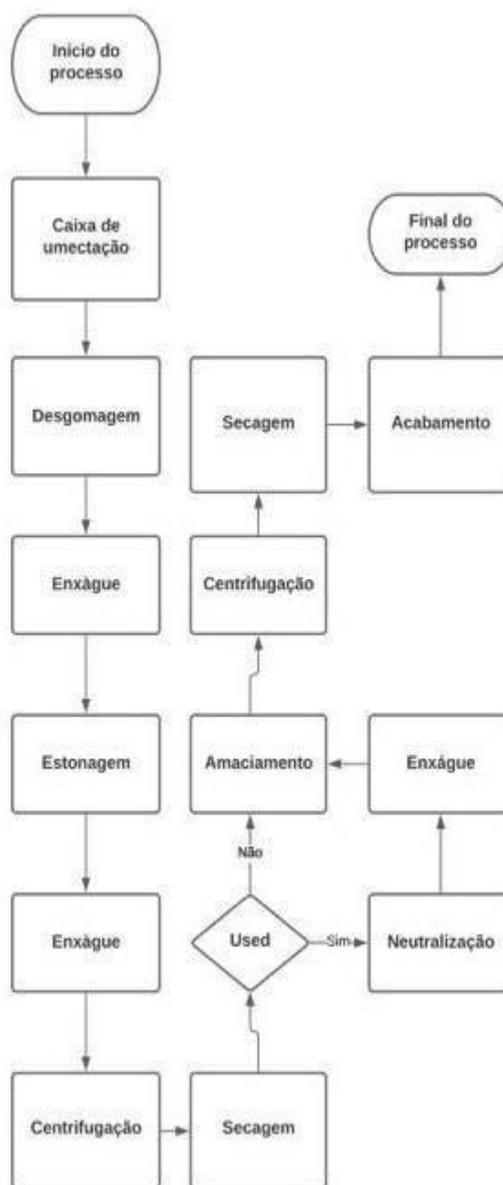
As empresas do tipo Lavanderia Industrial Têxtil trabalham com segmento de lavagem de roupas novas ou usadas, domésticas ou industriais, algumas destas empresas realizam também o processo de tingimento de peças influem diretamente como setor têxtil (BUSS *et al.* 2015).

Uma lavanderia industrial têxtil trabalha geralmente em parceria com empresas que confeccionam peças de roupas e tem como trabalho principal o jeans. Este tipo de industria visa efetuar alterações nas peças de roupas, trabalhando a parte estética das mesmas (Bermudes *et al.* 2017). Existem 23 mil lavanderias ativas no Brasil, sendo consideradas apenas as que vendem serviços especificamente de lavanderia, esse número não contabiliza as lavanderias internas tais como de hotéis, hospitais, casas de detenção entre outros (ANEL, 2022). De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Têxtil ABIT (2020), o Brasil é a maior cadeia têxtil do ocidente.

O processo de lavagem e secagem de roupas consiste em realizar alavagem das peças e é finalizado com o processo de passagem a ferro de vapor. O processo realizado se trata do do tingimento de roupas, este é um pouco mais complexo que o de lavagem e secagem pois trabalha com a aplicação de produtos químico e suas diferentes etapas.

Souza, Areas e Pertel (2011) apresentam um estudo onde descrevem o fluxograma de um processo de lavagem de jeans de uma indústria do tipo lavanderia industrial, de acordo com a figura 1 observa-se as etapas deste processo, onde destacam-se as fases de enxague, uma vez que grande parte dos efluente que necessitam de tratamento são gerados nesta etapa:

Figura 1 – Fluxograma do processo de lavagem de jeans



Fonte: Souza, Areas e Pertel (2011)

3.1.1 Geração de resíduos e efluentes

De acordo com Souza, *et al.* (2014) os resíduos gerados em uma indústria do tipo lavanderia têxtil, além de utilizarem grandes quantidades de água, são portadoras de grande carga poluidora, uma vez que aproximadamente 90 % dos seus componentes são eliminados como efluentes após o processo, podendo ainda gerar materiais tóxicos e recalcitrantes, dificultando ainda mais o seu tratamento. Os

materiais gerados podem possuir grande quantidade de sólidos suspensos, pH flutuante e um valor considerável de metais pesados (SOUZA, *et al.* 2014).

Outro resíduo importante gerado durante os processos é o lodo têxtil, o qual provém dos processos de tratamento de efluentes das empresas do tipo lavanderia industrial têxtil. A classificação do lodo de acordo com as Normas Técnicas ABNT (10.004/2004) pode sofrer alterações de acordo com a sua composição, por este motivo deve ser realizado uma análise periódica do mesmo (RIBEIRO, *et al.* 2019).

O efluente gerado em uma indústria de Lavanderia Têxtil, pode apresentar uma ampla variação na sua composição devido aos vários tipos de produtos químicos que são utilizados durante todos os processos.

O consumo médio de água de uma lavanderia vai depender muito do porte da empresa e da produção diária, também deve se levar em consideração a sazonalidade diária, semanal e mensal de produção. De acordo com um estudo realizado por Resende (2012) a cada 1 quilograma de tecido produzido são necessários 80 litros de água. As lavanderias do tipo têxtil geram uma média de 50m^3 de resíduos por hora, em uma indústria de médio porte, registrando assim um alto consumo de água e geração de resíduos durante os processos.

De acordo com Machado, *et al.* (2015) uma lavanderia que opera oito horas por dia, de segunda a sexta-feira e aos sábados 4 horas, ou seja, 44 horas semanais, gasta em média 25m^3 de água em dias de semana e $12,5\text{m}^3$ de água aos sábados, isto representa uma média de 3,125 hora. Totalizando as 44 horas semanais representa um gasto $137,5\text{m}^3$ de água se tratando de uma indústria de pequeno porte.

Os efluentes gerados por uma este tipo de indústria, apresentam em sua composição em sua grande maioria alta alcalinidade e corrosividade, grandes quantidades de sabões e detergentes, óleos, graxas e corantes, além de apresentarem uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de 2 a 5 vezes maiores do que a encontrada em esgotos domésticos (BUSS, *et al.* 2015).

Assim sendo a DBO de uma indústria têxtil medida pode possuir até 298 mg/L, já a DQO pode apresentar 900 mg/L (RAMOS, *et al.* 2020). Além disso de acordo com o mesmo autor própria o pH dos efluentes deste tipo de indústria pode apresentar variação entre 7,5 a 8,4.

Os efluentes líquidos gerados nestes processos não podem ser despejados diretamente nos corpos da água ou esgotos devido a sua alta carga poluidora gerada

pela aplicação dos componentes químicos de seus processos, os lodos gerados por estas empresas também devem ser tratados conforme legislação pois se enquadram na categoria de resíduos sólidos assim como as embalagens e estopas conforme disposto pela norma citada anteriormente (ABNT, 2004).

De acordo com Fernandes (2010) os processos realizados em uma lavanderia industrial têxtil para tingimento de peças são:

- Enxague;
- Estonagem;
- Alvejamento;
- Cationização;
- Tingimento;

Alguns desses processos não se aplicam na lavagem simples. De acordo com Santos, *et al.* (2020) pode se verificar os principais insumos gerados em uma indústria do tipo lavanderia industrial têxtil, os quais são: detergente, amaciante, metabissulfito, abrasivo, permanganato e um corante Blue Black Leve 303. O corante é variável dependendo da cor que é definida.

Já o processo de enxague consiste na lavagem das peças com água limpa, geralmente utilizando-se de máquinas específicas para enxágue. O processo de estonagem consiste em realizar um ciclo de lavagem adicionando pedras de abrasão ou estopas, para que estes sejam esfregados nas peças deixando-as mais maleáveis para manuseio. O alvejamento ocorre a preparação das peças para o tingimento, ou seja, são eliminadas as impurezas para que o tingimento ocorra com uma maior eficiência. O tingimento é a etapa onde ocorre a aplicação dos corantes nas peças de acordo com as cores desejadas.

3.2 Minimização de resíduos

De acordo com um estudo elaborado por Melo, Souza e Chagas (2019) para o desenvolvimento sustentável ocorrer, deve-se levar em consideração a hierarquia da geração de resíduos sólidos, representado pela figura 2.

Figura 2-Hierarquia de geração de resíduos



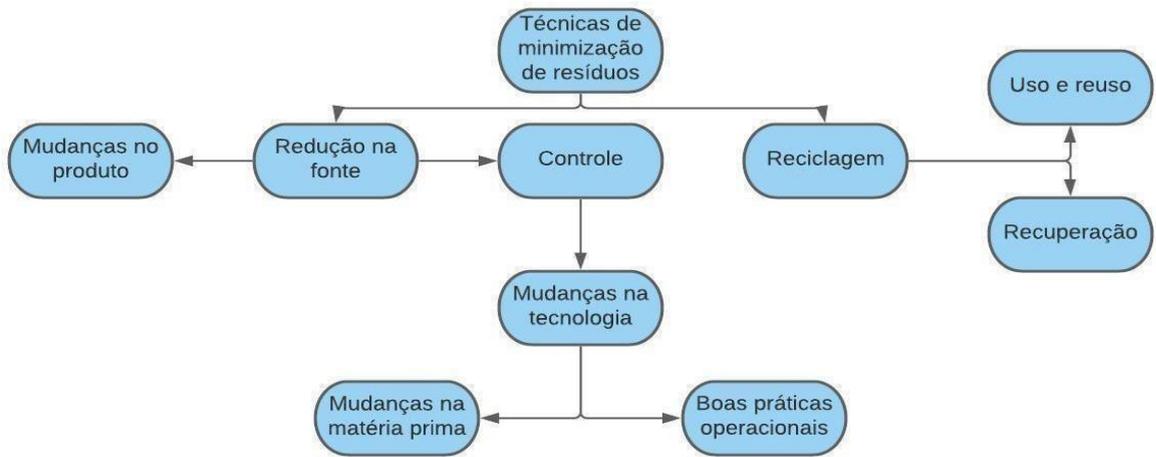
Fonte: Melo, Souza e Chagas (2019)

O avanço industrial e o crescimento da produção, despertou outras preocupações neste setor, destacando o problema ambiental, sendo necessário adotar medidas para um uso mais racional da matéria-prima natural.

De acordo com o contexto atual, a minimização de resíduos entra como uma ferramenta de extrema importância, podendo até mesmo agregar valores financeiros nos produtos, abrindo um novo mercado denominado de marketing verde (LOPES *et al.* 2015). É necessário ter conhecimento total dos processos implementados para a elaboração dos produtos, para que assim se possa elaborar medidas de prevenção, ou seja, todas as entradas e saídas de matéria-prima devem ser analisadas assim como todos os produtos aplicados no processo. Somente desta forma será possível definir a melhor maneira de minimizar os resíduos de um processo. Quanto maior for a perda de matéria-prima do processo, maior será a produção de resíduo, e conseqüentemente os danos ambientais também serão maiores.

A minimização de resíduos é a redução máxima possível dos resíduos gerados, tratados, estocados ou dispostos, ou ainda qualquer atividade que proporcione redução na fonte ou redução dos volumes totais gerados (U.S. EPA, 1998). A seguir, é apresentado um esquema de aplicação de técnicas de minimização de resíduos. A figura 3 logo abaixo, presente em seu lado esquerdo técnicas de minimização a nível 1 e 2 ou seja, quais acontecem internamente nos processos da indústria, já do lado direito das ramificações observa-se técnicas de nível 3, as quais ocorrem externamente e podem gerar novos insumos e subprodutos.

Figura 3 - Esquema de representação de aplicação de medidas de prevenção a poluição



Fonte: Adaptado EPA (1988)

4. MATERIAL E MÉTODOS

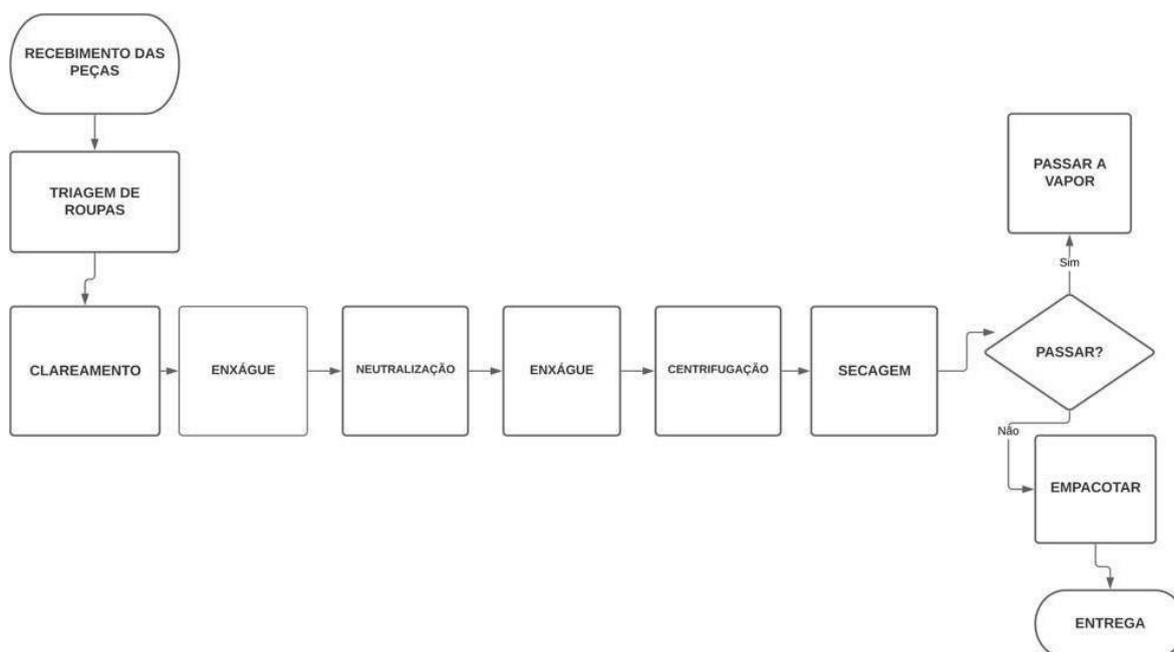
4.1 Descrição da empresa

A empresa em estudo se enquadra no segmento de lavanderia industrial têxtil, situada na região oeste do Paraná, no município de Cascavel, no Estado do Paraná, possui 20 funcionários, sendo um técnico químico como responsável e gerente da empresa.

O funcionamento ocorre durante 44 horas semanais, incluindo sábados nos horários das 8 horas da manhã até 12 horas, e de segunda a sexta nos horários das 8 horas da manhã até as 18 horas.

A indústria atua na área de lavagem de uniformes, roupas domésticas e jeans basicamente. Durante um período de 8 horas de funcionamento, a empresa realiza em média 4 ciclos de lavagem, utilizando mais de 80 mil litros de água e uma grande variedade de produtos tais como alvejantes, detergentes e neutralizadores. Abaixo se observa a figura 4, o básico do processo de lavagem da empresa de estudo:

Figura 4- Fluxograma Lavanderia Industrial Têxtil



Fonte: Autoria própria (2021).

4.2 Levantamento e caracterização de resíduos

A coleta de dados foi realizada durante as visitas feitas na empresa de estudo, dentro de um período de tempo de aproximadamente 6 meses, sendo estes atuantes como fontes primárias de informações, utilizou-se de pesquisas literárias como fontes secundárias para um melhor desenvolvimento e apoio a pesquisa realizada.

A identificação dos resíduos foi realizada *in loco* em cada setor industrial por meio do acompanhamento da produção e também das informações concedidas pelos líderes de produção e pelos operadores, além da utilização de lista de controle para a lavanderia de acordo com o anexo A em anexo, para quantificação de resíduos.

Para cada tipo de processo o técnico em química responsável pela empresa forneceu acesso aos dados da planilha de produção, sendo possível obter a listagem de produtos utilizados em cada uma das etapas do processo, assim como tempo de cada uma, volume de água entre outras informações.

Na caracterização das fontes poluidoras foi feita a localização de saídas de efluentes incluindo águas de utilidades e esgotos domésticos, dos resíduos sólidos e em emissões atmosféricas.

4.3 Priorização dos resíduos

O modelo utilizado para a priorização dos resíduos é o apresentado pela USEPA (1988) em "*Waste Minimization Opportunity Assessment Manual*". Os critérios utilizados foram:

- Conformidade com a legislação;
- Custos com tratamento e disposição final;
- Riscos potenciais ao meio ambiente e a segurança;
- Quantidade de resíduos gerada;
- Propriedades de risco dos resíduos (incluindo toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade) –

classificação do resíduo;

- Potencial ou facilidade de minimização;
- Potencial de recuperação de subprodutos valiosos;

- Riscos para empregados –manuseio;
- Orçamento disponível para o programa de avaliação de projetos de minimização de resíduos e;
- Potencial para a remoção de gargalos na produção ou tratamento de resíduos.

Através de técnica nominal de grupo, por meio de consenso ou votação, quantificou-se os impactos dos resíduos estudados em cada um dos critérios indicados acima, utilizando os mesmos símbolos do QFD (*Quality Function Deployment*), adaptados por Mello e Pawlowsky (2003). Tendo em vista a adoção dos critérios citados, foram atribuídos valores considerando o peso de cada critério. Desta forma expressou-se através de um modelo matemático conforme a equação 1.

$$N.P = A.PA + B.PB + C.PC + D.PD + E.PE + F.PF + G.PG + H.PH + I.PI + J.PJ \quad (1)$$

Onde:

N.P = Número de Prioridades;

A = conformidade com a legislação;

B = custos com tratamento e disposição final;

C = riscos potenciais ao meio ambiente e a segurança; D = quantidade de resíduos gerada;

E = propriedades de risco dos resíduos (incluindo toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade) – classificação do resíduo;

F = potencial ou facilidade de minimização;

G = potencial de recuperação de subprodutos valiosos; H = riscos para empregados –manuseio;

I = orçamento disponível para o programa de avaliação e projetos de minimização de resíduos e;

J = potencial para a remoção de gargalos na produção ou tratamento de resíduos.

Tendo em vista que PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG, PH, PI, e PJ = São os pesos atribuídos a cada um dos itens. A classificação dos pesos conforme a importância para a empresa, foi variada sendo que o peso 1 sendo este o menor grau de

importância até peso 3 sendo este o maior grau de importância.

Sobre o item conformidade com a legislação (A), foram verificados de acordo com os requisitos legais e aplicado pontuação de acordo com a manipulação e disposição dos resíduos conforme a legislação, estipulado da seguinte maneira:

- 1 ponto: Todos os aspectos atendidos pela legislação;
- 2 pontos: Parte dos aspectos são atendidos pela legislação podendo apresentar melhorias;
- 3 pontos: Nenhum dos aspectos são atendidos pela legislação.

Adotou se o peso 3 para este item, uma vez que a empresa busca atender todas as condições para estar de acordo com a legislação vigente.

Sobre o item custos com tratamento e disposição final (B), foram verificados de acordo com os gastos financeiros que a empresa possui com efluentes contaminados e disposição final dos resíduos, estipulado da seguinte maneira:

- 1 ponto: Gastos financeiros nulos ou menores que R\$1.000,00 anuais
- 2 pontos: Gastos financeiros pequenos, porém que podem ser melhorados ou entre R\$1.000,00 e R\$ 4.000,00 anuais;
- 3 pontos: Gastos financeiros altos sem condições de melhorias ou maiores que R\$ 5.000,00 anuais.

Adotou se o peso 1 para este item, uma vez que a empresa segue todas as normas técnicas para disposição final de resíduos.

Sobre o item riscos potenciais ao meio ambiente e a segurança (C), foram verificados de acordo com a classificação da NBR 10.004/2004, resíduos com risco ao meio ambiente e a segurança do colaborador mesmo sem contato direto, são resíduos perigosos de classe I, estipulado da seguinte maneira:

- 1 ponto: Quando não ocorre contato do resíduo como funcionário;
- 2 pontos: Quando existe a possibilidade de contato do resíduo como operador;
- 3 pontos: Quando há necessidade de contato do resíduo com o operador.

Adotou-se o peso 3 para este item, uma vez que a empresa tem uma política de segurança a saúde dos funcionários muito restrita.

Sobre o item quantidade de resíduos gerada (D), foram verificados de acordo com a geração de resíduos dos processos a companhia dos diariamente, estipulado da seguinte maneira:

- 1 ponto: Quantidade gerada de até 100 quilogramas anuais;
- 2 pontos: Quantidade gerada entre 100 até 600 quilogramas anuais;
- 3 pontos: Quantidade gerada acima de 600 quilogramas anuais.

Adotou-se o peso 3 para este item, uma vez que a empresa visa minimizar a produção de resíduos gerados.

Sobre o item propriedades de risco dos resíduos (E), foram verificados de acordo com a NBR 10.004/2004 que trata sobre a identificação e classificação dos resíduos, estipulado da seguinte maneira:

- 1 ponto: Resíduo Classe II B;
- 2 pontos: Resíduo Classe II A;
- 3 pontos: Resíduo Classe I.

Adotou se o peso 3 para este item pois trata-se de resíduos que possuem toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade classificados como classe I, conforme a necessidade da empresa sobre a geração de resíduos.

Sobre o item potencial ou facilidade de minimização (F), foram verificados de acordo com a facilidade de implementação no processo e custo financeiro gerado pelo resíduo, estipulado da seguinte maneira:

- 1 ponto: Tempo baixo de implementação, (Abaixo de 6 meses) com retorno rápido para a empresa (menor que 6 meses)
- 2 pontos: Tempo médio de implementação, (de 6 meses a 1 ano) com retornomédio para a empresa (até 1 ano);
- 3 pontos: Tempo alto de implementação (de 2 anos ou mais) com retorno longo prazo para a empresa (2 anos ou mais)

Adotou se o peso 3 para este item, conforme a necessidade da empresa sobrea minimização de resíduos.

Sobre o item potencial de recuperação de subprodutos valiosos (G), foram

verificados de acordo com a facilidade de reaproveitamento ou reciclagem do produto, obtendo um retorno destes produtos como matéria-prima, estipulado da seguinte maneira:

- 1 ponto: Resíduos que podem ser facilmente reaproveitados através de medidas simples;
- 2 pontos: Resíduos que podem ser reaproveitados com tratamento diferenciado;
- 3 pontos: Resíduos desperdiçados pelas más praticas operacionais.

Adotou se o peso 3 para este item, conforme a necessidade da empresa sobre a minimização de resíduos.

Sobre o item riscos para empregados – manuseio (H), foram verificados de acordo com risco de manuseio dos resíduos que entram em contato diretamente com o colaborador através do manuseio, estipulado da seguinte maneira:

- 1 ponto: Sem risco ao manuseio,
- 2 pontos: Pode apresentar algum risco ao manuseio;
- 3 pontos: Pode apresentar risco alto ao manuseio.

Adotou se o peso 1 para este item, pois a empresa segue as normativas de segurança do trabalho e trabalha com a prevenção de acidentes.

Sobre o item orçamento disponível para o programa de avaliação e projetos de minimização de resíduos (I), foram verificados de acordo com valor dos recursos financeiros a investir, estipulado da seguinte maneira:

- 1 ponto: Investimento de até R\$ 1.000,00 para projetos de minimização de resíduos;
- 2 pontos: Investimento de R\$ 1.000,00 até 2.000,00 para projetos de minimização de resíduos;
- 3 pontos: Investimento acima de R\$ 2.000,00 para projetos de minimização de resíduos.

Adotou se o peso 3 para este item, conforme a necessidade da empresa sobre a minimização de resíduos.

Sobre o item potencial para a remoção de gargalos na produção ou tratamento de

resíduos (J), foram verificados de acordo com minimização de resíduos na fonte, estipulado da seguinte maneira:

- 1 ponto: Remoção de gargalos com custo financeiro;
- 2 pontos: Remoção de gargalos com custo financeiro e equipamentos para melhoria de rendimento dos processos;
- 3 pontos: Remoção de gargalos possível adotando se boas práticas operacionais, investimentos financeiros e equipamentos para melhoria do processo.

Adotou se o peso 3 para este item, conforme a necessidade da empresa sobre a minimização de resíduos.

Desta forma se obtém a prioridade que será definida através de (N.P) de acordo com a adaptação de Mello e Pawlowsky (2003) multiplicando pelo peso determinado e somando o número de prioridades do resíduo, resultando na equação 1 apresentada anteriormente.

Os valores dos resíduos com maior N.P. são considerados os mais prioritários para o estudo realizado sendo analisadas medidas de minimização para o primeiro e segundo resíduo de maior prioridade, a quantidade gerada foi considerada como critério de desempate.

4.4 Proposição de medidas de minimização

A metodologia utilizada para identificação de oportunidades para minimização de resíduos foi proposta pela Agência de Proteção Ambiental Americana (US EPA, 1988), onde destaca se a redução na fonte, que considera a modificação no produto e no processo (boas práticas operacionais, substituição de matérias primas e modificação tecnológica), conforme fluxograma da figura 5 logo abaixo.

Figura 5- Oportunidades para minimização de resíduos.



Fonte: Adaptado de USEPA (1988)

O fluxograma apresentado é basicamente dividido em duas ramificações principais, se trata da redução na fonte e reciclagem interna e externa. As mudanças no produto e controle na fonte são basicamente medidas aplicáveis aos processos podendo ser consideradas de nível 1 e 2, já as medidas de regeneração, reuso e recuperação, são medidas consideradas de nível 3. Observa-se que o controle do processo pode ser efetuado tanto nos produtos, ou seja, substituindo um insumo ou matéria prima para melhoria do processo, ou nas mudanças de tecnologias e boas práticas operacionais, que tratam de mudanças nos equipamentos ou mudanças operacionais e melhorias realizadas nos procedimentos da operação.

Já se tratando da reciclagem interna e externa, é apresentado outros dois pontos específicos, que são a regeneração e reuso, que trata do retorno do resíduo ao processo e a recuperação, que trata da geração de subproduto ou recuperação do material considerado matéria prima.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Descrição da empresa

5.1.1 Descrição do processo: lavagem e tingimento

Existem dois tipos de processos que são realizados na empresa de estudo, de acordo com o levantamento realizado e visita *in loco* feita. O primeiro trata da lavagem e secagem de roupas, consiste em realizar a lavagem das roupas e é finalizado com a passadoria. Se ressaltar que grande parte dos processos realizados dentro da referida empresa utilizam-se vapor. Como fonte de energia principal, a empresa possui uma caldeira à lenha, o qual sustenta grande parte da energia consumida pela indústria, uma vez que quase todo o maquinário é a vapor, a empresa também usa energia elétrica em seu funcionamento, a qual é uma fonte de energia bastante usada nas empresas de lavanderia industrial têxtil.

O segundo processo realizado nesta indústria é o de tingimento de roupas. Esta atividade é um pouco mais complexa do que a lavagem e secagem pois trabalha com a aplicação de uma variação grande de produtos químicos em suas diferentes etapas.

Realizou-se uma análise individual antes da aplicação da equação 1. Foi observado que ambos os processos principais que ocorrem utilizam de um grande volume de água em todas as suas etapas. De acordo com um estudo realizado por Souza *et al.* (2014) o consumo de água médio em uma empresa do tipo Lavanderia Industrial têxtil de porte pequeno é em média de 88m³ de água diários em um tempo de 8 horas trabalhadas. O consumo obtido na empresa de estudo foi de 84 m³ de água diários tratando-se de uma empresa de pequeno porte.

Durante o processo de tingimento são realizadas as seguintes etapas:

- Enxague a frio: Nesta etapa se realiza um enxague em temperatura ambiente por um tempo de 3 min, com peso máximo de peças de 10 quilogramas em um volume de 2.500 litros da água contabilizados ao final de todos os enxágues.

- Umectação: Durante esta etapa são aplicados detergentes umectantes a 1% de concentração por um tempo de 5 minutos, com peso máximo de 10 quilogramas de peças em um volume de 2.500 litros da água;

- Lavagem: processo onde são aplicados detergentes umectantes e

detergentes alcalinos a 1,5% e 2% de concentração respectivamente, a temperatura neste processo chega a 70°C durando 20 minutos, o peso máximo de peças é de 10 quilogramas em um volume de 2.500 litros da água;

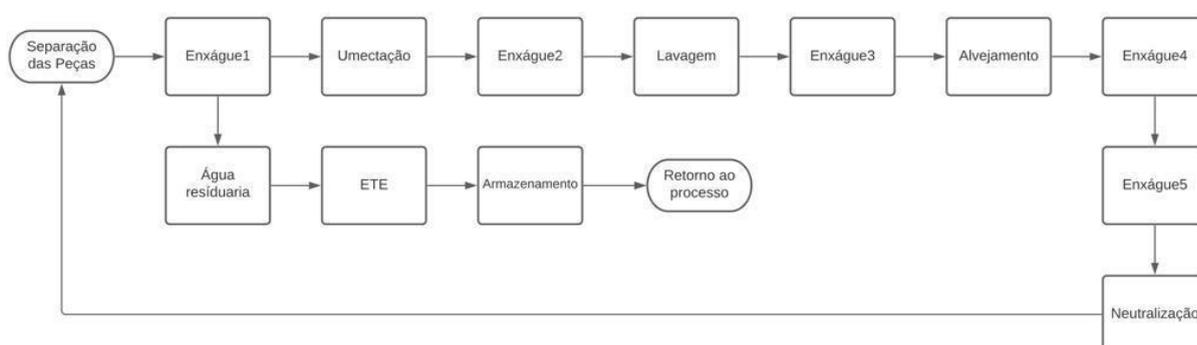
- Alvejamento: este processo consiste na aplicação de detergente clorado a uma concentração de 1,5%, temperatura ambiente por um período de 10 minutos, o peso máximo de peças neste processo é de 10 quilogramas em um volume de 2.500 litros da água;

- Neutralização: neste processo é aplicado um neutralizante a uma concentração a 0,5% e mantido a temperatura ambiente. O tempo deste processo é de 4 minutos, sendo que o peso máximo de peças é de 10 quilogramas, gerando um volume de 2.500 litros da água.

O tempo de operação da máquina de lavagem neste processo é de 54 minutos. São necessários 30 minutos para o enchimento de água e 10 minutos para a carga e descarga de roupas. Deste modo, totaliza-se um tempo de 1 hora e 34 minutos para a operação completa do maquinário.

Abaixo de acordo com a figura 6, pode se observar o fluxograma do processo de tingimento da indústria de estudo.

Figura 6- Fluxograma processo de tingimento



Fonte: Autoria própria(2021)

São vários os maquinários utilizados nos processos operacionais de uma lavanderia industrial têxtil. A máquina de lavar cilíndrica é um dos principais equipamentos relacionado aos processos descritos, com capacidade de lavar até 500 quilogramas de peças, onde são utilizados 2.500 litros da água para a realização da lavagem, se resalta que nem em todo ciclo a empresa em estudo usa toda a capacidade deste maquinário. Esta máquina não é somente usada nas etapas de

lavagem, mas também na umectação, enxágue, neutralização, alvejamento e clareamento. A máquina apresenta porta lateral basculante e rotação do cilindro interno para que o desprendimento da sujeira dos tecidos e das fibras sejam efetuados com eficiência. A fotografia 1 representa a máquina de lavar usada pela empresa:

Fotografia 1- Máquina de lavar cilíndrica



Fonte: Aatoria própria(2021)

Outro equipamento de extrema importância nos processos de lavagem e de tingimento é a centrífuga. Esse equipamento é usado logo após as peças serem lavadas para que ocorra o processo de centrifugação. Apresenta uma porta tipo esteira a qual veda com movimento de cima para baixo. Com uma capacidade de até 100 quilogramas de peças este equipamento possui rotação de cilindro interno que trabalha em movimentos circulares para facilitar o processo de secagem das peças. A fotografia 2 apresenta a máquina centrífuga usada nos processos da empresa.

Fotografia 2 - Máquina de centrifugar

Fonte: Autoria própria(2021)

Ainda sobre as máquinas utilizadas nos processos de lavagem e tingimento, existe a máquina secadora, a qual é outro equipamento de extrema importância para os processos descritos, é utilizada ao final do ciclo da lavagem. Possui porta basculante e uma capacidade de até 50 quilogramas de peças, trabalha com vapor como fonte de energia. Logo abaixo representa-se a máquina secadora.

Fotografia 3 - Máquina secadora

Fonte: Autoria própria(2021)

5.1.2 Processo de Lavagem Simples

Além do processo de tingimento executado dentro da referida indústria, existe também um outro processo denominado processo de lavagem, o qual é mais simplificado pois usa uma menor variação e quantidade de produtos químicos, este é descrito pelas etapas a seguir:

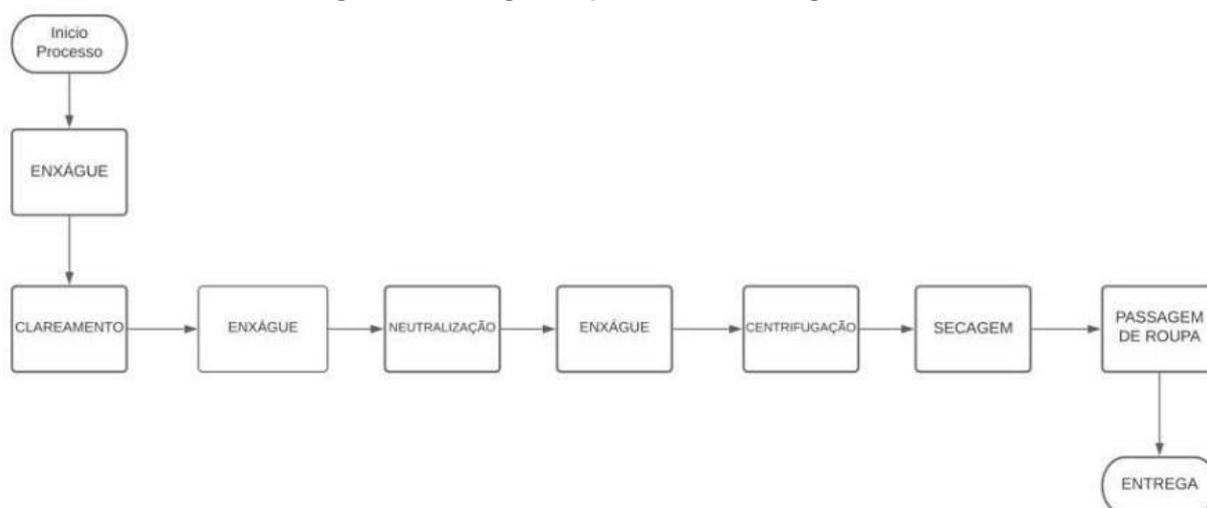
Clareamento: Esta etapa consiste em realizar um enxágua nas peças com o produto permanganato de potássio a uma solução de 0,9%, temperatura a frio, por um tempo de 6 minutos em um volume de 400 litros da água. Esta etapa ocorre na máquina de lavar.

Neutralização: Neste processo usa-se o metabissulfito de sódio a 3%, a uma temperatura de 40°C, por um tempo de 10 minutos em volume de água de 400 litros. Esta etapa acontece na máquina de lavar.

Processo de Centrifugação: Realiza se dois enxágues com 0,8 gramas peróxido de hidrogênio a 4% sendo 1,6 gramas, metassilicato de sódio a 2% sendo 0,8 gramas, barrilha a 1% sendo 0,4 gramas e antimigrante a 1% sendo em um volume da água de 400 litros. Essa etapa ocorre na máquina centrífuga e logo após vai para a máquina de secagem.

De acordo com a figura 7, logo abaixo, observa se o fluxograma do processo de lavagem realizado na empresa em estudo.

Figura 7- Fluxograma processo de lavagem



Fonte: Autoria própria(2021)

5.1.3 Caldeira

Todos os processos descritos acima usam como energia principal o vapor, o qual é sustentado por uma caldeira a lenha. A lenha para abastecimento da caldeira é coletada diariamente e também são usados restos de construção civil. O consumo diário em metros cúbicos da indústria se tratando de lenha é de 4 metros. A fotografia 4 logo abaixo, representa a caldeira a vapor utilizada na indústria.

Fotografia 4 - Caldeira desativada



Fonte: Aatoria própria(2021)

5.2 Levantamento e caracterização de resíduos

Durante as etapas dos processos da empresa em análise, foram usados uma grande variação de insumos, sendo eles descritos em cada uma das etapas, a tabela 1 a seguir lista todos os insumos usados durante um dia de operação em todas as etapas de todos os processos ocorridos.

Tabela 1 - Levantamento e caracterização de insumos

INSUMO	QUANTIDADE POR CICLO	FINALIDADE DO PRODUTO
Água	84 m ³	Lavagem e higienização.
Detergente Umectante	400 ml a Concentração a 1%	Limpeza e remoção de gorduras.
Peróxido de Hidrógeno	3,2 gramas a 4%	Clareamento de tecidos.
Metassulfato De Sódio	6,4 gramas a 2%	Limpeza de tecidos e estabilização.
Barrilha	3,2 gramas a 1%	Aditivo para detergentes.
Antimigrante	1,6 gramas a 1%	Evita a remontagem do corante.
Metabisulfito De sódio	1,6 gramas a 3%	Atua como agente de antioxidação
Permanganato De sódio	1,6 gramas a 0,9%	Atua como descolorante químico.
Detergente Neutralizante	400 ml a concentração a 0,5%	Neutraliza os resíduos alcalinos gerados no alvejamento.
Detergente Clorado	400 ml a concentração a 1,5%	Limpeza e desinfecção.
Detergente Alcalino	400 ml a concentração a 2%	Remoção de gorduras e óleos.

Fonte: Autoria própria(2021)

Observa-se que cada insumo utilizado foi coletado de acordo com sua quantidade, assim como a sua respectiva concentração, todos os produtos citados são usados diariamente durante um ciclo dos processos da empresa.

Pode ocorrer uma variação da quantidade usada devido ao número de ciclos efetuados em um dia de operação, os valores considerados são valores médios mensais. Além dos insumos relatados na tabela 1, existem também os resíduos gerados, a tabela 2 logo abaixo lista e quantifica os resíduos gerados após os processos, os valores foram contabilizados mensalmente.

Tabela 2 - Quantificação dos resíduos gerados

RESÍDUOS	QUANTIDADE MENSAL
Estopa	22,50kg
Lodo têxtil	0,35m ³
Efluente	84m ³
Plástico	30kg
Cinza	120kg
Metal	20kg
Resíduo orgânicos	300kg
Lâmpada	3 kg
Papelão	15kg
Papel	10kg

Fonte: Aatoria própria(2021)

5.3 Priorização de resíduos

Como citado anteriormente utilizou-se do modelo de priorização de resíduos apresentado pela US EPA (1998) em "*Waste Minimization Opportunity Assessment Manual*" juntamente com a técnica nominal de grupo com os símbolos da QFD (*Quality Function Deployment*), adaptados por Mello e Pawlowsky (2003), expressando assim o modelo matemático proposto.

A classificação dos resíduos foi aplicada de acordo com a ABNT (2004), a qual classifica de acordo NBR10.004/2004 as classes dos resíduos sólidos.

Os resíduos foram classificados de acordo a NBR, conforme a tabela 3:

Tabela 3 - Classificação de resíduos

RESÍDUO	CLASSIFICAÇÃO	DENOMINAÇÃO
PAPEL	CLASSE II A	NÃO INERTES
PAPELÃO	CLASSE II A	NÃO INERTES
PLÁSTICO	CLASSE II B	INERTES
ESTOPA	CLASSE I	PERIGOSO
LODOTÊXTIL	CLASSE I	PERIGOSO
CINZA DECARVÃO	CLASSE II A	NÃO INERTE
LÂMPADAS	CLASSE I	PERIGOSO
RESÍDUO ORGÂNICO (COZINHA)	CLASSE II A	NÃO INERTES
METAL	CLASSE II A	NÃO INERTES

Fonte: Autoria própria (2021)

Os valores dos resíduos com maior N.P. são considerados os mais prioritários para o estudo em análise, a quantidade gerada foi considerada como critério de desempate. Abaixo observa-se a tabela 4 de priorização dos resíduos gerados nos processos executados na empresa de estudo.

Tabela 4 - Ordem de Priorização dos Resíduos

ORDEM	RESÍDUOS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	N.P
1º	Estopa	6	2	6	9	9	6	9	2	6	3	58
2º	Lodo têxtil	3	3	6	9	9	6	6	2	9	3	56
3º	Efluente	3	2	6	9	9	6	3	2	6	3	49
4º	Plástico	3	2	6	9	3	3	3	2	6	3	40
5º	Cinza	3	1	3	9	6	3	3	1	3	3	35
6º	Metal	3	1	3	9	6	3	3	1	3	3	35
7º	Resíduo orgânico	3	1	3	9	6	3	3	1	3	3	35
8º	Lâmpada	3	1	3	3	9	3	3	2	3	3	33
9º	Papelão	3	1	3	6	6	3	3	1	3	3	32
10º	Papel	3	1	3	6	6	3	3	1	3	3	32

Fonte: Autoria própria (2021).

De acordo com a tabela 4, a estopa apresentou numero maior de priorização, de acordo com a aplicação da equação matemática aplicada, levando-se em consideração os critérios adotados com a pontuação aplicando peso as resíduos conforme citado no item 4.3.

5.4 Proposição de medidas de minimização

O resíduo que mais possui necessidade de priorização para aplicação das técnicas de minimização e com a N.P mais elevada de acordo com a classificação da tabela 4 é a estopa, isto ocorreu principalmente em razão da contaminação das estopas por diversos produtos químicos durante os processos, tornando-a um resíduo de classe I perigoso.

A estopa é gerada principalmente no processo de estonagem onde ocorre a abrasão dos tecidos, conforme menciona no item 2.2.1.

Primeiramente sugere-se a implementação de uma técnica de minimização de nível 1 de redução na fonte, sendo inserido e implementado nas boas praticas operacionais da empresa, pode-se incluir técnicas distintas para a melhoria dos processos, de acordo com o contexto atual, sugere-se o controle de material (estopa) usado, sendo possível gerar economia em seu uso e conseqüentemente menos resíduo gerados com os produtos químicos.

Pode-se ainda aplicar uma minimização dos resíduos executando um controle na fonte, de acordo com Lopes, Fritsh Mees (2015) pode se aplicar boas práticas operacionais realizando a otimização do uso de insumos, ou seja, sugere-se aplicar o controle do consumo dos insumos e demais produtos químicos utilizados nos processos da empresa, uma vez que ocorrendo uma redução dos insumos usados, terá como consequência uma redução dos resíduos que pigmenta nas estopas.

A segregação das estopas também é de extrema importância e pode ser sugerida como técnica de minimização no processo em estudo, de acordo com Juffo *et al.* (2016) a segregação de resíduos é importante para que as normas técnicas das legislação ambiental sejam atendidas com satisfação. Como a empresa em estudo é de pequeno porte e apresenta um número baixo de funcionários, o treinamento de todos os funcionários pode ser aplicado a um custo financeiro baixo.

Analisando-se o consumo de um ciclo da empresa, pode-se obter o valor mensal do resíduo estopa gerado de 22 quilogramas pro mês, a projeção após a aplicação das técnicas de minimização sugeridas é de 15,5 quilogramas por mês, uma redução de aproximadamente 30% do total, valores foram coletados antes e depois da aplicação da referida técnica.

Para se obter a redução das estopas contaminadas por resíduos, é importante

que se faça o controle do consumo dos insumos, deve se realizar a entrega da embalagens vazias de produtos químicos usados nos procesos, para retirada da embalagem cheia, também deve ocorrer o controle de dosagem no uso dos produtos, sendo realizada com um dosador de medidas proporcional, de acordo com cada tipo de produto e processo, com este tipo de controle pode-se reduzir os insumos utilizados assim como o número de estopas contaminadas.

O segundo resíduo com a maior N.P tabelado foi o lodo têxtil, o lodo possui uma quantidade grande de material contaminante de alta periculosidade. Para este resíduo sugere-se uma medida de minimização também de nível 1, uma vez que sugerido a redução dos insumos nos processos através do controle na fonte, será observado como consequência desta ação a redução dos efluentes e do lodo têxtil gerado.

Outra medida de minimização que pode ser sugerida, é a aplicação de mudanças no equipamento do processo, sugere-se a aplicação de um filtro de contenção ou grade na saída da tubulação do efluente, desta forma o lodo têxtil produzido terá uma quantidade significativa menor de sólidos, o que reduzirá seu volume em grande escala. Um estudo realizado por Buss (2015) evidência que o gradeamento deve ser a primeira etapa de tratamento de efluentes provindo deste tipo de indústria. Após o gradeamento estima-se que a geração do lodo industrial reduza cerca de 15 % do volume total gerado mensalmente, ou seja, de 0,35 m³ para 0,29 m³.

Existe ainda a possibilidade de sugestão de técnicas de minimização de nível3, gerando um subproduto, um estudo feito por Ferreira (2018) aplicação lodo têxtil na fabricação de cerâmica vermelha, apesar das técnicas de nível 3 obterem resultados otimistas, o foco principal é a aplicação de técnicas de minimização nos processos de níveis 1 e 2.

Os resíduos de plástico e papelão estão classificados em 4º e 9º lugar respectivamente na tabela de prioridade para minimização, para estes resíduos são sugeridos a aplicação de reciclagem, onde poderão ser designados a uma cooperativa de reciclagem, efetuando a recuperação destes materiais. Existem estudos que demonstram que os resíduos de plástico se forem tratados de maneira específica, podem gerar subprodutos e agregar valor final nos produtos, de acordo com estudo realizado por Manrique *et al.* (2019) é possível utilizar o resíduo plástico (PLA) na elaboração de produtos educativos novos, combinando tecnologia e a análise de

produção de bens e serviços, desta forma torna-se viável este tipo de recuperação, porém o foco de aplicação são as técnicas de minimização de níveis 1 e 2.

Para a recuperação dos resíduos de plástico e papel, sugere-se a implementação de uma técnica de minimização a nível 1, inserindo mudanças nas boas práticas operacionais, especificamente na parte do processo de segregação dos resíduos e na prevenção de perdas. A segregação deve ser realizada pelos funcionários da empresa que devem ter o conhecimento desta prática através de treinamentos ou palestras, além disso, exemplos deste tipo de prática devem ser empregados pelos gestores da empresa.

De acordo com o estudo realizado por Mol, Oliveira e Barbosa (2018) é necessário o comprometimento dos funcionários de uma empresa para que ocorra o sucesso na segregação dos resíduos gerados, exemplos destas práticas devem ser demonstrados pelos gestores responsáveis, de acordo com Autoria própria somente o repasse de informações não é o suficiente para a prevenção de perdas é muito importante para garantir a minimização dos resíduos plástico e papel. A economia pode ser uma das grandes ferramentas auxiliaadoras no processo de minimização. Cerca de 80 % da geração dos resíduos de plástico e papelão são resultantes das embalagens dos produtos utilizados nos processos da empresa, sendo assim sugere-se também o controle restrito do volume das matérias-primas utilizados nos processos, afim de reduzir o consumo destas e conseqüentemente reduzir a geração dos resíduos do tipo recipientes, está prática poderá diminuir cerca de 10% a geração de plástico e papel.

O resíduo cinza, classificado em 5º na tabela de prioridades, é provindo da queima de lenha da caldeira que a empresa possui para a utilização do vapor como fonte de energia, para a sua minimização sugere-se medida de controle a nível 1, inserindo o controle da queima da lenha, ou seja, otimizar a queima da lenhadisponível para o funcionamento da caldeira efetuando uma melhora no manuseio domaterial em questão, reduzindo assim a geração de cinza.

A caldeira é abastecida quando os funcionários acham necessário, não existe na empresa um controle em relação a quantidade de lenha utilizada, em muitos dias de operação ao final do expediente pode-se observar que a caldeira é abastecida, ou seja, isto gera o vapor mesmo após as atividades da empresa terem encerrado, resultando em desperdício de energia fornecida pela caldeira. A aplicação de boas práticas operacionais deverá ser supervisionada, deixando um funcionário qualificado

responsável pelo abastecimento a caldeira, para que assim se resulte em uma maior efetividade e redução do uso de lenha e conseqüentemente geração de cinza.

Um estudo realizado por Borges *et al.* (2017) sugere que a cinza provinda da queima do eucalipto pode ser utilizada em até 5% em substituição ao cimento, gerando um subproduto com uma técnica de minimização de nível 3, apesar de apresentar um bom embasamento para pesquisas futuras, a minimização a nível 3 citada, não foca diretamente nos processos internos, por este motivo não é a principallinha para ser seguida para este tipo de indústria.

Os resíduos do tipo lâmpadas, classificadas em 8º na tabela de priorização, são utilizadas para iluminação elétrica da empresa de análise, se sugere uma técnica de minimização a nível 1, a troca das lâmpadas existentes, por lâmpadas de led, as lâmpadas de led possuem maior durabilidade e eficiência. De acordo com um estudo feito por Silva, Santos e Gomes (2020) as lâmpadas de led são mais econômicas que as fluorescentes e as incandescentes, além de consumirem menos energia elétrica para uma mesma intensidade de luz.

Se observa ainda uma técnica de minimização de nível 3, fora dos processos internos da empresa, a chamada de logística reversa. Segundo Filho *et al.* (2015) a logística reversa é uma ferramenta que pode tornar possível a gestão integrada de resíduos, Autoria própria evidencia os sistemas de logística reversa implantados de acordo com a legislação, representada na tabela 5 logo abaixo:

Tabela 5 - Sistema de Logística Reversa Implantados

SISTEMA	NORMA REGULADORA	ANO
Embalagens de Agrotóxicos	Lei 7802	1989
Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado	Lei 9974	2000
Pilhas e Baterias	Resolução CONAMA 362	2005
Pneus	Resolução CONAMA 416	2009

Fonte: Filho *et al.* (2015)

A logística reversa visa atender a legislação e gerar benefícios econômicos para as empresas, tendo como base a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL,2010).

O resíduo metal classificado em 6º lugar na tabela de priorização dos resíduos tem geração de pequena quantidade uma vez que a empresa não trabalha com este

tipo de matéria-prima em nenhum de seus processos. Apesar deste fato ainda ocorrem emissões em pequenas quantidades principalmente quando ocorre manutenções nos maquinários onde são utilizados parafusos, arruelas e outros componentes constituídos de metal. Para este resíduo sugere-se uma técnica de minimização de resíduo de nível 1, mais uma vez se opta pelas boas práticas de operação, que neste caso pode reduzir para uma quase nula geração deste resíduo através da implementação de um controle supervisionado aos processos e aproveitando ao máximo os materiais utilizados nas manutenções periódicas das máquinas.

Existe a possibilidade não explorada nesta pesquisa por se tratar de minimização a nível 3, de transformar este resíduo em subproduto após reciclagem. De acordo com um estudo realizado por Guerra (2020) os métodos de reciclagem de metal se mostram eficazes, apesar de apresentarem um elevado custo de aplicação.

O resíduo orgânico, o qual se apresenta em 7º lugar na tabela de priorização de resíduos, é proveniente principalmente de restos de comida da copa da indústria. Para este resíduo sugere-se a aplicação de métodos de minimização de resíduos a nível 1, a segregação deste resíduo é essencial para que ocorra sucesso em sua destinação correta. A inserção de lixeiras identificadas como lixo orgânico é um fator que contribui muito para a excelência deste processo.

De acordo com Souza *et al.* (2020) a compostagem de resíduos orgânicos pode gerar compostos de boa qualidade, aplicáveis como condicionador de solos ou como substrato para plantas, esta técnica não se enquadra em técnicas de processos de nível 1 ou 2, porém mostra uma base interessante para pesquisas futuras.

5.5 Aplicação prática do método de minimização de resíduos

Em conjunto com a empresa em estudo, foi escolhido um dos métodos de minimização de resíduos estudados nesta pesquisa para ser implementado no processo diário da empresa de estudo. Sendo assim após análise por parte da empresa, alguns fatores foram importantes para a escolha de um dos métodos citados, sendo eles:

- Investimento financeiro para o método escolhido;

- Prazo para se obter os resultados esperados;
- Enquadramento da técnica de minimização juntamente com os objetivos e valores da empresa de estudo.

Desta forma foi escolhido o resíduo estopa para a aplicação do método de minimização levando em consideração os fatores citados anteriormente, foi desenvolvido um cronograma de implementação e análise da técnica escolhida, sendo o mesmo apresentado logo abaixo pela tabela 6:

Tabela 6 - Cronograma de ações para aplicação do método de minimização de resíduos

MÊS	AÇÃO	OBJETIVO
ABRIL	Coleta de informações de uso de estopas junto a produção da empresa.	Realizar o levantamento de dados de uso do material estopa para se fazer um comparativo de antes e após a aplicação do método de minimização escolhido.
MAIO	Aplicar o método “ <i>in loco</i> ” juntamente com os responsáveis técnicos da empresa em estudo.	Aplicar e monitorar com eficiência o método de minimização anteriormente escolhido juntamente com a empresa. escolhido
JUNHO	Coletar informações de uso de estopas junto a produção da empresa.	Realizar novo levantamento de dados de uso do material estopa, desta forma pode se ter o embasamento da eficiência do método de minimização aplicado.

Fonte: Autoria própria(2021)

A estopa não por acaso apresentou a N.P. mais elevada, sendo assim é o resíduo que mais gera contaminação dentro dos critérios analisados.

A primeira técnica executada, se trata de boas práticas operacionais, ou seja, incluiu-se a redução de resíduos na fonte, priorizando mudanças no produto adquirindo um produto de maior eficiência, sendo necessário menor quantidade de uso, e controle do processo na fonte, onde as mudanças na origem do processo se caracterizaram-se por alteração na matéria prima de insumo, mudanças na tecnologias utilizadas pela indústria, além, de oferecer a aplicabilidade de boas práticas operacionais que abarcariam temas como :prevenção de perdas, praticas gerenciais, melhoria no manuseio dos materiais , dentre outros. Já com relação ao segundo viés que contribuiu para minimização de resíduos têxteis, relaciona se com o processo de reciclagem interna e externa.

No que diz respeito a reciclagem interna prioriza-se o conceito de reuso. A

matéria-prima retorna como fonte de origem para outro processo, estendendo então a vida útil desse material.

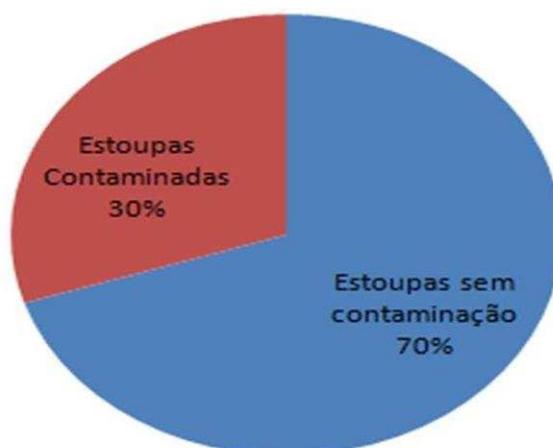
Com relação a descrição do termo reciclagem externa, aplicou-se o processamento para que o material seja recuperado, garantindo novo uso, concomitantemente, com essa ação, aplicou-se o processamento para utilização como subproduto.

Um dos elementos que após análise do projeto, foi implementado como, como boas práticas, é o controle do material utilizado pelos funcionários, havendo controle incisivo do uso de material reduziu-se o uso deles, caracterizando uma queda considerável no percentual dos resíduos produzidos. Além desse controle na base, atribuiu-se a prática do uso consciente do material. Na ação, houve a separação do material em questão, entre os que estão contaminados e aqueles que não apresentaram resíduos químicos impregnados na matéria-prima, possibilitando o reuso para mesma finalidade, passando a ser mais criterioso no momento do descarte do material utilizado, ou seja, descartado de acordo com a legislação que trata de resíduos perigosos.

Há constatação prática de que o material usado, pode ser reutilizado se houver melhores critérios de avaliação com relação a vida útil da matéria-prima, proporcionando queda no padrão de produção de resíduos têxteis. Uma atuação constante e simples foi capaz de melhorias em tais índices: bastou separar e higienizar os materiais que aos olhos de especialistas através das aplicações de paradigmas, intitulam-se como não contaminados, e reutilizá-los com a mesma finalidade. Portanto, no que tange a aplicabilidade da literatura explanada nesse trabalho, foi possível a aplicabilidade e acompanhamento de duas práticas anteriormente estudadas: A reciclagem do material estopa, e como consequência o reuso, e o controle do uso do material na hora.

Na sequência, podemos observar na linguagem gráfica a queda na porcentagem dos resíduos estopa após aplicabilidade das técnicas escolhidas, foi constatado que cerca de 70% das estopas usadas não são contaminadas com nenhum tipo de resíduos químico, e após uma lavagem simples podem voltar a ser utilizadas por pelo menos mais um ciclo de lavagem. O gráfico 1 logo abaixo ilustra o resultado da aplicação do controle de estopas como boas práticas de operação dentro do processo:

Gráfico 1 - Resultado da aplicação do controle e separação de estopas como boas práticas de operação

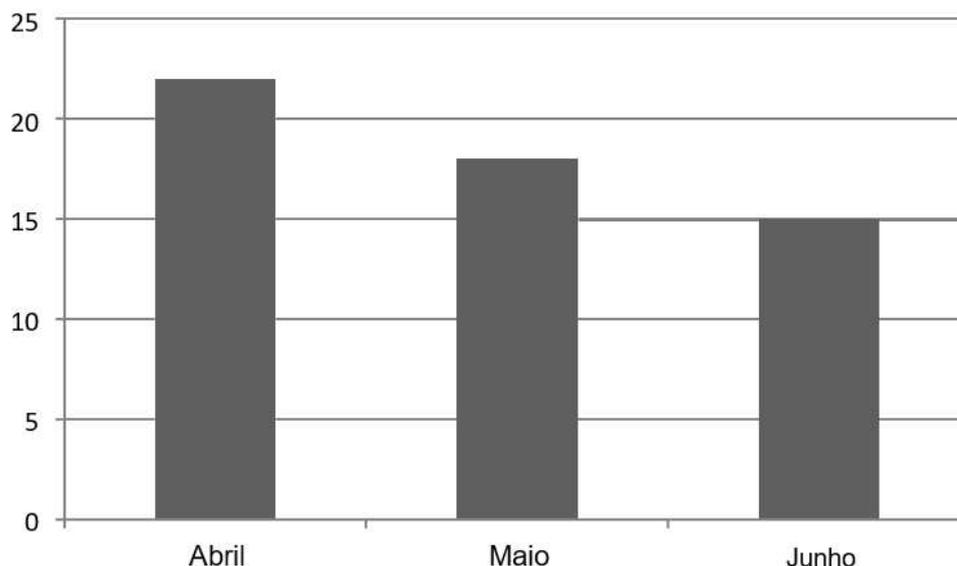


Fonte: Autoria própria (2021)

A aplicação da reciclagem interna deste produto além de gerar economia do uso do produto, arrecada ganhos financeiros para a empresa que por sua vez, acaba efetuando menos compra de estopas já que é possível reutilizar boa parte desses produtos que não foram contaminados por produtos tóxicos.

Observa-se que ocorreu uma redução na quantidade de estopas usadas mensalmente durante os processos da empresa. O gráfico 2 logo abaixo organiza esta informação.

Gráfico 2 - Comparativo de uso de estopas durante a aplicação do método de minimização de resíduos contabilizados em unidade por quilograma de estopas geradas



Fonte: Autoria própria (2021).

Observa-se que ocorreu uma redução de aproximadamente 30% no uso do produto estopa, desde da implementação dos procedimentos de minimização de resíduos, até o final mês de junho, os dados de amostragem coletados foram armazenados de acordo com o acompanhamento do processo realizado junto a empresa e confirmados com a administração técnica da empresa em estudo.

Deste modo aplicação do método de minimização na prática nos processos da empresa, trouxe uma considerável redução do uso do insumo, a reciclagem interna que proporcionou redução de custos com gastos de materiais. As técnicas aplicadas se mostram ser de baixo investimento financeiro e com tempo de retorno rápido.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante as visitas na empresa de estudo, observou-se que ocorrem basicamente dois tipos de processos distintos de lavagem de roupas, tanto no tingimento como na lavagem simples, nota-se que ocorre o uso de grande quantidade de água devido a natureza da indústria. Observa-se que as técnicas de minimização de resíduos prioritários sugeridas foram de níveis 1 e 2 sendo esses procedimentos internos.

Os maiores pontos de geração de resíduos identificados durante os estudos foram provindos das estopas contaminadas e do lodo gerado pelo processo de lavagem e tingimento.

Observou-se que o resíduo de maior número de prioridade para minimização tabelado foi a estopa, este fato ocorreu devido a principalmente devido aos pigmentos de matérias-primas deixados neste material, tornando-o um material classificado como perigoso de acordo com as normas técnicas da ABNT.

De acordo com o contexto citado foi possível aplicar algumas técnicas de minimização de resíduos dentro dos processos da empresa de estudo, as boas práticas de operação foi umas das técnicas mais sugeridas devido ao baixo custo e grande efetividade chegando a reduzir em até 30% a estopa contaminada. A aplicação do gradeamento na tubulação de saída do lodo têxtil também mostrou ter uma eficiência alta reduzindo em até 15% o volume total do lodo gerado.

Pode-se encontrar na literatura várias técnicas de minimização classificadas em nível 3, as quais possuem ação externa e geram em muitos dos casos subprodutos, algumas destas técnicas foram citadas nesta pesquisa, porém sem aprofundamento, uma vez que o foco de trabalho foram os processos internos. Sugere-se nova pesquisa com maior aprofundamento exclusivamente para os estudos das técnicas citadas de nível 3.

REFERÊNCIAS

ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. **Dados relativos a informações sobre indústrias têxteis no Brasil.** Disponível em: <https://www.abit.org.br/anel>. Acessado em 25 de Fevereiro de 2021.

ANEL - Associação Nacional das Empresas de Lavanderia. **Dados referentes a indústrias de lavanderia têxteis no Brasil.** Disponível em: <https://anel.com.br/sobre/>. Acessado em 25 de Janeiro de 2021.

ARCHELA, E. *et al.* **Considerações sobre geração de efluentes líquidos em centros urbanos.** UEL. 2023. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholarq=ARCHELA+et+al+2003&hl=ptBR&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar Acessado em: 03 de dezembro de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10004. **Resíduos sólidos: definição.** ABNT, Rio de Janeiro, 2004. Acessado em 03 de dezembro de 2020.

BERMUDES *et al.*. 2017. **Análise do atendimento de normativas do ministério do trabalho em uma lavanderia industrial têxtil no município de São Gabriel d'Palha/RS.** Revista Vértices v. 19, n.1 p. 147-161, jan/abr. 2017. Disponível em <https://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/6956> Acessado em 28 de Julho de 2021.

BORGE *Set al.*. 2017 **Uso de cinza de madeira de eucalipto em compostos cimentícios, uma alternativa sustentável.** ANAP Cidades Verdes, v.05, n.11 2017 disponível em https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/cidades_ Acessado em 18 de Fevereiro de 2021.

BRAGA, CELIA. **Contabilidade Ambiental: uma ferramenta para a gestão da sustentabilidade.** –1. Ed. São Paulo: Atlas, 2010. Disponível em: <http://app.fanese.edu.br/revista/wp-content/uploads/CONTABILIDADE-AMBIENTAL-uma-ferramenta-eficaz-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel.pdf>. Acesso em: 22 de Novembro de 2020.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002.** Dispõe sobre a elaboração de programas estaduais e do plano nacional para gerenciamento de resíduos sólidos industriais. Disponível: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/> Acessado em: 30 de Novembro de 2020.

BUSS *et al.* 2015 **Tratamento dos efluentes de uma lavanderia industrial: avaliação da capacidade de diferentes processos de tratamento.** Revista de Engenharia Civil IMED. 2015. Disponível em <https://seer.imed.edu.br/index.php/>. Acessado em 18 de Fevereiro de 2021.

CARVALHO 2015. **Objetivos do desenvolvimento sustentável.** FGV, São Paulo 2015. Disponível em <https://rae.fgv.br/gv-executivo/vol14-num2-2015/objetivos-desenvolvimento-sustentavel>. Acessado em 18 de Maio de 2021.

CETESB - Companhia De Tecnologia De Saneamento Ambiental. **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos** – Por uma Produção mais Limpa. São Paulo: CETESB, 2005.

CETESB – Companhia de tecnologia de saneamento ambiental. **Manual de Implementação de um Programa de Prevenção à Poluição**. 4 ed. São Paulo: CETESB, 2002 ,p.16. Acessado em: 23 de Novembro de 2020.

CRITTENDEN e KOLACZOWSK. **Wasteminimization a practice alguide**. Barry, 1995. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=cF3CB>. Acessado em:28 de novembro de 2020.

EPA-Environmental Protection Agency. **Wasteminimization opportunity assessment manual**. Ohio,1988, 96 p.

FINGER *et al.*. **Projeto de produção mais limpa para uma indústria de laticínios**. Artigo apresentado no Congresso ABESFENASAN de 2017. Acessado: 04 de dezembro de 2020.

GUERRA e TREVISAN. **Processos de reciclagem de metal duro: uma revisão**. IFRS, Rio Grande do Sul. 2020. Disponível em: <http://revista.liberato.com.br>. Acessado em 18 de Fevereiro de 2021.

JUFFO. **Avaliação quantitativa e do grau de segregação dos resíduos sólidos orgânicos gerados em serviços de alimentação de um shopping center em Porto Alegre - RS**. Higiene Alimentar. Vol. 30 n. 258/259 - Julho/Agosto de 2016. Disponível em: <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2016/11/2546/separata-53-58.pdf>. Acessado em 30 de Julho de2021.

KHANDEGAR e SAROHA. **Electroco agulation for the treatment of textile industry effluente a review**. Department of Chemical Engineering, Indian Institute of Technology Delhi, HauzKhas, New Delhi-110016, India, 2013. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23892280/>. Acessado em 28 de Julhode 2021.

LEITE & PAWLOWSKY. **Alternativas de Minimização de Resíduos em uma Indústria de Alimentos da Região Metropolitana de Curitiba**. Rio de Janeiro, v. 10,n. 2, jun. 2005 . Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522005000200002&script=sci_arttext&tlng=pt Acessado em:02 dedezembro de 2020.

LONGHIN e SILVA. **Avaliação da toxicidade de resíduo de lavanderia industrialde jeans**. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego. Disponível em: <https://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/boletim/article/view/7613> acessado em 29 de junho de 2021.

LOPES, FREITSCH e MEES. **Metodologias e medidas para a minimização de resíduos em uma indústria moveleira**. Revista Tecnológica Santa Cruz do Sul, v.19, n.1, p.06-17, jan/jun. 2015. Disponível em: <https://online.unisc.br> Acessado em18 de Fevereiro de 2021.

MANRIQUE *et al.* **Plástico precioso: prototipagem rápida e reciclagem de resíduos de manufatura aditiva.** Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br>. Acessado em: 06 de Julho de 2021.

MELLO, E. T. de. ; PAWLOWSKY, U. **Minimização de resíduos em uma indústria de bebidas.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 8, p. 249-256, 2003, acessado em Julho 2021.

MOL, OLIVEIRA e BARBOS. **Efetividade da segregação de resíduos visando à coleta seletiva – estudo de caso em uma instituição pública.** Revista gestão sustentável ambiental. Florianópolis, v. 7, n. 3, p. 259-272, jul/set. 2018. Disponível em http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6954 Acessado em 25 de Julho de 2021.

MULLER *et al.* **Alternativas para minimização de resíduos em um frigorífico de suínos.** 2013 Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.unipinhal.edu.br>. Acessado em: 03 de dezembro de 2020.

SENAIRS. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. **Manual de Produção Mais Limpa.**

Disponível: https://www.senairs.org.br/sites/default/files/documents/manual_cinco_fases_da_producao_mais_limpa.pdf. Acessado em 25 novembro de 2020.

SILVA, SANTOS e GOMES. **Seleção do melhor modelo de lâmpada led para as instalações do SENAI CETIQT por meio do método Thor.** R.Gest.Anál., Fortaleza, v. 9, n. 3, p. 150-158, set./dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.unichristus.edu.br>. Acessado em 25 de Março de 2021.

SOUZA *et al.* **Compostagem: uma proposta ambiental para diminuição do lixo doméstico.** Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 87-100, jul-dez. 2020. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/download/55987/30773/>. Acessado em 26 de Abril de 2021.

SOUZA *et al.* **Estudo do tratamento de efluente têxtil através de processos de coagulação/floculação e eletrocoagulação.** Exacta, Belo Horizonte, v. 9, n. 2, p. 123-132. (2016). Editora UniBH. Disponível em: <https://revistas.unibh.br/dcet/article>. Acessado em 18 de Fevereiro de 2021.

SOUZA, AREAS e PERTEL. **Análise da viabilidade técnica de reutilização do efluente de uma lavanderia industrial.** – Perspectivas Online Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://ojs3.perspectivasonline.com.br/exatas_e_engenharia/article. Acessado em: 22 de Novembro de 2020.

SOUZA, SOUZA e PEREIRA 2014. **Análise da utilização do coagulante tanino na remoção da cor, turbidez e DQO do efluente têxtil de uma lavanderia industrial.** Santa Catarina 2014. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/anlise-da-utilizao-do-coagulante-tanino-na-remoo-da-cor-turbidez-e-dqo-do-efluente-textil-de-uma-lavanderia-industrial-18688>. Acessado em 18 de Fevereiro de 2021.

TIOSSI e SIMON. **Sustentabilidade e economia circular: diferenças e similaridades**. Anais do 1º Congresso de Sustentabilidade e Cidadania: Direitos Humanos, 10 e 11 de agosto, Iturama (MG), n. 1, 2017. Disponível em: <https://revista.facfama.edu.br/index.php/httprevistafacfamaedu.br/index/article/view/288>. Acessado em 28 de Julho de 2021.

VASCONCELOS. **Bim integrado à minimização da geração de resíduos da construção civil**. Minas Gerais, 2019. Disponível: <http://www.eventos.ufu.br> Acessado em: 30 de Novembro de 2020.

ANEXO A –LISTA DE CONTROLE DE PRODUTOS DA EMPRESA

				CONTROLE LAVANDERIA			
		PROCESSO:	DESTROYER	PILOTO			
		REFERÊNCIA:		PESO:	40		
Produto	Padrão p/ Kg	Gramas	Temperatura	Tempo	R:B	Água	
ENZIMA BIOPOLIMENTO	1,0%	0,4					
UMECTANTE	1,0%	0,4					
DESLIZANTE	1,0%	0,4					
ANTIMIGRANTE	1,0%	0,4	40°C	40'	6	240	
2 ENXÁGUES							
CLAREAMENTO							
PERMANGANATO DE POTÁSSIO	0,9%	0	A FRIO	6'	10	400	
2 ENXÁGUES							
NEUTRALIZAÇÃO							
METABISSULFITO DE SÓDIO	3%	1,2	40°	10'	10	400	
CENTRIFUGAR E SECAR A ROUPA							
PROCESSO USED (JATEADO)							
METABISSULFITO DE SÓDIO	3%	1,2	40°	10'	10	400	
2 ENXÁGUES							
PERÓXIDO	4,0%	1,6					
METASSILICATO	2,0%	0,8					
BARRILHA	1,0%	0,4					
ANTIMIGRANTE	1,0%	0,4	80°C	10'	10	400	
2 ENXÁGUES							

- 1 - NIVELAR A ÁGUA
- 2 - AQUECER A MÁQUINA
- 3 - COLOCAR OS PRODUTOS
- 4 - ADICIONAR A ROUPA
- 5 - DAR 3 TOMBOS DE 10" COM INTERVALO DE 30" COM A MÁQUINA PARADA
- 6 - RODAR O TEMPO DESEJADO

					CONTROLE LAVANDERIA		
		PROCESSO:				PILOTO	
		REFERÊNCIA:				PESO: KG	250
PRODUTO	QTD	LITROS	TEMPERATURA	TEMPO	ÁGUA / L		
ENXÁGUE							
			A FRIO	3'	10	2500	
UMECTAÇÃO							
DETERGENTE UMECTANTE	1%	2,5	A FRIO	5'	10	2500	
ENXÁGUE							
			A FRIO	3'	10	2500	
LAVAGEM							
DETERGENTE UMECTANTE	1,5%	3,8	70°C	20'	10	2500	
DETERGENTE ALCALINO	2,0%	5,0					
ENXÁGUE							
			A FRIO	3'	10	2500	
ALVEJAMENTO							
DETERGENTE CLORADO	1,5%	3,8	A FRIO	10'	10	2500	
ENXÁGUE							
			A FRIO	3'	10	2500	
ENXÁGUE							
			A FRIO	3'	10	2500	
NEUTRALIZAÇÃO							
NEUTRALIZANTE	0,5%	1,3	A FRIO	4'	10	2500	

TEMPO DE MÁQUINA
TEMPO DE ENCHIMENTO DE ÁGUA
TEMPO DE CARGA E DESCARGA ROUPA
TOTAL

54 MINUTOS
30 MINUTOS
10 MINUTOS
1H 34M

ÁGUA 22500