

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

MERILIM BERMUDES

IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E  
LÍQUIDOS GERADOS NO CORTE DAS PLACAS DE UHMWPE  
UTILIZADAS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE FILTROS  
PARA O SETOR CANAVIEIRO

RIBEIRÃO PRETO  
2018

Merilim Bermudes

IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E  
LÍQUIDOS GERADOS NO CORTE DAS PLACAS DE UHMWPE  
UTILIZADA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE FILTROS  
PARA O SETOR CANAVIEIRO

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

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

Ribeirão Preto  
2018

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

- Universidade de Ribeirão Preto -

M397d Bermudes, Merilim, 1988-  
Identificação e caracterização dos resíduos sólidos e líquidos gerados no corte das placas de UHMWPE utilizadas no processo de fabricação de filtros para o setor canavieiro / Merilim Bermudes. Ribeirão Preto, 2018.  
125 f.: il. color.

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

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

1. Resíduos industriais. 2. Placas de UHMWPE. 3. Corte por jato d'água. I. Título.

CDD 628

Merilim Bermudes

“IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS GERADOS NO CORTE DAS PLACAS DE UHMWPE UTILIZADAS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE FILTROS PARA O SETOR CANAVIEIRO”.

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

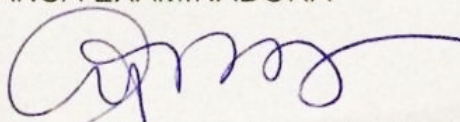
Orientador: Profa. Dra. Luciana Rezende Alves de Oliveira

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

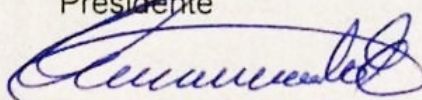
Data de defesa: 08 de julho de 2018

Resultado: aprovado

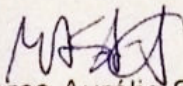
BANCA EXAMINADORA



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



Prof. Dr. Valdir Schalch ~  
Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP



Prof. Dr. Marco Aurélio Soares de Castro  
Universidade de Campinas - UNICAMP  
Ribeirão Preto  
2018



Dedico este trabalho à pessoa mais especial da minha vida, minha avó *Maria Umbelina Lopes da Silva*, que sempre me apoiou e me ajudou com tanto carinho e paciência, me ensinando o verdadeiro sentido do amor. Mulher doce e amável, meu porto seguro onde posso repousar, é delicada quanto uma flor, porém, mais forte e resistente que um diamante.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de viver o hoje, esta é a maior dádiva que podemos desfrutar, Ele é a luz que me guia, meu porto seguro nos momentos de medo e preocupações, o maior Mestre que alguém pode conhecer.

A Unaerp, seu corpo docente e coordenação que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior.

A minha querida orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Luciana Rezende Alves de Oliveira pela dedicação, carinho e paciência, mesmo nos momentos mais difíceis, me incentivou a seguir em frente.

Aos membros da banca de qualificação, Prof. Dr. Valdir Schalch e Prof. Dr. Marco Aurélio Soares de Castro pelas contribuições, conselhos, e as tão relevantes correções.

Aos professores, Prof. Dr. Reinaldo Pisani e Prof. Dr. Luciano Farias de Novaes, são mestres com excelência, me ensinaram grandes lições, as quais, guardarei para sempre comigo.

A minha avó Maria Umbelina Lopes da Silva, pelo amor, carinho, compreensão, paciência e cuidado. Diversas noites passei em claro escrevendo trechos deste trabalho e ela também não dormia, sempre preocupada com o horário dizendo que eu precisava descansar.

Ao meu noivo Peng Chien Ming, que sempre manteve a calma e paciência nos meus momentos de mau humor, a todo momento com um sorriso no rosto dizia “vai dar tudo certo” e isso me acalmava.

Aos meus pais Luís Eduardo Bermudes e Rosemeire Lopes Vitor pelo incentivo e preciosos conselhos, aos meus amados irmãos em especial ao Jonathan Delgado, meu confidente e conselheiro nos momentos de apreensão, a minha querida cunhada Anna Carolina Ferrari por todo carinho e dedicação.

Aos meus amigos Rafael Menezes, Beatriz Lago, Ricardo Righetti, Mara Masiero, Aretusa Cristiano, Fernando Gomes, Danilo Nather e todos aqueles que contribuíram para a concretização deste sonho.

Meu muito obrigada a todos.

*“A natureza pode suprir todas  
as necessidades do homem,  
menos a sua ganância.”*

*Mahatma Gandhi*

## RESUMO

As indústrias Brasileiras a cada ano vêm sofrendo avanços significativos em suas capacidades produtivas, e isso acarreta um aumento expressivo na geração de resíduos sólidos industriais. Muitos dos resíduos gerados no país não são destinados de forma adequada, atendendo a exigência da legislação. Existem indústrias e empresas clandestinas, que efetuam o descarte de forma inadequada, ou até empresas regularizadas as quais não passam por perícias de órgãos regulamentadores em razão da deficiência do levantamento de dados da geração de resíduos industriais no país. Devido à grande geração de resíduos sólidos e efluentes no setor industrial, faz-se necessária a gestão e o gerenciamento conforme a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Os geradores bem como o poder público são responsáveis pela disposição e destinação adequada para cada tipo de resíduo, conforme sua classificação e grau de periculosidade. Em virtude das preocupações ambientais que demandam cuidados, o presente trabalho teve como objetivo, diagnosticar o gerenciamento dos resíduos sólidos e efluentes gerados na fabricação dos diferentes tipos de filtros do setor sucroalcooleiro, na cidade de Ribeirão Preto, interior de São Paulo, investigando a possibilidade da minimização na geração desses resíduos, reuso e reciclagem, com o intuito de direcioná-los a disposição e destinação final adequada conforme o PNRS. A metodologia desenvolvida teve a caracterização da empresa participante, através de uma análise observacional verificando os pontos de geração de resíduos, a identificação e caracterização dos resíduos sólidos e líquidos no processo fabril no âmbito quantitativo e qualitativo, através de análises *in loco* e preenchimento de formulários de caracterização da indústria e dos resíduos gerados como preconiza a Resolução CONAMA 313, de 29 de outubro de 2002. Através dos levantamentos realizados foi possível identificar três tipos de resíduos e seu volume de geração, como: 2.376,00 kg de Abrasivo mineral, 19.008,00 L de água e 1.500,00 kg de retalhos das placas de UHMWPE. Os resultados caracterizam esta empresa como potencial poluidora, cuja produção é influenciada pela demanda sazonal do setor sucroalcooleiro. Identificou que grande parte dos resíduos sólidos e líquidos gerados na fabricação dos filtros são de origem sintéticas e resistentes ao processo de degradação natural, que tende a se acumular nos aterros sanitários. Através das análises dos resultados obtidos do processo de corte das placas de UHMWPE, foram elaborados sugestões de melhorias visando a redução, reutilização e reciclagem dos resíduos gerados em decorrência do beneficiamento das placas realizados na máquina de corte por jato d'água e abrasivo.

Palavras-chave: Resíduos Industriais. Filtros Industria Sucroalcooleira. Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Resíduos de UHMWPE. Máquina de Corte Jato de Água.

## ABSTRACT

The Brazilian industries each year have suffered significant advances in their productive capacities, and this has led to an expressive increase in the generation of industrial solid waste. Many of the waste generated in the country is not properly disposed of, taking into account the requirements of legislation. There are clandestine industries and companies, which dispose of them in an inadequate way, or even regularized companies which do not go through the expertise of regulatory agencies due to the deficiency of data collection of industrial waste generation in the country. Due to the large generation of solid waste and effluents in the industrial sector, management and management are required according to Law No. 12,305, of August 2, 2010, which establishes the National Solid Waste Policy (PNRS). Generators as well as the public authority are responsible for the appropriate disposal and destination for each type of waste, according to its classification and degree of danger. The objective of this study was to diagnose the management of solid waste and effluents generated in the production of different types of filters in the sugar and alcohol industry in the city of Ribeirão Preto, in the state of São Paulo, investigating the possibility of minimization in the generation of these wastes, reuse and recycling, with the intention of directing them to disposal and final destination according to the PNRS. The methodology developed had the characterization of the participating company, through an observational analysis verifying the points of generation of residues, the identification and characterization of the solid and liquid residues in the manufacturing process in the quantitative and qualitative scope, through in situ analysis and filling of forms of characterization of the industry and the waste generated as recommended by CONAMA Resolution 313, dated October 29, 2002. Through the surveys, it was possible to identify three types of waste and their generation volume, such as: 2,376.00 kg of Mineral Abrasive, 19,008 , 100 L of water and 1,500.00 kg of flaps of the UHMWPE plates. The results characterize this company as a polluting potential, whose production is influenced by the seasonal demand of the sugar and alcohol sector. He identified that most of the solid and liquid wastes generated in the manufacture of the filters are of synthetic origin and resistant to the natural degradation process, which tends to accumulate in landfills. Through the analysis of the results obtained from the UHMWPE plate cutting process, suggestions were made for improvements aimed at reducing, reusing and recycling the waste generated as a result of the beneficiation of the plates made in waterjet and abrasive cutting machines.

Keywords: Industrial Waste. Filters Industry Sucoalcooleira. Solid Waste Management. Waste from UHMWPE. Water Jet Cutting Machine.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	21
FIGURA 2 - DISPOSIÇÃO FINAL DOS RSU COLETADOS NO BRASIL (T/ANO) .....	26
FIGURA 3 - ENGENHO NO PERÍODO BRASIL COLÔNIA .....	37
FIGURA 4 - PEÇAS DE METAIS CORTADAS NA MÁQUINA DE CORTE A JATO DE ÁGUA E ABRASIVO .....	42
FIGURA 5 - CORTE DE ALTA PRECISÃO COM JATO DE ÁGUA E ABRASIVO .....	43
FIGURA 6 - TUBO DE MISTURA, CABEÇOTE DE SAÍDA E ENTRADAS DOS FLUXOS DE ÁGUA E ABRASIVO .....	44
FIGURA 7 - DIAGRAMA DE UM CORTADOR A JATO DE ÁGUA .....	45
FIGURA 8 - CORTES COM PERDAS REDUZIDAS DE MATERIAL .....	46
FIGURA 9 - MINERAL ALMANDINA BRUTA .....	48
FIGURA 10 - GRÂNULOS DE GARNET HARD ROCK MESH 80 .....	48
FIGURA 11 - RESISTÊNCIA AO DESGASTE POR ABRASÃO DE DIFERENTES TIPOS DE TERMOPLÁSTICOS .....	54
FIGURA 12 - MÁQUINA DE CORTE DE JATO D'ÁGUA .....	59
FIGURA 13 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA REGIÃO METROPOLITANA DE RIBEIRÃO PRETO – SP .....	61
FIGURA 14 - FILTRO INSTALADOS NO MUNDO .....	63
FIGURA 15 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO INICIAL DA PRODUÇÃO DE FILTROS .....	63
FIGURA 16 - LOCAL DE ARMAZENAGEM DAS CHAPAS DE UHMWPE .....	64
FIGURA 17 - DESENHO DO PLANO DE CORTE DAS PLACAS .....	65
FIGURA 18 - PLACA DE UHMWPE APÓS EXECUÇÃO DO CORTE PROJETADO .....	65
FIGURA 19 - MÁQUINA DE CORTE A JATO D'ÁGUA .....	66
FIGURA 20 - SETOR DE MONTAGEM DO FILTRO .....	67
FIGURA 21 - RETALHOS DE UHMWPE .....	69
FIGURA 22 - RETALHOS DE UHMWPE .....	69
FIGURA 23 - TANQUE DE ABRASIVO USADO .....	70
FIGURA 24 - ABRASIVO RESULTANTE DA MÁQUINA DE CORTE .....	70
FIGURA 25 - ÁGUA PROVENIENTE DO PROCESSO DE CORTE .....	71
FIGURA 26 - BICO POR ONDE SAI O JATO DE ÁGUA E ABRASIVO PRESSURIZADO .....	71
FIGURA 27 - ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO NA FABRICAÇÃO DOS FILTROS .....	72



FIGURA 28 - ABRASIVO MINERAL UTILIZADO NA MÁQUINA DE CORTE .....	73
FIGURA 29 - PLACA CINZA DE UHMWPE .....	77
FIGURA 30 - PLACA AZUL DE UHMWPE .....	77
FIGURA 31 - PROCESSO DE PENEIRAMENTO DO ABRASIVO .....	81
FIGURA 32 - PROCESSO DE LAVAGEM DOS RESÍDUOS DE ABRASIVOS.....	82
FIGURA 33 - PÁTIO DE SECAGEM DO ABRASIVO .....	82
FIGURA 34 - PROCESSO I DE SEPARAÇÃO POR GRANULOMETRIA.....	83
FIGURA 35 - PROCESSO II DE SEPARAÇÃO POR GRANULOMETRIA.....	83
FIGURA 36 - PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE ABRASIVO.....	84
FIGURA 37 - ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO ATUAL.....	85
FIGURA 38 - PROCESSO PRODUTIVO MODIFICADO CONSIDERANDO A RECUPERAÇÃO DO ABRASIVO .....	86
FIGURA 39 - PROPOSTA DE REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA SOBRESSALENTE DO PROCESSO .....	87

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESTADOS QUE APRESENTARAM O INVENTARIO ESTADUAL DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS.....	34
TABELA 2 - GERAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS .....	34
TABELA 3 - PORTE DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO.....	35
TABELA 4 - PRODUÇÃO MUNDIAL DE CANA-DE-AÇÚCAR EM 2010 .....	39
TABELA 5 - MOAGEM E PRODUÇÃO POR ESTADO DA REGIÃO CENTRO-SUL.....	40
TABELA 6 - PRODUÇÃO BRASILEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ETANOL .....	41
TABELA 7 - MÉDIA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ABRASIVO UTILIZADO NA MÁQUINA DE CORTE .....	47
TABELA 8 - EVOLUÇÃO DO USO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS PELO HOMEM.....	49
TABELA 9 - DENSIDADE E CRISTALINIDADE DOS POLIETILENOS .....	55
TABELA 10 - PESO MOLECULAR DE ALGUNS POLIETILENOS .....	56
TABELA 11 - MEDIDAS DAS PLACAS DE UHMWPE PARA CADA FILTRO .....	68
TABELA 12 - MEDIDAS DAS PLACAS DE UHMWPE.....	78

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABAGRP</b>	Associação Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto
<b>ABETRE</b>	Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ABRELPE</b>	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
<b>CEPEA</b>	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
<b>CETESB</b>	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
<b>CNI</b>	Confederação Nacional das Indústrias
<b>CONAB</b>	Companhia Nacional de Abastecimento
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>ESALQ</b>	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
<b>EMPLASA</b>	Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IPEA</b>	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
<b>ISO</b>	Organização Internacional de Normalização
<b>NBR</b>	Norma Brasileira Registrada
<b>PCP</b>	Planejamento e Controle de Produção
<b>PE</b>	Polietileno
<b>PEAD</b>	Polietileno de Alta Densidade
<b>PEBD</b>	Polietileno de Baixa Densidade
<b>PET</b>	Polietileno tereftalato
<b>PELBD</b>	Polietileno Linear de Baixa Densidade
<b>PEUAPM</b>	Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular
<b>PEUBD</b>	Polietileno de Ultra Baixa Densidade
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>PNRS</b>	Política Nacional de Resíduos Sólidos
<b>PP</b>	Polipropileno

<b>PROÁLCOOL</b>	Programa Nacional do Álcool
<b>PVC</b>	Policloreto de Vinila
<b>RM</b>	Região Metropolitana
<b>RS</b>	Resíduos Sólidos
<b>RI</b>	Resíduos Industriais
<b>RSU</b>	Resíduos Sólidos Urbanos
<b>SENAI</b>	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
<b>SNIS</b>	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
<b>UHMWPE</b>	Ultra High Molecular Weight Polyethylene
<b>UNICA</b>	União da Indústria de Cana-de-Açúcar
<b>USP</b>	Universidade de São Paulo
<b>UTEC</b>	Resina de UHMW – Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular

## SUMARIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	<b>15</b>
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	<b>15</b>
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
3.1 POLITICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, CONAMA, DECRETOS E LEIS VIGENTES NO BRASIL .....	<b>16</b>
3.1.1 Definição de Resíduos Sólidos.....	<b>22</b>
3.1.2 Política Estadual de Resíduos Sólidos, Leis e Decretos do Estado de São Paulo .....	<b>22</b>
3.1.3 Perspectiva dos Resíduos Sólidos no Brasil .....	<b>25</b>
3.1.4 Cenários dos Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de São Paulo .....	<b>27</b>
3.2 GESTÃO DOS RESÍDUOS INDUSTRIAIS NO BRASIL .....	<b>27</b>
3.2.1 Inventario Nacional e Estadual de Resíduos Industriais.....	<b>33</b>
3.2.2 Perfil do setor industrial do Estado de São Paulo .....	<b>35</b>
3.3 SETOR SUCROALCOOLEIRO NO BRASIL.....	<b>36</b>
3.4 TÉCNICAS DE CORTE UTILIZANDO JATO DE ÁGUA PRESSURIZADA E ABRASIVO .....	<b>41</b>
3.5 ABRASIVO UTILIZADO NO CORTE DAS PLACAS DE .....	<b>46</b>
3.6 POLÍMEROS .....	<b>49</b>
3.6.1 Polietileno.....	<b>52</b>
3.6.2 Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular UHMWPE .....	<b>53</b>
3.6.3 Moldagem por Compressão .....	<b>53</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>57</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA PARTICIPANTE E IDENTIFICAÇÃO NO SISTEMA PRODUTIVO DOS PONTOS GERADORES DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS .....	<b>57</b>
4.2 IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS GERADOS NO PROCESSO DE CORTE DAS PLACAS .....	<b>58</b>

4.3 CLASSIFICAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DOS COMPONENTES DAS PLACAS DE UHMWPE E DO ABRASIVO.....	59
4.4 PROPOR MELHORIAS NA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS GERADOS NO PROCESSO DE CORTE .....	60
4.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	60
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>61</b>
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA FABRICANTE DE FILTROS E A IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS GERADORES DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS .....	62
5.1.1 Caracterização dos Filtros .....	67
5.2 IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS GERADOS DURANTE O PROCESSO DO CORTE DAS PLACAS.....	68
5.3 CLASSIFICAÇÃO DE FORMA QUÍMICA E FÍSICA DOS COMPONENTES DAS PLACAS DE UHMWPE E DO ABRASIVO MINERAL .....	76
5.4 PROPOSTA DE MELHORIAS NA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO DE CORTE DAS PLACAS DE UHMWPE.....	79
5.4.1 Proposta de Melhorias na Destinação dos Resíduos das Placas de UHMWPE .....	79
5.4.2 Proposta de Melhorias na Destinação dos Resíduos do Abrasivo Mineral .....	81
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>88</b>
<b>7 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS .....</b>	<b>90</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICE A - Formulário de Caracterização da Empresa.....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICE B - Formulário de Caracterização da Indústria e dos RSI (Modelo adotado pela Resolução CONAMA 313).....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO A – Certificado de Qualidade do UHMWPE .....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO B – Ficha de Segurança do UHMWPE.....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXO C – Ficha Técnica de Segurança do abrasivo Garnet 80 .....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO D – Ficha Técnica do Abrasivo utilizado pela empresa fabricante de Filtros. ....</b>	<b>113</b>
<b>PUBLICAÇÕES – Congresso Internacional SILUBESA 18° .....</b>	<b>116</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Uma das principais bases econômicas do Brasil é a agricultura, o país demanda de largo espaço físico apto para o plantio, dono de um clima quente e úmido, propício para uma extensa diversidade de cultivo como: a cana-de-açúcar, soja, cacau, café, laranja, dentre outros.

De acordo com o Cadastro Central de Empresas – (CEMPRE e IBGE, 2016), o país conta com 101.669 empresas do setor agrícola, pecuária e afins; empregando mais de 561.509 colaboradores; a maior concentração de empresas e indústrias estão situada na região sudeste do país, ficando com mais de 50% desta demanda.

A indústria fabricante de filtros industriais da cidade de Ribeirão Preto, SP, está caracterizada pela grande demanda na fabricação de diferentes tipos de filtros para a indústria canavieira, focada nas usinas do mercado internacional, cuja produção é influenciada pelo aumento da produção de açúcar e álcool. Neste perfil produtivo as usinas utilizam filtros nas etapas de produção do caldo, xarope, lodo e fuligem.

Na fabricação desses diferentes tipos de filtros, geram-se resíduos sólidos industriais e efluentes provenientes da máquina de corte. Os efluentes gerados são dispostos junto ao esgoto sem prévio tratamento e os resíduos sólidos são coletados por caçambeiro ou carroceiros de forma irregular e dispostos em locais indefinidos.

Esta postura confronta as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) conforme a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 que prevê, a responsabilidade dos geradores, sendo eles pessoas físicas ou jurídicas, de domínio público ou privado, bem como do poder público em efetuar a destinação adequada para cada tipo de resíduo, conforme sua classificação e grau de periculosidade.

De acordo com as FISPQ e NBR 10004:2004, 10005:2004, 10006:2004 e 10007:2004, os resíduos sólidos gerados na fabricação dos filtros em questão são classificados como resíduos industriais não perigosos Classe II A. Por este motivo, as políticas públicas federais e estaduais afirmam que às micro e pequenas empresas de potencial poluidor irrelevante poderão apresentar um plano simplificado de gerenciamento de resíduos sólidos cuja aprovação ficará a cargo do respectivo órgão

municipal. A falta da não fiscalização municipal adequada, sustenta o descumprimento das leis ambientais e inibe a prática de estratégias sustentáveis direcionadas a disposição e destinação adequada aos resíduos sólidos e efluentes.

A região sudeste do Brasil é uma região composta por 1.668 municípios, identificada como a região de maior geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil e conforme (ABRELPE e IBGE, 2016) no ano de 2015, a região sudeste que é composta pelos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo geraram cerca de 107.375,00 toneladas/dia de RSU, das quais 97,4% foram coletadas, mas ainda 27% deste volume, ou seja, 28.286,00 toneladas/dia, são dispostos em lixões e aterros controlados. O montante coletado no ano de 2015 no Brasil foi de 72,5 milhões de toneladas, índice de cobertura 90,8% para o país, o que significa que cerca de 7,3 milhões de toneladas de RS não foram coletados, sendo então destinados de formas inadequadas.

Com o intuito corretivo, afim de que a empresa deste estudo se coloque em conformidade diante da legislação pertinente, executando a destinação e a disposição final adequada para seus resíduos e efluentes, foi realizada uma pesquisa para diagnosticar como é orientado o gerenciamento ambiental no âmbito do seu processo produtivo e os potenciais e reais impactos do descarte inadequado desses resíduos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver o diagnóstico da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos e líquidos gerados no processo de corte das placas de Ultra High Molecular Weight Polyethylene (UHMWPE) utilizadas na fabricação de filtros para caldo, xarope, lodo e fuligem da indústria canavieira, em uma empresa situada na cidade de Ribeirão Preto – SP.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a indústria participante e identificar os pontos no sistema produtivo responsáveis pela geração dos resíduos sólidos e líquidos;
- Identificar e quantificar os resíduos sólidos e líquidos gerados durante o processo do corte das placas UHMWPE através do acompanhamento do processo;
- Classificar de forma química e física através das FISPQ os componentes das placas de UHMWPE e do Abrasivo no processo de corte para análise da periculosidade dos resíduos;
- Propor melhorias na destinação dos resíduos sólidos e líquidos gerados no processo de corte das placas de UHMWPE.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 POLITICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, CONAMA, DECRETOS E LEIS VIGENTES NO BRASIL

Um marco relevante na esfera ambiental foi a entrada em vigor da LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto 99.274/90, tem por objetivo; preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental, buscando garantir condições de desenvolvimento socioeconômico e assegurar à proteção da dignidade da vida humana. Têm por princípios: o equilíbrio ecológico considerando o meio ambiente como um patrimônio público; racionalização do uso do solo, subsolo, água e ar; fiscalização e planejamento do uso dos recursos ambientais; proteção do ecossistema; controle e zoneamento das atividades poluidoras ou potencialmente poluidoras; acompanhamento da qualidade ambiental; recuperação de áreas degradadas; proteção de áreas ameaçadas; e educação ambiental para todos os níveis de ensino (BRASIL, 1981).

A Lei 6.938 despertou a atenção das políticas públicas para os assuntos voltados a preservação do meio ambiente, responsável pela criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), também influenciou para a criação do artigo 225 da Constituição Federal de 1988 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018).

A Constituição Federal de 1988 foi de grande valia no que tange a esfera ambiental no Brasil, abordando contextos relevantes para a preservação do meio ambiente, apresentando uma visão mais ampla para a indispensável mudança de conduta e comportamento no âmbito ambiental. Está previsto no Artigo 225 que, todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

A CF ao mesmo tempo em que sancionou o direito de todos em desfrutar do meio ambiente ecologicamente equilibrado e sadio a saúde, também decretou a obrigatoriedade de todos em preservá-lo e protegê-lo, tanto ao Poder Público quanto

a coletividade. A Constituição Federal atribui ao Poder Público o dever de preservar e restaurar os processos ecológicos; preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País; fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético; definir espaços territoriais a serem protegidos; exigir na forma da lei, o estudo prévio de impacto ambiental para todas as atividades potencialmente causadoras de degradação ao meio ambiente; controlar a produção, a comercialização e o uso de substâncias que apresentem riscos para a vida e ao meio ambiente; promover a educação ambiental e a conscientização pública; proteger a fauna e a flora em forma de lei (BRASIL, 1988).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, apresenta um marco inovador e ousado na execução da gestão compartilhada do meio ambiente, sustentada pelo art. 225 da Constituição Federal (CF), ao criar a integração e a cooperação entre o poder público, o setor empresarial e a sociedade, com a perspectiva da gestão e o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos. A PNRS é uma política ambiental setorial que integra a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei nº 6.938/81 a qual foi complementada pela CF de 1988.

A PNRS compartilha com todos à responsabilidade pela gestão integrada e gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, desde o poder público até os sucateiros e catadores de materiais recicláveis, compartilha o sistema de logística reversa, priorizando os acordos setoriais. O funcionamento da responsabilidade compartilhada na logística reversa promove a tríplice responsabilidade, alcançando a esfera civil, administrativa e penal; a PNRS se apresenta como uma norma geral federal, com a pretensão de traçar diretrizes gerais (JARDIM; YOSHIDA; FILHO, 2012).

Assim como a Constituição Federal, a LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010 Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, prevê a responsabilidade de todos sob a geração de RSU, sendo sua geração direta ou indireta, se tratando de pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado. A PNRS reúne instrumentos, diretrizes, objetivos, metas e ações adotadas pelo Governo Federal, separadamente ou em parceria com o Estado, Distrito Federal, Municípios ou particulares, objetivando a gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos. Um dos princípios da PNRS consiste no, reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda. Também alinhada com os objetivos da não geração, redução, reutilização,

reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, desempenhando a disposição final dos rejeitos adequadamente; estimulando a adoção de práticas de produção e consumo sustentável; incentivando o desenvolvimento de sistemas voltados para melhorias no processo produtivo e reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluindo aproveitamento energético.

Dos instrumentos da PNRS destaca-se, o inventário e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos, onde são levantados os volumes gerados em cada estado e seus respectivos municípios, trazendo informações mais tangíveis dos volumes gerados no país e seus concernentes destinos; dos princípios adotados pela Política Nacional também está a coleta seletiva e a logística reversa, onde garante que determinados grupos de resíduos retornem a seu local de origem, para a reciclagem, recuperação ou disposição ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

De acordo com o Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana para os municípios brasileiros (ISLU), a PNRS se trata de uma legislação moderna que tem por objetivo compartilhar a responsabilidade de todos, no entanto, as metas estipuladas pela política é um tanto desafiadoras, considerando o não cumprimento do prazo para a extinção dos lixões, os quais deveriam ser desativados até 2014, o que não aconteceu. Dos 5.568 municípios brasileiros, 3.326 ainda descartam seus resíduos inadequadamente, onde 41,3% de todo montante gerado vai para vazadouros a céu aberto. Este cenário agrava os impactos ao meio ambiente e a salubridade pública, considerando que o país gera em média 79 milhões de toneladas de RSU anualmente, a política completou 8 anos, ainda assim, o cenário dos lixões continua incerto em diversos municípios (ISLU, 2017).

Existe um fator complexo na implantação da PNRS, quando muitos Estados editaram suas políticas estaduais de resíduos sólidos, utilizando da permissiva da atual Constituição, a problemática se dá na dificuldade de harmonizar e padronizar essas legislações precedentes com as diretrizes da PNRS. Na lei 12.305 estabelece que a Política Nacional de Resíduos Sólidos e as Políticas de Resíduos Sólidos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios deverão ser compatíveis.

A política nacional ao mesmo tempo que representa uma ascensão no âmbito ecossistêmico, vem dotada de desafios para sua efetiva implementação. O êxito da gestão compartilhada entre o poder público e a sociedade depende da cooperação, coordenação e integração das esferas federativas; da participação ativa



da sociedade; da execução da responsabilidade compartilhada entre todos os elos da cadeia geradora (JARDIM; YOSHIDA; FILHO, 2012; BRASIL, 2010).

A Lei 12.305 aborda a gestão integrada como sendo; um conjunto de ações voltadas para solucionar questões sobre os resíduos sólidos: de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável, garantindo a sociedade informações e participações nos processos de formulação, implantação e avaliação das políticas públicas aos RS. No Art. 10º desta mesma lei, incumbe ao Estados, o Distrito Federal e aos Municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados em seus territórios, sem prejuízo das competências de controle e fiscalização dos órgãos federais e estaduais do Sisnama, do SNVS e do Suasa, bem como da responsabilidade do gerador pelo gerenciamento de resíduos, de acordo com o estabelecido na Lei. Está previsto também o dever de fornecerem aos órgão federal, todas as informações necessárias e precisas sobre os RS gerados no território de sua competência (BRASIL, 2010).

O Decreto Nº 7.404, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2010, o qual por sua vez deve-se fazer cumprir as normas estabelecidas na PNRS, criando o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos, com a finalidade de apoiar a estruturação e implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, de modo a possibilitar o cumprimento das determinações e das metas previstas na Lei nº 12.305, de 2010. Cabe ao Comitê Interministerial: criar os procedimentos para elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos; elaborar e avaliar sua implementação; definir as informações complementares ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Perigosos; promover estudos e medidas visando a desobrigação tributária de produtos recicláveis; elaborar estratégia para a difusão de tecnologias limpas para a gestão e o gerenciamento de RS; incentivar pesquisas nas práticas de reciclagem, reaproveitamento e tratamento dos resíduos sólidos; propor medidas para a execução dos instrumentos e objetivos da PNRS; implantar ações para apoiar a execução da revisão dos planos de resíduos sólidos (Brasil, 2010).

Está previsto no decreto 7.404 o dever da União em elaborar o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, sua vigência tem o prazo indeterminado, devendo ser atualizado a cada quatro anos. De acordo com o Art. 47 do decreto, a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos deverá ser realizada de acordo com a seguinte metodologia: a elaboração da

proposta preliminar deverá ser realizada em até 180 dias, contados a partir da publicação do Decreto; liberar a proposta para consulta pública, pelo prazo mínimo de sessenta dias, contados da data da sua divulgação; realização de audiências públicas em cada região do País e uma audiência pública de âmbito nacional, no Distrito Federal; apresentação da proposta, incorporadas as contribuições vindas da consulta e das audiências públicas, para a avaliação dos Conselhos Nacionais de Meio Ambiente, das Cidades, de Recursos Hídricos, de Saúde e de Política Agrícola; e encaminhamento pelo Ministro de Estado do Meio Ambiente ao Presidente da República da proposta de decreto que aprova aquele Plano.

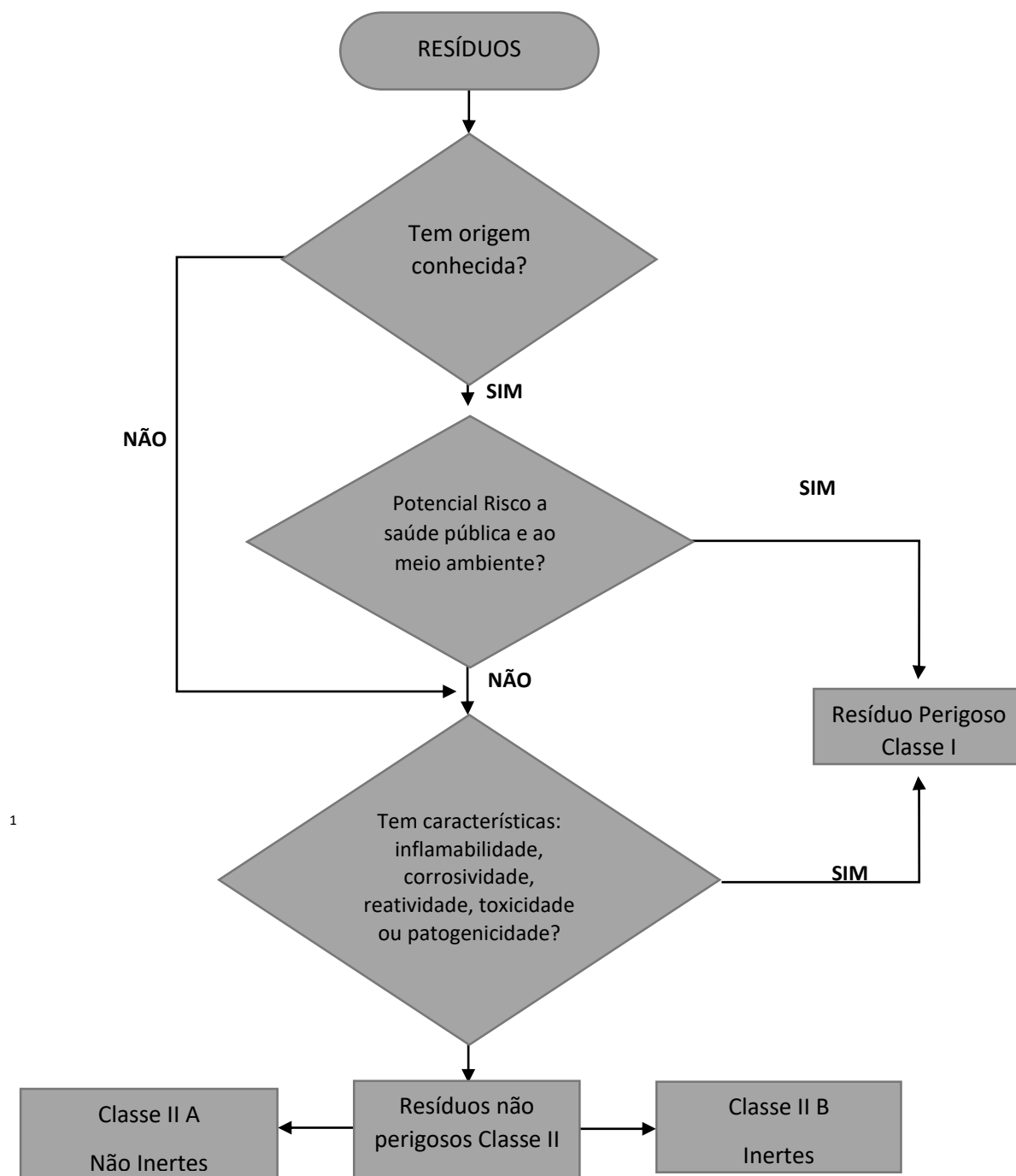
De acordo com o Decreto, os planos estaduais de resíduos sólidos devem abranger todo o território pertencente ao Estado e atender no mínimo o conteúdo previsto na Lei no 12.305, de 2010. Além disso, os Estados poderão elaborar planos microrregionais, assim como planos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas. É dever do Estado assegurar a participação de todos os respectivos Municípios que integrem a microrregião, região metropolitana ou aglomeração urbana (BRASIL, 2010).

A NBR 10004, entrou em vigor em 2004, é uma norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a norma foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial Temporária de Resíduos Sólidos (ABNT/CEET – 00:001.34), a qual tem por objetivo estabelecer critérios para a classificação dos resíduos sólidos gerados no país, quanto aos seus riscos potenciais a saúde pública e ao meio ambiente, possibilitando seu gerenciamento adequado.

A classificação dos resíduos envolve a identificação das atividades e processo que deu origem ao resíduo, e identificação de seus componentes de forma minuciosa, de acordo com as matérias-primas utilizadas, os insumos e o processo. A Norma classifica os resíduos como Classe I – Perigosos e Classe II – Não Perigosos conforme (Figura 1).

Assim como a NBR 10004, também foram criadas no mesmo ano as NBR's 10005, 10006 e 10007; para obtenção do extrato lixiviado dos resíduos sólidos; para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos; e amostragem de resíduos sólidos (ABNT, 2004). É seguindo estas Normas que os demais órgãos fiscalizadores e regulamentadores atuam na fiscalização das coletas, transportes, armazenagens e descarte dos resíduos de acordo com sua origem e periculosidade.

Figura 1 - Caracterização e Classificação dos Resíduos Sólidos



2

Fonte: ABNT NBR 10004:2004, adaptado pela Autora, 2018

<sup>1</sup> Além das características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, ainda tem: agentes teratogênicos, agentes mutagênicos, carcinogênicos e ecotóxicos.

<sup>2</sup> Resíduos Classe II A – Não Inertes: Podem apresentar propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Resíduos Classe II B – Inertes: Quando amostrados de uma forma representativa, e submetido a um contato dinâmico e estático com água, à temperatura ambiente, não tiverem seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água (NBR 10004:2004).

### 3.1.1 DEFINIÇÕES DE RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a NBR 10004 de 2004, entende-se por resíduo sólido todo aquele que se encontra em estado sólido ou semi-sólido, que é resultante de atividades industriais, comerciais, domésticas, hospitalares, construção civil, de limpeza e varrição. Os lodos oriundos do tratamento de água, resíduos gerados em equipamentos de controle de poluição, assim como também os líquidos cujas suas características os tornam inviáveis para o lançamento nas redes públicas de esgoto ou corpos de água. Também estão inclusos nessa definição e são passíveis de enquadramento nas normas vigentes. Os resíduos sólidos podem ser classificados com Classe I – Perigosos ou Classe II – Não perigosos, que por sua vez são subdivididos em Classe II A – (não inertes) e Classificação II B – (inertes).

A periculosidade de um resíduo é definida pelas suas características físicas, químicas ou infecto-contagiosas; podendo causar riscos à saúde pública e ao meio ambiente, provocar mortalidade e ocorrência de doenças. Os fatores analisados são a sua toxicidade, agentes teratogênicos, agentes mutagênicos que podem provocar anomalias e falhas no material genético, agentes carcinogênicos que pode promover o aparecimento de câncer, agentes ecotóxicos, inflamáveis, corrosivos e substâncias altamente reativas e instáveis (ABNT, 2004).

Em conformidade com a Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os resíduos sólidos são: material, substâncias e objetos descartados que são resultado de atividades humanas em sociedade, estando eles no estado sólido ou semissólidos, incluindo também gases contidos em recipientes e líquidos cujas características tornem seu lançamento inviável na rede pública de esgoto ou em corpos d'água (Brasil, 2010).

### 3.1.2 POLÍTICA ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, LEIS E DECRETOS DO ESTADO DE SÃO PAULO

Em 2006 foi sancionada a Lei Estadual 12.300, com o objetivo de realizar a gestão integrada e compartilhada dos resíduos sólidos do Estado de São Paulo, com a intenção de preservar e controlar a poluição, à proteção e à recuperação da qualidade do meio ambiente, assegurando o uso adequado e consciente dos recursos ambientais. A lei institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, que por sua vez tem

como princípios: a visão estruturada da gestão dos resíduos sólidos considerando as variáveis, sociais, culturais, econômicas, ambientais, tecnológicas e de saúde pública; a gestão integrada e compartilhada dos RS por meio da conexão entre Poder Público, iniciativa privada e demais esferas civil; a cooperação com os órgãos da União, dos Municípios e agências estaduais; o estímulo da produção e do consumo sustentável; a prevenção da poluição promovendo a redução da geração nas fontes geradoras; incentivos a reutilização, reciclagem, redução e recuperação; garantir a sociedade as informações, pelo gerador, sobre o potencial poluidor e o impacto a saúde pública causado pelos seus produtos; e atuar em concordância com as políticas estaduais de recursos hídricos, meio ambiente, saúde, saneamento básico e desenvolvimento.

Para alcançar os objetivos pretendidos nesta Lei, caberá ao Poder público juntamente com a iniciativa privada, fomentar iniciativas que visem o melhor funcionamento e implantação da PERS, como: promover e garantir a redução, reutilização, a reciclagem, recuperação, a coleta e a disposição final dos resíduos sólidos do Estado de São Paulo; Incentivando a pesquisa e o desenvolvimento de novas técnicas de reciclagem e tratamento; fomentar ações que incentive o uso consciente de embalagens; promover a implantação de programa estadual em parcerias com os Municípios, instituições de ensino e organizações; incentivar a criação de cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis; implantar Sistema Declaratório Anual para o controle da geração, estocagem, transporte e destinação final de resíduos industriais, dentre outras condutas que devem ser implantadas e seguidas pelo Estado de São Paulo e seus municípios, almejando um ambiente ecologicamente equilibrado e sadio a saúde pública.

Para as regiões metropolitanas, como no caso de Ribeirão Preto, as soluções para gestão dos resíduos sólidos deverão seguir o plano metropolitano de resíduos sólidos com participação do Estado, Municípios e da sociedade civil. Os resíduos sólidos gerados no Estado, apenas poderão ser enviados para outros Estados, caso tenham a prévia autorização do órgão competente do Estado receptor.

A Lei Estadual proíbe as práticas de destinação e utilização inadequada de seus resíduos, sendo elas: lançamento de resíduos a céu aberto, como lixões; queima de resíduos a céu aberto; deposição em áreas de proteção especial e sujeitas a inundações; lançamento de resíduos na rede pública de esgoto, em rede de drenagem pluvial e assemelhados; é terminantemente proibido despejar, infiltrar ou aterrar resíduo no solo sem prévio tratamento e aprovação do órgão competente do estado.

No artigo 46 desta lei, prevê a obrigatoriedade das fontes geradoras, dos transportadores de resíduos e das unidades receptoras em realizar a declaração anual, contendo as informações como: a quantidade de resíduos gerados, tipo de resíduos, armazenamento, transporte, destinação e demais informações correlatas.

Para os resíduos perigosos gerados dentro do Estado, também se faz necessária à declaração anualmente ou sempre que solicitado pelas autoridades competentes do Estado ou Município. O inventário anual de resíduos perigosos deve apresentar as quantidades de resíduos gerados, armazenados, manipulados, coletados, transportados, tratados, bem como sua origem e disposição final. O objetivo do inventário é reduzir a quantidade e a periculosidade dos resíduos perigosos gerados no Estado de São Paulo (Lei Estadual 12.300 / 2006).

O Decreto 50.079, DE 24 DE JULHO DE 1968, criou a Centro Tecnológico de Saneamento Básico (CETESB), destinada a realizar exames laboratoriais, executar levantamentos, estudos, pesquisas e treinamentos no campo da engenharia sanitária. Em 2009 entrou em vigor a Lei 13.542, que criou a nova CETESB, agora Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. É uma agência do Governo do Estado e dispõe de um papel importante na área ambiental, é responsável pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento das atividades poluidoras, com o objetivo de recuperar e preservar a qualidade do ar, do solo e das águas, também atua na revisão e elaboração de normas técnicas.

A CETESB iniciou a normatização técnica em 1975, um ano depois publicou a legislação ambiental para o Estado de São Paulo, quando a elaboração de normas passou a ser uma das atribuições legais da Companhia. Em 1977 a CETESB criou o Comitê de Normas Técnicas, o qual coordena a elaboração ou revisão das Normas, como também as propostas externas vindas das câmeras ambientais, das alterações das políticas públicas do meio ambiente e do CONSEMA<sup>3</sup>. As normas desenvolvidas pelo Comitê de Normas Técnicas são multidisciplinares, que envolvem as áreas técnicas da CETESB. Parte das normas publicadas pela ABNT na esfera ambiental foi baseada nos documentos da CETESB, a Companhia também contribuiu

---

<sup>3</sup> CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente, é o órgão consultivo máximo, normativo e recursal integrante do Sistema Ambiental Paulista. É um fórum democrático de discussão dos problemas ambientais e instância catalisadora de demandas e de proposição de medidas que aprimoram a gestão ambiental do Estado. **Fonte:** CONSEMA **Disponível em:** <http://www2.ambiente.sp.gov.br/consema/> **Acesso em:** 21 ago. 2018



com o desenvolvimento dos instrumentos de gestão ambiental e aperfeiçoamento da International Organization for Standardization ISO – 14001, atualmente a CETESB dispõe de 103 normas vigentes (CETESB, 2018).

A Companhia é o órgão delegado do Governo do Estado de São Paulo no domínio do controle da poluição, cujas atribuições são: operar o licenciamento ambiental de atividades e estabelecimentos que utilizem de recursos ambientais, que apresente riscos iminentes ou potenciais poluidores que possam de qualquer forma causar a degradação ambiental; emitir licenças de localização pertencentes ao zoneamento industrial metropolitano.

Um papel de suma relevância da CETESB é o de fiscalizar e impor penalidades aos infratores, que: causarem poluição ou degradação no meio ambiente; instalarem atividades sem licença ambiental ou descumprirem suas exigências; uso e ocupação do solo em áreas de proteção de mananciais; aos infratores da legislação sobre o zoneamento industrial metropolitano. Do mesmo modo, é de competência da Companhia executar o monitoramento ambiental, da qualidade dos recursos hídricos, do solo e do ar; realizar exames, análises e monitoramento ambiental; expedir normas técnicas específicas e suplementares no âmbito de suas atribuições; dentre outras ações pertinentes a proteção ambiental do Estado de São Paulo (Lei 13.542, 2009).

### 3.1.3 PERSPECTIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

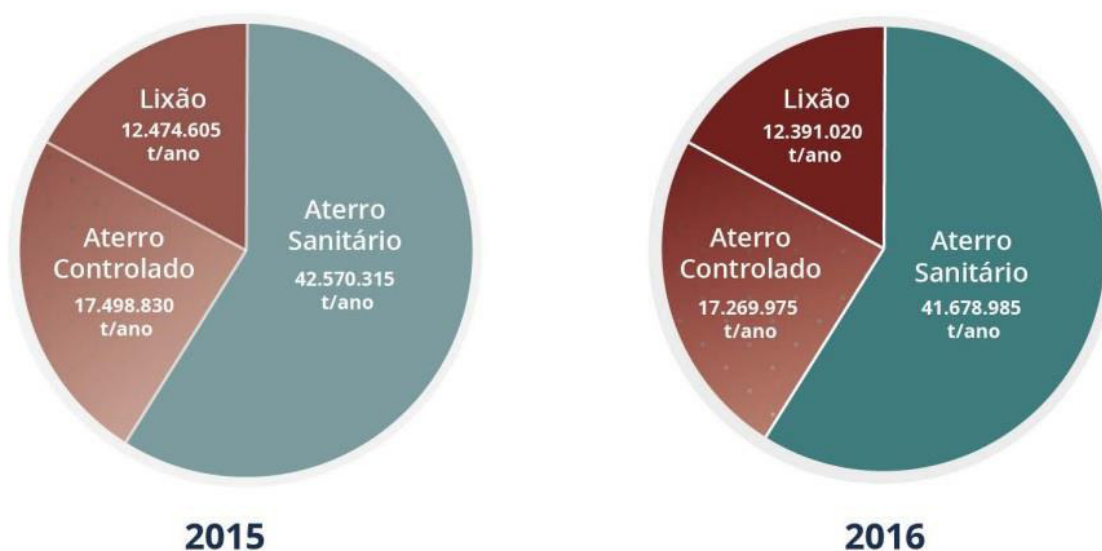
Como consequência do desenvolvimento tecnológico e social, veio o aumento da poluição das águas e do solo em decorrência da disposição inadequada de resíduos sólidos gerados de atividades antrópicas. Com a evolução tecnológica o mundo vem sofrendo diversas transformações. Esse avanço tem o seu preço, a elevação de dificuldades de dimensões globais, relacionadas, principalmente às perdas resultantes da biodiversidade, à emissão de gases que contribuem para o efeito estufa, ou que danificam a camada de ozônio (ABRELPE, 2016; JARDIM; YOSHIDA; FILHO, 2012).

O retrato do Brasil atual mostra a existência de lixões a céu aberto e a ideia persistente da população em considerar os pequenos rios e as beiras das rodovias como locais de disposição final. Aproximadamente 40% dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil ainda são descartados em lixões (JARDIM; YOSHIDA; FILHO, 2012). Em 2016 o montante coletado foi de 71,3 milhões de toneladas de resíduos,

índice de coleta de 91% para o país, do montante gerado no Brasil, cerca de 7 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta e, conseqüentemente destinados inadequadamente (ABRELPE, 2016).

A disposição impropria continua sendo praticada em 3.331 municípios brasileiros, onde no ano de 2016 enviaram mais de 29,7 milhões de toneladas de resíduos para aterros controlados e lixões, locais que não dispõem de sistemas e medidas necessárias para a proteção do meio ambiente, o volume corresponde a 41,6% do montante gerado no país. Os custos e a dificuldade em se destinar corretamente os resíduos, fomentam o seu descarte indevido, afetando os mananciais de água potável, contribuindo consideravelmente para a obstrução das redes de drenagem, acarretando em inundações, deslizamentos e a propagação de doenças e vetores. O mercado de limpeza urbana no país teve uma recessão no ano de 2016 comparado com o ano de 2015 e movimentaram R\$27,3 bi, uma queda de 0,6% como ilustra o gráfico (Figura 2) ABRELPE (2016).

Figura 2 - Disposição Final dos RSU coletados no Brasil (t/ano)



Fonte: ABRELPE, 2017

Com o intuito de avaliar o saneamento no país e aperfeiçoar sua gestão, em 1996 o Governo Federal criou o Sistema Nacional de Informações sobre

Saneamento – SNIS, o órgão contém informações sobre a prestação de serviço de Água e Esgoto, Manejo de Resíduos Sólidos e Manejo das águas Pluviais e Urbanas. O SNIS divulga anualmente os Diagnósticos da situação da prestação de serviços de saneamento básico, todas as informações obtidas são fornecidas pelos prestadores de serviços de água, esgotos, resíduos sólidos urbanos e águas pluviais urbanas (SNIS, 2018).

### 3.1.4 CENÁRIOS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO ESTADO DE SÃO PAULO

O Governo do Estado de São Paulo, juntamente com a Secretaria do Estado do Meio Ambiente e a CETESB, elabora anualmente o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos. No inventário realizado em 2016 é apresentado o Enquadramento dos municípios do Estado de São Paulo, quanto às condições de tratamento e disposição dos resíduos urbanos. O inventário aponta que o município de Ribeirão Preto envia diariamente 739,74 toneladas de RSU para os aterros sanitários, e apresenta condições adequadas. De forma geral, o Estado de São Paulo apresentou melhoras no índice médio no período de 2011 a 2016, no entanto, aproximadamente 40 municípios ainda apresentam condições inadequadas para a distinção de seus RSU.

### 3.2 GESTÃO DOS RESÍDUOS INDUSTRIAIS NO BRASIL

O Artigo 13 da LEI N<sup>o</sup> 12.305 define resíduos sólidos industriais como; todo aquele gerado em decorrência de processos produtivos e instalações industriais, quanto à periculosidade podendo ser classificados como resíduos perigosos ou resíduos não perigosos. Sendo, resíduos perigosos: aqueles que, em virtude de suas características possam provocar danos à saúde pública ou ao meio ambiente, devido sua inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, corcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, e os resíduos não perigosos: são aqueles resíduos não enquadrados na alínea “a” desta lei (BRASIL, 2010). A Resolução CONAMA n<sup>o</sup> 313, de 29 de outubro de 2002, que dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, entende-se por resíduos sólidos industriais, todo aquele proveniente de atividades industriais que se encontre em

estado sólido, semi-sólido, gasoso e líquido - cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água. Também está incluso nesta definição os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água e aqueles gerados durante o controle de poluição (Brasil, 2002).

Levando em considerando a ausência de informações tangíveis sobre a quantidade de geração, os tipos e os destinos dos resíduos sólidos gerados nas plantas industriais do país; presumindo que esses resíduos podem apresentar características prejudiciais à saúde pública e ao meio ambiente, podendo suscitar acidentes e doenças, fez-se necessária a implantação de um inventário exclusivo para esta classe de resíduos, com o objetivo de coletar informações sobre os resíduos sólidos gerados nas atividades industriais. O Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais é um conjunto de informações utilizadas para identificar a característica, o volume de geração, o tipo de armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos RI gerados no país, (CONAMA, 2002).

O planejamento se torna praticamente impossível devido à falta de dados de geração, classificação, tratamento e disposição final. São poucas as opções de destinação e as existentes tem um custo elevado que acaba inviabilizando o processo. Como não se tem ideia das quantidades geradas e os dados existentes são obsoletos, na maioria das vezes as ações são feitas de forma intuitiva (JARDIM; YOSHIDA; FILHO, 2012). A ausência de informações precisas dificulta o trabalho da fiscalização e controle; sem dados concretos, as pesquisas para melhorias e minimizações acabam sendo afetadas com possíveis dados empíricos (CONAMA, 2002).

Uma vez que, as sobras do processo de fabricação devem ser consideradas como matéria-prima excedente, é um desperdício não inseri-las em processos alternativos visando o aproveitamento ou reciclagem. O Brasil recicla em torno de 12% dos RSU, apesar disso, alguns materiais apresentam os índices de reciclagem mais elevados do mundo, tais como as latinhas de alumínio, papelão e PET. O país possui uma rede de sucateiros que alimentam as siderúrgicas, que conseguem operar com mais de 85% de matéria-prima oriunda do comércio de sucatas. Cerca de 50% do vidro produzido no país, retorna às empresas vidreiras. Essas ações de reciclagem são feitas praticamente sem a implementação da coleta seletiva nos municípios (JARDIM; YOSHIDA; FILHO, 2012).

A PNRS permite que se avence bem mais, através da ampliação de coletas seletivas em todo o país; criando banco de dados e mecanismos de incentivo as

coletas; buscando novas tecnologias para o tratamento e disposição final dos resíduos industriais, promovendo desta forma, melhores condições de planejamento e desenvolvimento. A Lei 12.305 e seu Decreto 7.404, têm de dar especial atenção aos sistemas de informações onde os geradores possam fazer as declarações sobre os resíduos administrados e gerados em suas dependências, proporcionando informações mais precisas aos órgãos fiscalizadores e automaticamente mais eficácia no controle (JARDIM; YOSHIDA; FILHO, 2012).

Com o crescimento socioeconômico sucede a elevação do consumo, que por sua vez impacta no ambiente provocando a expansão da geração de resíduos. O cenário dos resíduos sólidos industriais no Brasil, mostra o descaso na geração e descarte. Como referido pelo IPEA, (2012), os resíduos industriais vêm sendo depositados de maneira inadequada no Brasil, muitas vezes, sem separação.

As práticas industriais geram diversos tipos de resíduos sólidos, com características bastante distintas, oriundos de diferentes atividades industriais, como: metalúrgicas, indústrias químicas, petroquímicas, alimentícios, papel e celulose, mineração dentre outros segmentos. Isso faz com que a geração de resíduos industriais no país seja um tanto heterogêneos, podendo ser resíduos de cinzas, óleos, lodos, plásticos, metal, papel, madeira, vidros, cerâmicas, produtos químicos, agrotóxicos, solventes, ácidos, fibras e borrachas (TOCCHETTO, 2009, apud IPEA 2012, p.13).

De acordo com uma reportagem publicada na revista Exame em outubro de 2016, embasada no levantamento realizado pela Abetre, o Brasil produz 33 milhões de toneladas de resíduos sólidos anualmente, dos quais, 25 milhões de toneladas não recebem o tratamento adequado. As prefeituras perdem anualmente R\$600 milhões em arrecadações em decorrência da destinação irregular de resíduos industriais, 25% de todo resíduo gerado no setor industrial é tratado adequadamente. Esta conduta das indústrias brasileiras impede a rastreabilidade dos resíduos industriais. Ainda que a (PNRS) tenha sido um progresso, as autoridades necessitam de sistemas de fiscalização e controle mais eficazes no setor industrial (ABETRE, 2016).

Existem 3 condutas que podem ser tomadas pelas indústrias diante da gestão ambiental: negligente, cautelosa e responsável. De acordo com Abetre, (2006), a posição das empresas diante da gestão ambiental varia em relação ao segmento em que atua e as características econômicas. As empresas com comportamentos negligentes são evasivas ou omissas, não se preocupando com o assunto, agindo por

ignorância ou má-fé. Já as empresas cautelosas são passivas ou reativas, procuram não descumprir a lei, mas também não buscam melhorias com produções mais responsáveis. Contudo, tem as empresas responsáveis, são ativas ou proativas, buscam melhorias e assumem práticas de produção mais sustentáveis.

Um dos maiores desafios para os órgãos ambientais para o cumprimento das diretrizes vigentes no Plano Nacional de Resíduos Sólidos é estimular a mudança de cultura das indústrias Brasileiras que se enquadram na conduta negligente e cautelosa, incentivando medidas que gerem hábitos e ações responsáveis.

Segundo CETESB, (2018) em consequência da diversidade dos resíduos gerados nos parques indústrias do Estado de São Paulo, motivados por diferentes fatores como: fator socioeconômico, localização geográfica, características regionais, dentre outros; a gestão dos resíduos industriais demanda urgência, ressaltando os inúmeros episódios de poluição em decorrência ao trato inadequado desses resíduos, causando efeitos irreparáveis ao meio ambiente e a saúde pública.

De acordo com a Companhia, desde 1970 têm realizado o levantamentos de dados de indústrias em regiões preestabelecidas, definindo critérios para identificar os segmentos responsáveis pela geração de resíduos perigosos. Em 1983 iniciaram um programa para controlar a poluição causada pelos resíduos industriais, em 1988 o CONAMA sancionou a Resolução 006/88, a qual instituiu o Inventário de Fontes Poluidoras do Estado de São Paulo, com 1.923 indústrias cadastradas. De acordo com o levantamento realizado em 1996, as indústrias do Estado de São Paulo geraram mais de 500 mil toneladas de resíduos perigosos por ano, 20 milhões de toneladas de resíduos classe II A (não-inertes), e mais de 1 milhão de toneladas de resíduos classe II B (inertes). O levantamento também revelou que 53% dos resíduos foram tratados, 31% foram armazenados e 16% foram depositados no solo (CETESB, 1996).

Como era previsto na Resolução CONAMA 313 de 29 de outubro de 2002, no uso de suas competências atribuídas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, os órgãos estaduais do meio ambiente deveriam apresentar ao IBAMA o Inventário dos Resíduos Sólidos Industriais gerados no território de sua competência, no prazo máximo de 2 anos a partir da data de publicação da Resolução, e prevendo a sua regular atualização a cada 24 meses. No Art. 8º foi estabelecido o prazo inicial de 60 dias, para que as indústrias passassem a registrar mensalmente os dados de geração e destinação dos

seus resíduos. A Resolução também previa que as indústrias das tipologias previstas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas do IBGE, deveriam, no prazo máximo de 1 ano após a sua publicação, apresentar informações sobre a geração, armazenamento, características dos resíduos, transporte e destinação dos resíduos sólidos gerados em suas plantas, com o intuito de alimentar o inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. As informações deveriam ser prestadas aos órgãos estaduais do meio ambiente e atualizada a cada 2 anos, ou em menor prazo, conforme estabelecido pelo órgão competente. Os órgãos estaduais do meio ambiente ficaram incumbidos de recolher as informações das indústrias situadas na sua zona correspondente, podendo exigir outras tipologias além das exigidas na Resolução, de acordo com a especificidade e característica de cada Estado, tais informações deveriam ser repassadas ao IBAMA.

Considerando a necessidade da concepção de Programas Estaduais e do Plano Nacional de Resíduos Industriais; considerando que para o efetivo controle dos RI é primordial a realização de um inventário de geração, observando que o INRSI<sup>4</sup> é um instrumento da política de gestão de resíduos; a Resolução CONAMA 313 outorgou em seu art. 7º a obrigatoriedade ao IBAMA e aos órgãos estaduais competentes a elaboração dos Programas Estaduais de Gerenciamento de Resíduos Industriais, no prazo de até 3 anos após a sua publicação, e o prazo de até 4 anos para a elaboração do Plano Nacional para Gerenciamento de Resíduos Industriais.

A resolução elaborou um formulário a ser seguido, para a coleta de informações sobre os resíduos sólidos gerados em suas atividades industriais. É de suma importância a obtenção das informações precisas sobre os RI gerados em cada Estado, para que tenham conhecimento da real situação em que esses resíduos se encontram, buscando cumprir seu papel na elaboração de diretrizes e para o efetivo controle e gerenciamento dos resíduos industriais no país.

O formulário apresenta uma explanação geral, viabilizando informações relevantes para o conhecimento da indústria, onde são coletados: nome da empresa, localização, técnico responsável, características das atividades industriais e segmento. O formulário contempla também informações sobre o processo de produção, onde é possível informar as matérias-primas utilizadas; quantidade anual

---

<sup>4</sup> Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais (INRSI): é o conjunto de informações sobre a geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias do país (CONAMA, 2002).

utilizadas; relação detalhada de todas as etapas do processo produtivo; dados específicos dos resíduos; armazenamento, descrição, estado físico, quantidade gerada nos últimos 12 meses, tratamento, reutilização, reciclagem ou disposição adotada pela indústria, e demais informações imprescindíveis (CONAMA, 2002).

Com já mencionado, a grande dessemelhança entre os resíduos industriais existente, se dão em razão dos diferentes tipos de processos adotados, das matérias-primas empregadas, da pureza e qualidade das matérias-primas, da eficiência do processo, dentre muitas outras variáveis (BARROS, 2012).

A geração de resíduos sólidos deve ser quantificada, por exemplo, por unidade final do produto-fim produzido, em caso de produção contínua, como seria o caso de unidade (caixas) de detergente em pó. Ou ainda, deve ser quantificada mesmo em caso de produção intermitente, como seria o caso do lodo de Estação de Tratamento de Esgoto Industrial, a cada operação de raspagem de lodo na mesma (BARROS, Regina Mambeli, 2012, cap. 8.1, p. 198).

Essas informações deveriam ser regulares, inclusive no processo de licenciamento de uma planta industrial, ou até mesmo na ampliação da planta ou implantação de um novo equipamento. Ainda existem casos em que essas informações não estão disponíveis, onde se faz necessário a averiguação da produção de forma contínua ou intermitente, tendo como exemplo o controle de estoque de matéria-prima, para que se presuma o volume de resíduos gerados ou até mesmo através da averiguação das notas fiscais de entrada e saída.

Os resíduos industriais devem ser coletados logo após a sua geração, na linha de produção, armazenados em locais previamente definidos e separados de acordo com suas composições. Todo o processo de acondicionamento dos resíduos e transporte dentro da própria indústria devem ser previamente estabelecidos, devem estar sinalizados adequadamente e conter as informações sobre os equipamentos utilizados no transporte interno, lembrando que o transporte, embalagens, armazenamento, equipamentos, todos devem ser compatíveis com o tipo de resíduo (BARROS, 2012).

Os geradores de RI de forma geral, devem realizar uma Gestão Adequada, onde os resíduos devem ser adequadamente acumulados e armazenados convenientemente de acordo com seu tipo e características, salientando que os recipientes contendo resíduos perigosos devem ser mantidos fechados e etiquetados com a data, e assinalados como “Resíduos Perigosos”. Os geradores devem



assegurar que os seus resíduos sejam enviados para o tratamento ou destinação final adequadas, conforme preconiza a legislação nacional, federal e estadual vigentes.

Que os geradores de RSI tenham um programa para a redução dos resíduos gerados em suas instalações, buscando a minimização dos volumes e toxicidades dos resíduos perigosos, reduzindo riscos para a saúde humana e ao meio ambiente (United States Environmental Protection Agency USEPA, 2008 apud BARROS, Regina Mambeli, 2012, p. 206 e 207).

### 3.2.1 INVENTARIO NACIONAL E ESTADUAL DE RESIDUOS INDUSTRIAIS

Após 16 anos da publicação da Resolução CONAMA 313, os dados ainda são inconclusivos. De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (2012), foram encontrados dados disponíveis sobre o Inventário Estadual de Resíduos Industriais apenas de dez Estados Brasileiros, sendo eles: AM, CE, MG, PA, PR, PE, RS, RN, GO e AC (Tabelas 1 e 2).

O Estado de São Paulo é o mais populoso do país, no entanto, não apresentou o inventário sobre os resíduos industriais gerados em seu território, os dados de resíduos industriais que se tem são de 1996, em 22 anos houve mudanças relevantes no setor industrial, de acordo com o IBGE (2016), o Estado conta com 537.224 empresas atuantes, haja vista que 116.104 são indústrias de transformação.

De acordo com o IPEA (2012), devido à ausência de um Inventário Nacional de Resíduos Industriais, a ausência de informações de 16 Estados brasileiros e o Distrito Federal, a desatualização e falta de padronização dos dados apresentados pelos inventários estaduais, não tem como apresentar dados concretos sobre o montante gerado no país. Alguns estados adotaram critérios próprios para a elaboração do inventário e a seleção das indústrias a serem inventariadas, alguns inventários sequer apresentaram dados das tipologias indústrias conforme requerido na CONAMA 313.

Tabela 1 - Estados que apresentaram o Inventário Estadual de Resíduos Industriais

ESTADOS	ANO DO INVENTÁRIO
Acre	2002
Amapá	2005 e 2007
Ceará	2001
Goiás	2001
Minas Gerais	2009
Paraíba	2002
Paraná	2009
Pernambuco	2001, 2002 e 2003
Rio Grande do Sul	2002
Rio Grande do Norte	2002 e 2003

Fonte: IPEA 2012 adaptado pela Autora, 2018

Tabela 2 - Geração de Resíduos Industriais

ESTADO	Classe I	Classe II	TOTAL	Nº DE EMPRESAS	ANO
Goiás	1.044.947	12.657.325	13.702.272	234	2001
Minas Gerais	828.183	14.337.011	15.165.194	629	2003
Paraná	634.543	15.106.393	15.740.936	570	2002
Pernambuco	81.583	7.267.930	7.349.513	402	2003
Rio de Janeiro	293.953	5.768.562	6.062.515	-	2000
Rio Grande do Sul	189.204	2.174.682	2.363.886	1.707	2003
São Paulo	535.615	82.030.063	82.565.678	1.432	1996

Fonte: Jardim; Yoshida; Filho, (2012) - Inventário Estadual de Resíduos Industriais.

A falta de padronização dos inventários, a irregularidade no período de atualização, a omissão de dados relevantes e a passividade de muitos Estados, dificultam o trabalho de fiscalização e controle dos órgãos competentes. Inclusive no inventário realizado no Estado do Ceará, existe um trecho mencionando os problemas enfrentados na obtenção dos dados, como: Falta de informações sobre quantidades,

armazenagem e destino; classificação inadequada dos resíduos e a inclusão de dois códigos ou mais na mesma tabela.

### 3.2.2 PERFIL DO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

De acordo com a Confederação Nacional das Indústrias - CNI, (2016), o Estado de São Paulo possui o maior PIB industrial do país, dispõe de 127.331 indústrias das quais a grande maioria é composta por micro e pequenas empresas (Tabela 3).

Tabela 3 - Porte das Indústrias do Estado de São Paulo

<b>PORTE DAS INDÚSTRIAS</b>	<b>127.331</b> empresas industriais em 2016 no estado	<b>26,1%</b> do total de empresas que atuam no setor industrial do Brasil	
<b>MICRO EMPRESAS</b> com até 9 empregados <b>66,7%</b> Emprego industrial <b>9,8%</b>	<b>PEQUENAS EMPRESAS</b> com 10 a 49 empregados <b>25,7%</b> Emprego industrial <b>23,0%</b>	<b>MÉDIA EMPRESA</b> com 50 a 249 empregados <b>6,2%</b> Emprego industrial <b>27,3%</b>	<b>GRANDES EMPRESAS</b> com 250 ou mais empregados <b>1,4%</b> Emprego industrial <b>40,0%</b>

Fonte: Confederação Nacional das Indústrias, 2016 adaptado pela autora, 2018

Possui PIB industrial de R\$ 356,7 bilhões, equivalente a 30,7% das indústrias do Brasil, empregando 2.946.314 funcionários nas indústrias. Os principais setores industriais do Estado: Construção com 22,8%, Alimentício com 11,1%, Químicos 7,5%, Derivados de petróleo e biocombustíveis 7,4% e Serviços industriais de utilidade pública com 7,4%; percentuais representam a participação de cada setor no PIB industrial do Estado, São Paulo também é responsável por 38% das exportações de produtos industrializados, em 2017 foi responsável por 43,5% das exportações de produtos manufaturados (CNI, 2018).

### 3.3 SETOR SUCROALCOOLEIRO NO BRASIL

De acordo com a União da Indústria de Cana-de-açúcar – UNICA (2017), a cana de açúcar teve origem nas montanhas da Nova Guiné, ilha localizada no sudoeste do Oceano Pacífico. Por volta do século VI a.C. a cana começou a ser utilizada na produção de alguns alimentos. No entanto, somente no século XVI que a cana começou a ser cultivada no Brasil.

Originária da Oceania a cana-de-açúcar foi levada para o sul da Ásia, onde foi usada inicialmente como xarope, a primeira evidência da utilização do açúcar em forma sólida foi no ano 500 na Pérsia. Posteriormente os Árabes levaram a cultura da cana até o norte da África e sul da Europa no período das invasões, mesmo período em que os chineses levaram para Filipinas e Java. A partir do século VIII com a conquista árabe no Ocidente, o cultivo da cana-de-açúcar se propagou pelas margens do mediterrâneo, (SEGATO et al., 2006).

Entretanto, foi na América que a cultura da cana se desenvolveu em larga escala. O continente dispõe de excelentes condições climáticas que favorecem o cultivo e o desenvolvimento do plantio da cana-de-açúcar, tornando-se o continente com as maiores plantações do mundo. Há indícios que o cultivo da cana no Brasil ocorreu anterior ao descobrimento, no entanto, seu desenvolvimento decorreu após, com o plantio de mudas trazidas pelos portugueses e a criação de engenhos, (SEGATO et al., 2006). Em 1532 o colonizador português Martim Afonso de Souza fundou a vila de São Vicente no litoral do Estado de São Paulo, onde iniciou o cultivo da cana-de-açúcar e estabeleceu o primeiro engenho brasileiro, (UNICA, 2017).

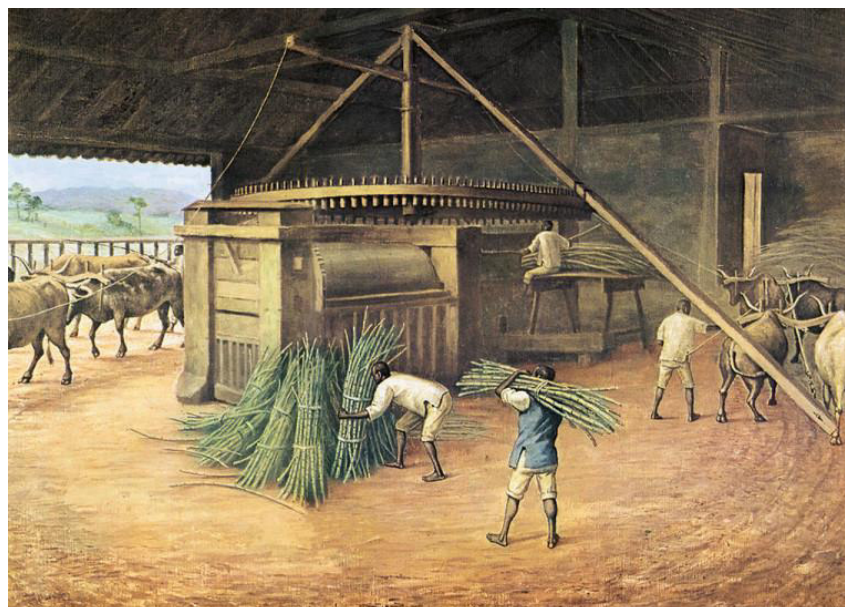
No final do século XVI, os Estados Bahia e Pernambuco dispunham de mais de 100 engenhos (Figura 3), a larga expansão levou o Brasil ao ranking mundial de produção de açúcar, entrando fortemente no mercado Europeu.

Em 1615, o cultivo da cana começou a ser implantado no planalto paulista, a região de Itu se destacou pela sua produção e no século XVII tornou-se o maior centro açucareiro do Estado de São Paulo (SEGATO et al., 2006).

A produção de açúcar tornou-se muito importante para a economia colonial no decurso do século XVI e XVII, época em que se desenvolveu o Ciclo do Açúcar. A agroindústria açucareira gerou grandes riquezas para o Brasil Colônia e como consequência trouxe também à cobiça do mercado externo. As regiões de maior

cultivo eram a Zona da Mata Nordestina e o Recôncavo Baiano, depois Maranhão, Rio de Janeiro e São Paulo.

Figura 3 - Engenho no período Brasil Colônia



Fonte: <http://www.ensinarhistoriajoelza.com.br/para-colorir-fazenda-de-cana-do-brasil-colonia/>

Em 1630 quando a Holanda invadiu o litoral Nordestino, levou consigo os conhecimentos agroindustriais adquiridos no Brasil e tornou-se um forte concorrente no setor canavieiro, passaram a produzir o açúcar nas Antilhas e na América Central (Figura 4). No início do século XIX, os Estados Unidos e a Europa começaram a produzir um açúcar proveniente da beterraba, fazendo com que o Brasil perdesse a liderança na produção de açúcar. Uma inovação também surgiu nesta mesma época, o engenho a vapor. Os produtores brasileiros aderiram rapidamente às novas tecnologias e realizaram grandes melhorias em seus engenhos. Entre 1830 e 1870, surgiram várias outras inovações tecnológicas alavancando a indústria açucareira, (Vieira; Lima; Braga, 2007).

A Copersucar (Cooperativa de Produtores de Cana-de-Açúcar) foi criada em 1959, para a comercialização dos produtos produzidos pelos associados da cooperativa, foi à primeira organização brasileira voltada para a comercialização do açúcar e etanol. Em 1975 foi criado o Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), o qual é considerado hoje o mais importante programa de combustível renovável implantado no mundo. A criação do PROÁLCOOL foi impulsionada pela crise do

petróleo em 1973, onde os preços do barril de petróleo tiveram aumentos expressivos. Na época, a maioria do petróleo consumido no Brasil era importado, e com a grande elevação nos preços do barril o país teve um grande impacto nas contas externas, o que incitou a busca de novas alternativas (UNICA, 2017).

Com a chegada do PROÁLCOOL, o governo lançou operações financeiras contando com recursos do Banco Mundial, o que propiciou um aumento relevante das áreas de cultivo da cana-de-açúcar. As usinas receberam financiamento para a instalação de equipamentos novos e mais potentes, ampliando assim suas capacidades produtivas, (Vieira; Lima; Braga, 2007).

O aumento da produção brasileira ilustra bem o êxito do programa, o crescimento da produção foi de 555 milhões de litros de etanol produzidos em 1975 para mais de 28 bilhões de litros em 2015, (UNICA, 2017).

O PROÁLCOOL apresentou inúmeras vantagens em comparação com os combustíveis derivados do petróleo, os fatores relevantes foram o desenvolvimento tecnológico, o desempenho da economia do país, aumento do número de empregos e à preservação do meio ambiente, (Vieira; Lima; Braga, 2007).

Hoje o Brasil é reconhecido mundialmente no setor sucroenergético, sendo atualmente o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, na safra de 2014/2015 o país produziu mais de 632 milhões de toneladas de cana-de-açúcar. Também está em primeiro lugar no ranking da produção de açúcar, com 36 milhões de toneladas produzidas e mais de 24 milhões de toneladas exportadas na safra de 2014/2015, valor equivalente a 20% da produção mundial. Os Estados Unidos lideram o ranking na produção de etanol, o Brasil está em 2<sup>o</sup> lugar produzindo 28 bilhões de litros (UNICA, 2017). A produção de cana-de-açúcar do Brasil, China e Índia correspondem a dois terços da produção mundial com aproximadamente 15 milhões de hectares cultivados (Tabela 4). Sendo o Brasil o maior produtor mundial, produzindo em média 720 milhões de toneladas, o que corresponde a 40% do cultivo mundial. Os principais aspectos que propicia o sucesso na produção são os fatores climáticos e disponibilidade de recursos hídricos, (Yara Brasil, 2017).

Tabela 4 - Produção mundial de cana-de-açúcar em 2010

<b>PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR</b>			
<b>País</b>	<b>Produção (1000 t)</b>	<b>Área (1000 t)</b>	<b>Produtividade (t/ha)</b>
Brasil	719,157	9081	79,1
Índia	277,75	4200	66,1
China	111,454	1695	65,7
Tailândia	68,808	978	70,4
México	50,423	704	71,6
Paquistão	49,373	943	52,4
Filipinas	34,000	363	93,7
Austrália	31,457	405	77,6
Argentina	29,000	355	81,7
Indonésia	26,500	420	63,1
EUA	24,821	355	69,9
Colômbia	20,273	172	118,1
Guatemala	18,392	213	86,2
África do Sul	16,016	267	60
Egito	15,709	135	116,8
Costa Rica	3,735	56	66,9
Etiópia	2,400	19	126,9
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>1 686,014</b>	<b>23,832</b>	<b>57,5</b>

Fonte: FAO, (2010) adaptado pela Autora, 2018

De acordo com a UNICA (2017), o país conta com 371 unidades produtivas, empregando mais de 900 mil funcionários e 70 mil produtores rurais independentes. Em 2014 o valor bruto movimentado pelo setor sucroenergético ultrapassou US\$ 100 bilhões, atingindo o PIB de aproximadamente US\$ 43 bilhões. A Região Centro-Sul que reúne os Estados da região Sul, Sudeste e Centro-Oeste são responsáveis por 90% e principalmente o Estado de São Paulo o qual é responsável por 60% deste montante (Tabela 5), enquanto que a Região Norte e Nordeste é responsável por 10% da produção brasileira.

Segundo CONAB (2016), a cana-de-açúcar é uma excelente alternativa para o setor de biocombustíveis, possui grande potencial de produção, energia limpa e renovável. As usinas além de produzirem etanol e açúcar também contam com os respectivos subprodutos, além da cogeração proveniente do bagaço que auxilia na redução dos custos operacionais e contribuindo para a sustentabilidade.

Tabela 5 - Moagem e produção por Estado da Região Centro-Sul

ESTADO	Cana-de-açúcar		Açúcar		Etanol Total	
	2015/2016	2016/2017	2015/2016	2016/2017	2015/2016	2016/2017
ES	2.809.562	1.351.437	70.952	64.035	150.600	59.892
GO	73.521.677	67.629.843	1.892.232	2.101.731	4.688.856	4.384.455
MT	17.150.551	16.342.510	337.162	397.695	1.325.870	1.220.605
MS	47.816.602	50.291.825	1.301.563	1.734.741	2.789.858	2.708.519
MG	64.853.319	63.516.093	3.245.184	3.992.717	3.057.073	2.640.802
PR	42.107.627	40.417.087	2.806.939	3.059.860	1.573.191	1.354.898
RJ	1.066.157	1.552.740	-	28.596	58.652	81.816
RS	61.238	45.523	-	-	3.786	2.914
SP	368.322.649	365.989.639	21.567.455	24.248.144	14.576.624	13.196.876
<b>TOTAL</b>	<b>617.709.382</b>	<b>607.136.697</b>	<b>31.221.487</b>	<b>35.627.519</b>	<b>28.224.510</b>	<b>25.650.777</b>

Fonte: União da Indústria de Cana-de-Açúcar – UNICA, Relatório safra 2016/2017 adaptado pela Autora, 2018

Para Cananova (2017), os avanços tecnológicos são resultado de melhorias no setor agrícola e industrial. Estima-se um aumento bastante otimista para a produção de etanol por hectares plantados, de 6.071 litros para 11.104 litros em um prazo de até 20 anos. A produção de açúcar no Brasil apresentou um crescimento de quase 10 milhões de toneladas (Tabela 6).

A principal causa desta expansão foi o aumento significativo das exportações: nos últimos 10 anos o Brasil se tornou o maior produtor mundial de açúcar, e as exportações cresceram de 2,413 milhões de toneladas em 1992 para 19,72 milhões em 2008. Acredita-se que a demanda nas exportações cresça 2% a.a. nos próximos 20 anos, por ser um país que dispõe de capacidade territorial para expandir o cultivo da cana-de-açúcar e clima favorável.



Tabela 6 - Produção Brasileira de Cana-de-açúcar, Açúcar e Etanol

ANO / SAFRA	ETANOL (m <sup>3</sup> )	AÇÚCAR (t)	CANA-DE-AÇÚCAR (t)
2000 / 2001	10.517.535,00	16.020.340,00	254.921.721,00
2001 / 2002	11.467.795,00	18.994.363,00	292.329.141,00
2002 / 2003	12.485.426,00	22.381.336,00	316.121.750,00
2003 / 2004	14.639.923,00	24.944.434,00	357.110.883,00
2004 / 2005	15.207.909,00	26.632.074,00	381.447.102,00
2005 / 2006	15.808.184,00	26.214.391,00	382.482.002,00
2006 / 2007	17.939.428,00	30.735.077,00	428.816.921,00
2007 / 2008	22.445.979,00	31.297.619,00	495.843.191,00
2008 / 2009	27.681.239,00	31.506.859,00	572.738.489,00
2009 / 2010	25.738.675,00	33.033.479,00	603.056.367,00
2010 / 2011	27.604.120,00	38.069.510,00	624.501.165,00
2011 / 2012	22.736.540,00	35.970.397,00	560.993.790,00
2012 / 2013	23.473.354,00	38.357.134,00	589.237.141,00
2013 / 2014	28.012.284,00	37.697.512,00	658.697.545,00
2014 / 2015	28.916.281,00	35.603.958,00	637.714.365,00
2015 / 2016	30.492.728,00	33.508.980,00	666.304.044,00
20016 / 2017	27.739.682,00	38.724.993,00	657.572.586,00

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018

### 3.4 TÉCNICAS DE CORTE UTILIZANDO JATO DE ÁGUA PRESSURIZADO E ABRASIVO

De acordo com Omax Corporation (2017), a tecnologia de corte a água teve início em 1930. Eram usados jatos de água de baixa pressão capazes de cortar facilmente materiais macios. Em 1933 as primeiras máquinas de corte de jato de água começaram a ser introduzidas nas indústrias, no entanto eram ineficazes para cortes de materiais mais duros como, chapas de metais, aços, vidros e outros materiais com maior resistência. A tecnologia de corte utilizando jato de água com alta pressão tomou forma na década de 70, resultando em um processo mais rápido e cortes mais precisos. Isto foi possível pela adição de um abrasivo juntamente com o jato de água pressurizado que saía do bico injetor da máquina, com base em uma técnica criada por Elmo Smith e Leslie Tirrell na década de 30. Em 1982 o abrasivo passou a ser introduzido no processo de corte de jato de água em diversas indústrias. Em decorrência da utilização do abrasivo, os tempos de vida útil dos bicos injetores tornaram-se muito curtos, tornando o processo inviável comercialmente. Com o

avanço da tecnologia, em 1993 a Omax Corporation desenvolveu máquinas de corte com bicos injetores mais resistentes e duráveis, possibilitando cortes mais precisos e em materiais mais resistentes como: titânio, pedras e aços. Em 1995 a empresa lança o Software e o sistema para a máquina de corte a água, proporcionando um processo mais rápido e com maior aproveitamento de material.

Segundo Waterjets (2017), a máquina de corte a jato de água e abrasivos é capaz de cortar diversos tipos de materiais, sendo eles: cobre, alumínio, aço maciço, aço carbono, aço inoxidável, quartzo, pedras, vidros, plásticos, polímeros e alguns tipos de cerâmicas.

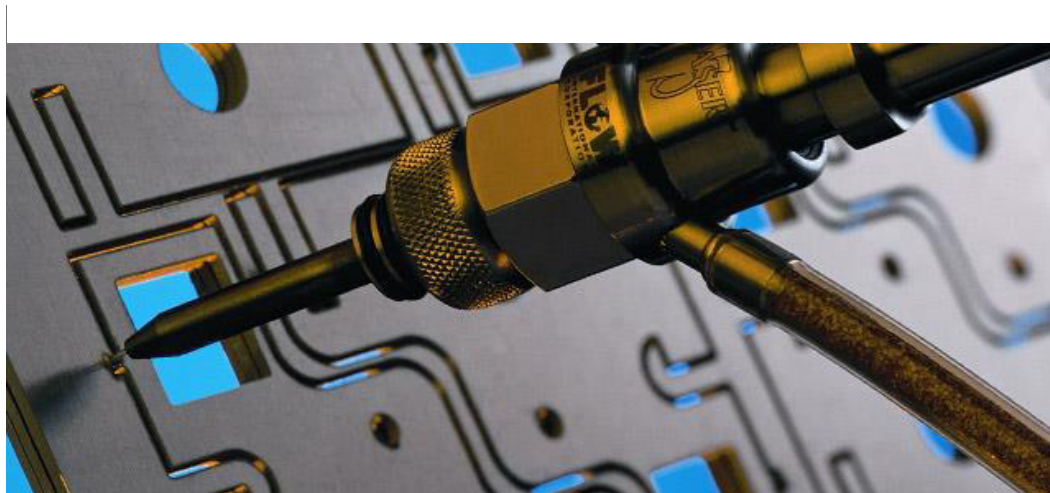
Os jatos de água com abrasivo podem cortar desde materiais delicados como cerâmica e vidros até materiais mais pesados como aços e outros materiais ferrosos (Figura 4 e 5).

Figura 4 - Peças de metais cortadas na máquina de corte a jato de água e abrasivo



Fonte: <https://www.omaxbrasil.com.br/o-que-e-corte-agua/>

Figura 5 - Corte de alta precisão com jato de água e abrasivo



Fonte: <http://buzas.com.br/servicos/corte-de-jato-de-agua/>

A técnica de corte a jato de água é capaz de cortar formas complexas com precisão e rapidez que não são possíveis através da usinagem convencional (OMAX CORPORATION, 2017).

Existem alguns materiais que a tecnologia de jato de água e abrasivo não é capaz de cortar: o diamante, devido à sua dureza; o vidro temperado, que ao ser submetido a estresse e impacto se estilhaça em pequenos fragmentos como é projetado para fazer; e alguns materiais compostos por camadas de diferentes substâncias, podendo ocasionar a delaminação (desplacamento de camadas superficiais) danificando o material (OMAX CORPORATION; WATERJETS, 2017).

De acordo com Waterjets (2017), a máquina de corte a água utiliza um fluxo muito fino de água pressurizada a 60.000 psi (4.136 bar) para erodir o material a ser cortado, essa técnica submete a corrente de água a passar através de um orifício muito pequeno, concentrando uma quantidade extrema de energia em uma área reduzida criando um feixe de alta pressão e velocidade. É adicionado um abrasivo junto à água para aumentar a capacidade e a potência do corte acelerando o processo.

Conforme Flow waterjet (2018), uma bomba gera um fluxo de água com pressão nominal de até 6.480 bar, essa pressão é convertida em velocidade através de um orifício minúsculo, criando um fluxo de água tão pequeno quanto um fio de cabelo. Para aumentar o poder de corte em até 1.000 vezes, um abrasivo é inserido no fluxo de água supersônico. O abrasivo se junta com o jato de água dentro de um

pequeno tubo de mistura localizado dentro do bico injetor (Figura 6), a mistura é expelida pelo cabeçote de corte com até 4 vezes a velocidade do som.

A água utilizada no corte entra pelo orifício superior e o abrasivo entra pelo orifício lateral, à medida que a fina corrente de água sai pelo diamante, o abrasivo é adicionado ao fluxo (Figura 7). A água pressurizada ao sair do diamante cria um vácuo que puxa o abrasivo. No tubo de mistura ambos se unem convertendo-se num único jato que varia entre 0,18 a 0,40 mm de diâmetro (WATERJETS, 2017).

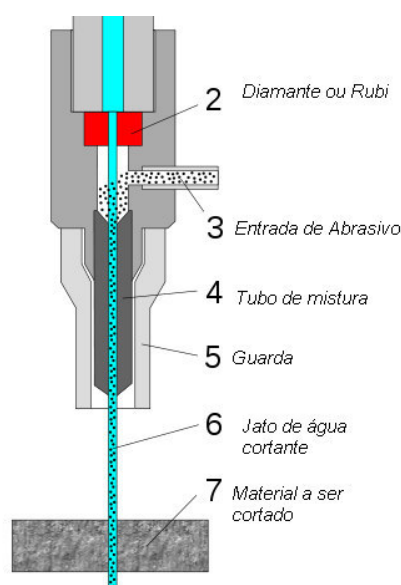
Segundo Flow Waterjet (2018), há dois tipos de corte usando jato de água: corte usando exclusivamente água e o outro empregando abrasivos. O jato de água pura corta materiais leves como; espuma, plástico, papel, fralda descartável, isolamento, placa de cimento, carpete e alimento. O jato de água contendo abrasivo é similar ao jato de água pura, no entanto, no momento que o jato de água pressurizado entra no processo ele causa o efeito Venturi, puxando o abrasivo para dentro da câmara de mistura. O jato de água que opera com o auxílio de um abrasivo pode cortar materiais muito mais duros e resistentes, podendo realizar cortes em matérias de 1,5 mm até 25,40 mm de espessura com tolerâncias mínimas.

Figura 6 - Tubo de mistura, Cabeçote de saída e entradas dos fluxos de água e abrasivo



Fonte: (FLOWWATERJET, 2017)

Figura 7 - Diagrama de um cortador a jato de água



Fonte: <http://multicam.ca/nozzle-components/22/09/2018>

O corte de jato de água pode produzir peças com tolerância de até 0,025 mm (Figura 8), e para materiais com espessuras acima de 2,54 cm a tolerância pode variar entre 0,12 a 2,5 mm. Como o processo de corte é a frio, não transfere nenhum calor para o material a ser cortado, ou seja, não influencia na dilatação ou deformação das peças que estão sendo cortadas, o que poderia ocasionar possíveis desvios. Sendo assim, o corte por jato de água e abrasivo é eficiente também ao trabalhar com material cujo ponto de fusão é baixo, como os plásticos (Flow; Waterjet, 2018).

O Sistema de pressão das máquinas é composto por uma bomba de alta pressão, um cabeçote de corte e tubulação; a máquina possui um sistema de controle que inclui um software de programação, a interface do operador, os motores de acionamento e o sistema de feedback de velocidade e posição. Ela também pode realizar cortes movendo-se nos eixos X, Y e Z (Flow; Waterjet, 2018).

O fluxo de água pressurizada, além de atuar como uma ferramenta de corte auxilia no sistema de refrigeração da máquina, evitando o superaquecimento que poderia danificar as peças. A água que alimenta o processo de corte deve ser de boa qualidade, não sendo indicado o uso de água sem prévio tratamento, com o intuito de evitar a obstrução dos bocais da máquina ocasionados por acúmulo de impurezas contidas na água (COUTO, 2017).

Figura 8 - Cortes com perdas reduzidas de material



Fonte: Technos Prime, (2016)

### 3.5 ABRASIVO UTILIZADO NO CORTE DAS PLACAS DE UHMW

O abrasivo é um mineral inerte, natural proveniente de rocha almandina, angular, com formato dodecaedro rômico com doze faces congruentes, possui uma dureza entre 7,5 e 8,5 na escala Mohs (onde os diamantes servem como referência de dureza, classificados com dureza 10). Por se tratar de um minério, podem ocorrer variações de coloração, dureza, densidade e outras variáveis de acordo com o local de extração. A estrutura cristalina do abrasivo faz com que os grãos formem arestas vivas, não importa o tamanho dos cristais, eles nunca terão as bordas arredondadas, é como um sistema de auto-afiação (OMAX CORPORATION, 2017, tradução nossa).

Os abrasivos utilizados nas máquinas de corte por jato de água são compostos de materiais inorgânicos (Tabela 7) sendo eles: Dióxido de Silício ( $\text{SiO}_2$ ), Óxido de Alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Óxido de Ferro II ( $\text{FeO}$ ), Óxido de Ferro III ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Dióxido

de Titânio ( $\text{TiO}_2$ ), Óxido de Manganês II ( $\text{MnO}$ ), Óxido de Cálcio ( $\text{CaO}$ ) e Óxido de Magnésio ( $\text{MgO}$ ).

Tabela 7 - Média da composição química do abrasivo utilizado na máquina de corte

<b>COMPOSIÇÃO QUÍMICA</b>	
$\text{SiO}_2$ *	36%
$\text{Al}_2\text{O}_3$	20%
$\text{FeO}$	30%
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	2%
$\text{TiO}_2$	1%
$\text{MnO}$	1%
$\text{CaO}$	2%
$\text{MgO}$	6%
* Não contem Sílica Livre	

Fonte: <http://www.precisionfinishinginc.com/dl/gma.pdf> adaptado pela Autora, 2018

São produzidos dois tipos de abrasivos utilizados na máquina de corte; Hard Rock e o Aluvial, ambos são produzidos através de compostos inorgânicos e ricos em sílica. O Hard Rock é proveniente de rochas e é produzido nas granulações: #50, #65, #80, #85, #120, #150, #220, # 230, geralmente são utilizados para cortar materiais mais resistentes como chapas de aço, cobre, ferro, pedras, vidros e cerâmicas. Já o abrasivo Aluvial é obtido através de areia extraída da praia, e é produzido nas granulações #60, #80, e #100, geralmente utilizado para efetuar cortes em materiais maleáveis como plásticos, espuma, borracha, fralda plástica, carpetes e alimentos (Omax Corporation, 2017).

Conforme Technos Prime Waterjet (2017), o uso do abrasivo proveniente de rocha almandina oferece uma economia direta no consumo do jato de água, ao contrário do abrasivo Aluvial oriundo de areia de praia.

O abrasivo utilizado no processo do corte intitulado como Garnet Hard Rock mesh 80, é proveniente de rochas almandina, mineral inerte e inorgânico (Figura 9).



Figura 9 - Mineral Almandina Bruta



Fonte: <http://www.talismadecristal.com.br/Pedra/Relacionamentos/123>

O abrasivo possui estrutura cristalina e arestas vivas (Figura 10), o abrasivo nunca terá as bordas arredondadas mesmo nas granulometrias mais finas, os seus grânulos sempre sofrem auto-afiação, característica responsável por proporcionar cortes com precisão.

Figura 10 - Grânulos de Garnet Hard Rock Mesh 80



Fonte: <http://technosprime.com>



### 3.6 POLÍMEROS

Desde o início, os homens vêm executando cada vez mais trabalhos de engenharia, com a finalidade de construir abrigos e proporcionar conforto. O primeiro elemento estrutural utilizado pelo homem foi à madeira, em seguida a pedra, os metais, depois as cerâmicas, os vidros e posteriormente os polímeros (Tabela 8). No início do século XX, ficou provado que alguns materiais que eram considerados como coloides, na verdade eram moléculas gigantescas, as quais podiam resultar do encadeamento de 10 mil átomos de carbono ou até mais. Os polímeros apresentam repetições de pequenas unidades estruturais em sua longa cadeia principal (MANO, 1990).

Tabela 8 - Evolução do uso de elementos estruturais pelo homem

EVOLUÇÃO HISTÓRICA		ANO	MATERIAL
Pré-história	Idade da Pedra	25.000 AC	Madeira
		até 6.500 AC	Pedra Lascada Pedra Polida
Proto-história	Idade dos Metais	6.500 AC	Cobre
		até 1.500 AC	Estanho Bronze Ferro Cerâmica
História	Idade Antiga	4.000 AC	Vidro
		até 500 AC	
	Idade Média	500	Ligas Metálicas
		até 1.500	
Idade Moderna	1500	Concreto	
	até 1.800		
Idade Contemporânea	os dias atuais	1.800	Polímeros
		até	

Fonte: Mano, (1990) adaptado pela Autora, 2018.

A origem da palavra Polímero criada por Jons Jakob Berzelius em 1827, vem do grego polys (muito) e meros (partes), são substâncias de massa molecular alta que são formadas a partir da união (polimerização) de monômeros que são moléculas com massa molecular baixa, ou seja, os Polímeros são formados de centenas até milhares de átomos que se unem em cadeias.

Durante muitos anos se processavam polímeros naturais, como couro, lã e borracha natural. Nos últimos 65 anos os químicos têm aprendido a produzir polímeros sintéticos através da polimerização de monômeros. Um exemplo simplificado de uma reação de polimerização é a formação de polietileno a partir das moléculas do hidrocarboneto etileno, (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005).

Leo Bakeland descobriu a resina de banquelite em 1909, onde deu início a história dos polímeros, o que ocasionou uma evolução na utilização dos polímeros até os dias atuais. Outro marco importante para a evolução dos polímeros foi em 1920, quando Harmann Stauding descobriu a síntese dos polímeros e dos mecanismos de polimerização das moléculas orgânicas (SENAI-SP; 1.Polietileno – História. 2017).

Harmann Staudinger demonstrou um trabalho onde mostrava que a borracha naturais e outros materiais sintéticos eram formados por moléculas de longas cadeias, porém, somente oito anos depois os cientistas conseguiram comprovar que os polímeros eram substâncias de alto peso molecular.

Os Polímeros são macromoléculas de cadeias longas, estrutura química, interação intramolecular e intermolecular, suas unidades químicas se unem através de ligação covalente, e se repetem ao longo da cadeia polimérica. Eles podem ser de origem natural como: a celulose, seda, proteína, unha, couro, algodão, borracha de seringueiras, ácidos nucleicos e amido ou de origem sintética, como polietileno (PE), polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC), Náilon, Teflon, dentre outros, (MANO, 2004).

Todos os polímeros são macromoléculas, no entanto, nem todas as macromoléculas são polímeras. A maioria dos polímeros industrializados possui o peso molecular entre  $10^4$  e  $10^6$ , alguns elementos de origem natural podem atingir o peso molecular um tanto elevado, ficando entre  $10^8$  ou até mais elevados. Os polímeros mostram longos segmentos moleculares, de dimensões entre 100 e 100.000 Å. Diferente das substâncias comuns, os Polímeros não são produtos homogêneos, são formados por moléculas de pesos variados, o que chamamos de polimolecularidade, não possui absoluta uniformidade molecular. Todo exemplar de polímero é composto de uma mistura de cadeias poliméricas de diferentes tamanhos, (MANO, 2004; NÓBREGA, SILVA, SILVA, 2008).

São vários os fatores que influenciam e determinam as propriedades de um polímero, entre eles estão: o tipo de ligação estabelecida entre os monômeros, o tamanho da cadeia polimérica, o catalizador utilizado, a pressão e temperatura do

processo, velocidade da reação, grau de cristalização (número de monômeros repeditos na cadeia) e a presença ou não de ligações cruzadas. Se os monômeros forem ligações polares, ou se a cadeia for longa, a força de atração entre as cadeias poliméricas será intensa, os polímeros com estas características possuem alto ponto de fusão, são resistentes ao calor e à dissolução, são duros e quebradiços. Caso os monômeros forem ligações apolares, a força de atração entre as cadeias será fraca. Neste caso, forma-se um polímero amorfo, cujas características são: baixa temperatura de fusão, elásticos, moles e permeáveis. A presença de ligações cruzadas modifica significativamente as características dos polímeros, os tornando mais duros e resistentes, diminuindo consideravelmente sua plasticidade e maleabilidade, o torna mais insolúvel e infusível. Um exemplo prático da influência das ligações cruzadas nas características de um polímero é a vulcanização da borracha, onde é adicionado enxofre. A borracha natural tem poucas ligações cruzadas, o que a faz ser mole e elástica; para promover maior dureza e resistência, é adicionado átomos de enxofre que provoca as ligações cruzadas dando característica mais duras e resistentes como as borrachas utilizadas nos pneus de carros, (NÓBREGA, SILVA, SILVA, 2008).

A estrutura dos polímeros influencia diretamente nas propriedades mecânicas e densidade, as ramificações longas fazem com que aumente a resistência a impactos, diminua a densidade que facilita o processamento, já no caso das ramificações curtas, ocorre o aumento da cristalinidade e aumento da resistência à tração. As propriedades dos polímeros variam conforme seu peso molecular, quando o peso atinge ou ultrapassa a 10<sup>5</sup> ordem de grandeza, ocorre o aumento na viscosidade, da resistência a impactos, resistência ao calor e resistência à tração, (MANO, 2004; COUTINHO, MELLO, MARIA, 2003).

Os polímeros têm suas características mecânicas determinadas através de sua estrutura química, pela geometria molecular e pelo grau de polimerização. Eles podem ser homopolímeros como no caso do polietileno que é constituído por um único tipo de monômero, ou copolímero como o náilon que é formado por diferentes tipos de monômeros (NÓBREGA, SILVA, E., SILVA, R., 2008).

### 3.6.1 POLIETILENO

Segundo o SENAI-SP (2017), o polietileno é um polímero sintético de grande produção mundial e baixo custo, ele pode ser produzido através de reações químicas de polimerização, como a poliadição do gás eteno derivado do petróleo, o eteno em seu estado natural é um gás cujo ponto de ebulição é de  $-105^{\circ}\text{C}$  e possui alto índice de polimerização (700 cal/g a 1.00 cal/g). A polimerização nada mais é do que o conjunto de reações químicas que promovem a união das moléculas através de ligações covalentes.

Até a década de 50 o polietileno era produzido através de processos de alta pressão. Eram polímeros ramificados e de peso molecular moderado não ultrapassando os 55 mil g/mol. Duas novas técnicas de processamento foram desenvolvidas 4 anos depois: O Processo Phillips, que utiliza catalizadores de óxido metálicos e o outro processo que utiliza alquil alumínio, conhecido como processo Ziegler. Com a aplicação das duas novas técnicas, a produção passou a trabalhar com temperaturas e pressões mais baixas, conseqüentemente os polímeros passaram a apresentar densidades mais elevadas e ficaram mais rígidos. Atualmente o polietileno é produzido tanto pelo método utilizando alta pressão, como pelo processo que utiliza pressões menores.

O polietileno produzido através do processo de alta pressão possui características distintas dos que são produzidos a baixas pressões.

Processo de alta pressão: A pressão empregada neste processo varia entre 1.000 atm a 3.000 atm em temperaturas de  $80^{\circ}\text{C}$  a  $300^{\circ}\text{C}$ . A temperatura elevada promove uma reação mais rápida, resultando em polímeros de baixo peso molecular, além de gerar reações paralelas, formando hidrogênio, metano e grafite. A alta pressão também faz com que se forme uma grande quantidade de ramificações na cadeia polimérica, influenciando diretamente nas propriedades dos produtos.

Processo de baixa pressão (Ziegler): O polietileno produzido por meio deste processo é de média densidade ( $0,94\text{ g/cm}^3$ ). O reator contendo hidrocarbonetos líquidos é alimentado com o etileno, o processo acontece sob pressões de 2 atm a 4 atm em temperaturas abaixo de  $100^{\circ}\text{C}$ . Os catalisadores aplicados no processo de baixa pressão são do tipo organometálico, como a mistura de tetracloreto de titânio e alquil alumínio.

É de suma importância a remoção dos vestígios metálicos oriundos do catalizador, a fim de evitar interferências nas propriedades elétricas do polímero. A faixa de peso molecular é obtida através da variação da proporção alumínio-titânio no catalizador e pela variação de temperatura da reação.

Processo Phillips: Os polietilenos fabricados por intermédio deste processo são também de média densidade (0,96 g/cm<sup>3</sup>). Esta técnica consiste em dissolver o etileno em um hidrocarboneto, como o ciclo-hexano e polimeriza-lo sob uma pressão de 30 atm a 40 atm, em temperaturas de 130°C a 160°C na presença de óxido metálicos utilizados como catalisador, (SENAI-SP, 2017).

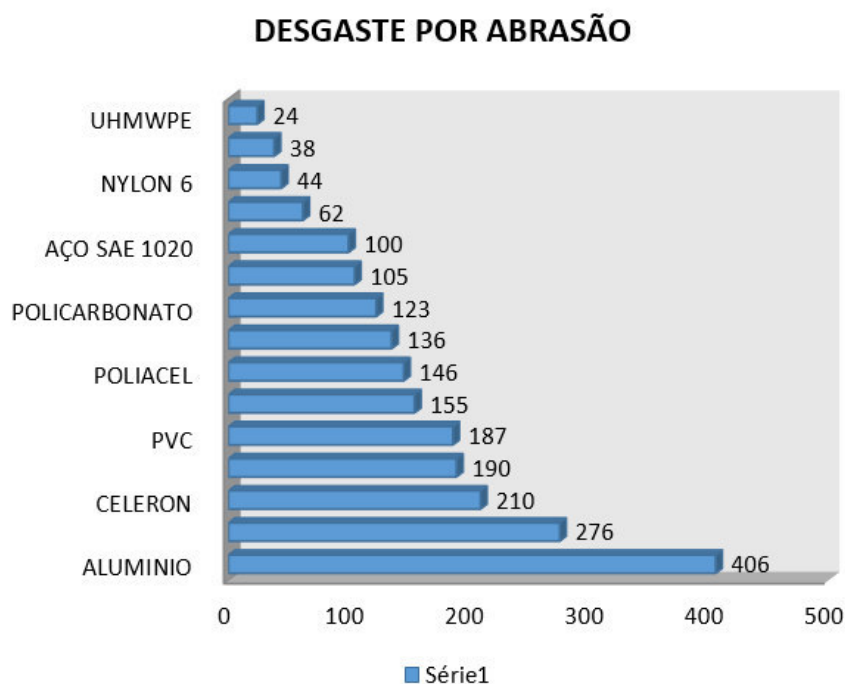
### 3.6.2 POLIETILENO DE ULTRA ALTO PESO MOLECULAR (UHMWPE OU PEUAPM)

O Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular é mais conhecido pelo seu acrônimo em inglês (UHMWPE), Ultra High Molecular Weight Polyethylene.

A tecnologia para a produção do UHMWPE teve início na década de 50 na Alemanha, através de um catalizador do tipo Ziegler-Natta (Polimerização de baixa pressão). Em 1984 a Braskem iniciou no Brasil o processo de desenvolvimento da resina, no entanto, somente após 1990 iniciou-se a comercialização no mercado interno. No Brasil a resina é produzida pela Braskem S.A, com o nome comercial de UTEC® (FARIAS; SANSON; CALUMBY, 2007).

De acordo com BRASKEM, (2017) o UHMW é um polietileno com propriedades mecânicas específicas, resistente a abrasão, resistência a impacto e baixo coeficiente de atrito, é indicado na aplicação de revestimento, devido seu baixo coeficiente de fricção, se tratando de um material auto-lubrificante. Segundo CORMATEC, (2017) o UHMWPE possui baixo coeficiente de atrito comparando com os termoplásticos e materiais convencionais conforme apresentado na (Figura 11). Geralmente aplicado em equipamentos como silos, esteiras, trilhos de máquinas, mancais, pistões, polias, rolamentos, chapas de deslizamentos e equipamentos que sofrem desgaste e atritos quando estão em operação.

Figura 11 - Resistência ao Desgaste por Abrasão de diferentes tipos de Termoplásticos



Fonte: Modificado - file:///C:/Users/faturamento/Desktop/UTEC\_Brochure.pdf adaptado pela Autora, 2017

O Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular é obtido através da polimerização do eteno, utilizando o Catalizados Ziegler-Natta na presença de compostos alquilalumínico e haletos metálicos, este processo proporciona ao UHMWPE longas cadeias com ausência de ramificações, (GALDINO, Gérson Vargas, 2014). A Polimerização do UHMWPE é similar à polimerização utilizada na fabricação do PEAD convencional; ambos processos utilizam o catalisador Ziegler-Natta, podendo ser contínuo ou em batelada. As resinas são produzidas através de uma tecnologia chamada “Slurry”, em seguida passam por um processo de filtração e secagem, diferenciando apenas na fase de peletização, etapa dispensada no caso do UHMWPE já que ele é comercializado em pó, em resinas que podem variar de tamanho e peso molecular (FARIAS; SANSON; CALUMBY, 2007).

O UHMWPE é obtido em forma de pó fino, ele pode ser extrusado ou moldado através de compressão. A polimerização é realizada utilizando um solvente inerte como hidrocarboneto, isobutano, pentano ou hexano. O processo de conformação utiliza uma pressão em torno de 30 kgf/cm<sup>2</sup> e a temperatura de polimerização de até 200 °C (JOHN WILEY; SONS, 1986 vol. 6 apud COUTINHO;

MELLO; MARIA, 2003). Em concordância com Farias; Sanson; Calumby (2007), o UHMWPE é um polímero linear, semicristalino de aspecto branco opaco, de poucas ramificações e de densidade que fica em torno de  $0,93 \text{ g/cm}^3$  (Tabela 9).

Tabela 9 - Densidade e Cristalinidade dos Polietilenos

Polietileno	Densidade	Cristalinidade (%)
"VLDPE"	0,86 - 0,910	~ 10
PEBD	0,910 - 0,925	~ 50
PEBDL	0,910 - 0,929	~ 50
PEMD	0,926 - 0,940	~ 60
PEAD	0,941 - 0,970	~ 70
UHMWPE	~ 0,930	~ 45

Fonte: 9º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2007

Ele é produzido a partir do gás Eteno, bem como outros polímeros. De acordo com a Norma ISO 11541-1, o UHMWPE apresenta fluidez menor que  $0,1 \text{ g/10min}$  ( $190^\circ\text{C}$  e  $21,6\text{kg}$ ). As propriedades do UHMWPE são singulares em comparação aos polietilenos convencionais, em decorrência da grande quantidade de moléculas de ligação interlamelares, resultando em uma diminuição no grau de cristalinidade que mantem-se próximo de 45%, em comparação com o PEAD que possui cristalinidade de 70%. O UHMWPE pode apresentar cadeias poliméricas até 30 vezes maior comparando com o PEAD e o PP conforme exibido na (Tabela 10).

Quanto mais elevado for o peso molecular de um polímero, menor será seu índice de fluidez, ou seja, maior seu índice de viscosidade. No caso do UHMWPE, o seu peso molecular pode variar entre 3 milhões de  $\text{g/mol}$  até 10 milhões de  $\text{g/mol}$ , promovendo um índice de fluidez próximo de zero quando submetido à temperatura de  $190^\circ\text{C}$  e  $21,6 \text{ kg}$ . O tamanho das partículas podem ser baixo ou alto variando entre  $150 \mu\text{m}$  e  $225 \mu\text{m}$  (ANEXO A e B). Em virtude do baixo índice de fluidez, muitas técnicas de processamento como moldagem por injeção, extrusão convencional ou moldagem por sopro, não se aplicam a ele. As placas e tarugos maciços de UHMWPE são obtidos através da moldagem por compressão ou extrusão RAM exigindo a combinação ideal de temperatura e pressão (GALDINO, 2014).

Tabela 10 - Peso Molecular de alguns Polietilenos

<b>Poliiolefinas</b>	<b>Peso Molecular</b>
PEAD	50.000 - 500.000 g/mol
PP	100.000 - 1.000.000 g/mol
UHMWPE	3.000.000 - 10.000.000 g/mol

Fonte: 9º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2007

O Polímero de Ultra Alto Peso Molecular é resistente a uma grande variedade de substâncias químicas como ácidos, solventes, combustíveis, álcalis, detergentes e oxidantes (COUTINHO; MELLO, MARIA, 2003). No entanto, é vulnerável aos solventes aromáticos, ácido nítrico e hidrocarbonetos halogenados, (BRASKEM, 2016).

### 3.6.3 MOLDAGEM POR COMPRESSÃO

Na moldagem por compressão, o polietileno é colocado em um molde onde há condutores que aquecem e resfriam a resina em pó ocasionando sua fusão e a solidificação, este processo ocorre em uma velocidade satisfatória para que o material flua mesmo com sua alta viscosidade. Uma espécie de prensa exerce uma pressão hidráulica de 70 kg/cm<sup>2</sup> sobre o molde onde está a resina unindo as duas partes do molde, a pressão hidráulica é exercida no momento que a resina está fundida e superaquecida, em média a 220° C. Para produzir as placas de Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular, deve-se levar em consideração que a densidade da resina em pó é de 0,40 g/cm<sup>3</sup> enquanto que a densidade do material fundido é de 0,95 g/cm<sup>3</sup>.

Em decorrência da baixa condutividade térmica do UHMWPE, o processo de moldagem por compressão pode durar até 24 horas, dependendo do tamanho da chapa que irá produzir e da geometria da prensa. Neste processo o tempo de aquecimento é um fator relevante, necessário para manter a temperatura uniforme em toda a placa.



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto de pesquisa teve seu início através da percepção da problemática existente no processo produtivo da fabricação de diferentes tipos de filtros para o setor canavieiro, quanto à destinação e disposição final dos resíduos sólidos e líquidos gerados no processo.

O campo de estudo selecionado foi na cidade de Ribeirão Preto, interior de SP, onde realizou-se o diagnóstico de uma empresa local, através de dados levantados durante entrevista e preenchimento de formulários, acompanhamento da produção e análise observacional “*in loco*”. A metodologia aplicada obedeceu às diretrizes quantitativas e qualitativas com alterações concernentes ao estudo proposto.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA PARTICIPANTE E IDENTIFICAÇÃO NO SISTEMA PRODUTIVO DAS ETAPAS GERADORAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS.

Para o diagnóstico da indústria fabricante de filtro localizada na cidade de Ribeirão Preto – SP, foi agendada uma entrevista em campo com os responsáveis da área, onde foi possível visitar a empresa e os setores da fabricação. A partir desta entrevista criou-se um formulário (APÊNDICE A), o qual foi utilizado para a caracterização específica da empresa, contemplando: o número de colaboradores que integram o setor administrativo; o número de funcionários que compõe a equipe técnica da indústria; área construída (m<sup>2</sup>); regiões em que a indústria atuou; quais segmentos atendeu; o porte da empresa; a capacidade produtiva; o espaço físico; a localização; os tipos de filtros fabricados; abrangência nacional e internacional; quantidade de filtros produzidos no ano de 2016. Para complementar as informações coletadas através desse formulário, também foi utilizado o formulário apresentado na Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002, o mesmo utilizado para auxiliar no Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais (APÊNDICE B). Uma nova pesquisa em campo através da produção assistida contribuiu para refinar os dados obtidos.

A análise observacional foi executada com a presença do técnico responsável pelo processo de corte, a fim de caracterizar o processo de fabricação das placas usadas nos diferentes tipos de filtros do setor canavieiro; identificação no processo dos pontos geradores de resíduos sólidos e líquidos; e as formas de armazenamento e descarte destes resíduos, bem como o desenvolvimento de atividades no setor de corte de forma automatizada.

Através destas informações foi possível estudar o perfil da empresa participante e diagnosticar as principais variáveis que influenciam a composição e a geração dos resíduos sólidos e líquidos após o processo do corte das placas de UHMWPE.

#### 4.2 IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS GERADOS NO PROCESSO DE CORTE DAS PLACAS

Para a identificação dos resíduos sólidos e efluentes gerados no processo de corte das placas, foi realizada uma produção assistida que possibilitou as análises observacionais ponto a ponto, desde a chegada da matéria prima até a finalização dos cortes nas placas de UHMWPE. Através dessa pesquisa *in loco* de cunho quantitativo-qualitativo, que decorreu através da coleta de dados com preenchimento de formulários, foram caracterizados e mensurados os resíduos gerados na etapa de corte das placas.

A análise do processo iniciou-se no setor de engenharia, onde foi desenvolvido um projeto de um filtro conforme a necessidade do cliente, em seguida o projeto foi enviado ao projetista que elaborou um desenho no Autocad que foi enviado ao processo de corte, onde o mesmo foi usado para orientar a quantidade e diâmetros dos furos que foram realizados na máquina de corte de jato D'água (Figura 12).

No termino do processo de corte das placas de UHMW, a placa foi retirada da máquina e seguiu direto para o processo de montagem. Anotou-se cada etapa do processo onde houve geração de resíduos e quais foram os resíduos sólidos e líquidos gerados em cada ponto do processo.

Além da identificação de todos os resíduos gerados ao decorrer do processo de corte, foram obtidos os seguintes dados: vazão de água na máquina de corte (L/min); tempo gasto no corte de cada placa especifica para cada tipo de filtro;

comprimento, largura, espessura e furação de cada placa; as medidas das placas para cada modelo de filtro; consumo de abrasivo na máquina de corte (g/min); tempo gasto no corte das peças de cada filtro; peso das placas antes e após os cortes. Foram realizados cálculos matemáticos para a quantificação dos resíduos sólidos e líquidos gerados e os dados foram apresentados em forma de tabelas

Figura 12 - Máquina de corte de jato D'água



Fonte: <http://technosprime.com/equipamentos/prime/>

#### 4.3 CLASSIFICAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DOS COMPONENTES DAS PLACAS DE UHMWPE E DO ABRASIVO

Para a identificação química e física das sobras de UHMWPE e do Abrasivo gerados durante o processo de corte, foi realizada a análise observacional em campo, onde foi possível efetuar as coletas das amostras dos resíduos gerados e a identificação do aspecto físico. Para a identificação química, foram levantadas informações nas literaturas através da ABNT NBR 10004:2004, FISPQ dos produtos e ficha técnica dos fabricantes das matérias-primas, obtendo-se informações das composições químicas das matérias-primas utilizadas para a fabricação dos filtros.

#### 4.4 PROPOR MELHORIAS NA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS GERADOS NO PROCESSO DE CORTE

A proposta de melhorias foi realizada através do conhecimento do processo, onde foi possível analisar cada resíduo gerado, seu tipo, volume e grau de periculosidade em cada processo que ocorreu a geração.

#### 4.5 ANÁLISE DE DADOS

A identificação e quantificação dos resíduos gerados durante o processo foi realizado no software Excel, tendo como base os resultados gerados durante o processo de corte das placas de UHMWPE usadas na fabricação de diferentes tipos de filtros do setor sucroalcooleiro.



Em relação à economia paulista, a participação do agronegócio é de aproximadamente 15%, gerando também perto de 15% dos empregos formais do estado.

Em 2008, o estado foi responsável por 50% dos investimentos realizados em atividades inovadoras nas indústrias do país e responsável por 54% dos gastos em atividades internas de Pesquisas e Desenvolvimento no setor industrial. O Estado de São Paulo abriga mais de 131 mil estabelecimentos industriais, sendo que 129.545 são indústrias de transformação e 1.567 são indústrias extrativas. A grande maioria dos empreendimentos existentes no estado de São Paulo é composto por micro e pequenas empresas e ainda que o estado tenha uma posição de destaque no cenário nacional, a distribuição geográfica de seus parques industriais é heterogênea, (São Paulo, 2014).

## 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA FABRICANTE DE FILTROS E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS GERADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS

A empresa analisada atua no segmento de filtração, influenciada pela demanda sazonal do setor, ativa no mercado desde 1999, localizada na Zona Norte de Ribeirão Preto, atuante no setor sucroalcooleiro na fabricação de equipamentos para filtração de Lodo, Xarope, Caldo, Fuligem, Lavagem de Cana e Refinaria. A empresa conta com uma área total construída de 1650 m<sup>2</sup>, possui 35 funcionários, sendo 10 do Administrativo: (Comercial, Financeiro, Suprimentos, Planejamento e Controle da Produção (PCP) e Faturamento); o restante compõe a equipe produtiva (engenharia de projetos, desenho (projetista), almoxarifado, corte, pintura e montagem).

A empresa já fabricou e instalou mais de 1.000 equipamentos em Usinas de Açúcar e Alcool no Brasil como também no exterior (Figura 14), representando 5 continentes e 24 países, entre eles estão: Guatemala que hoje é seu principal cliente, Estados Unidos, México, Nicarágua, El Salvador, Porto Rico, Argentina, Peru, Chile, Ilhas Maurício, Tailândia e Brasil.

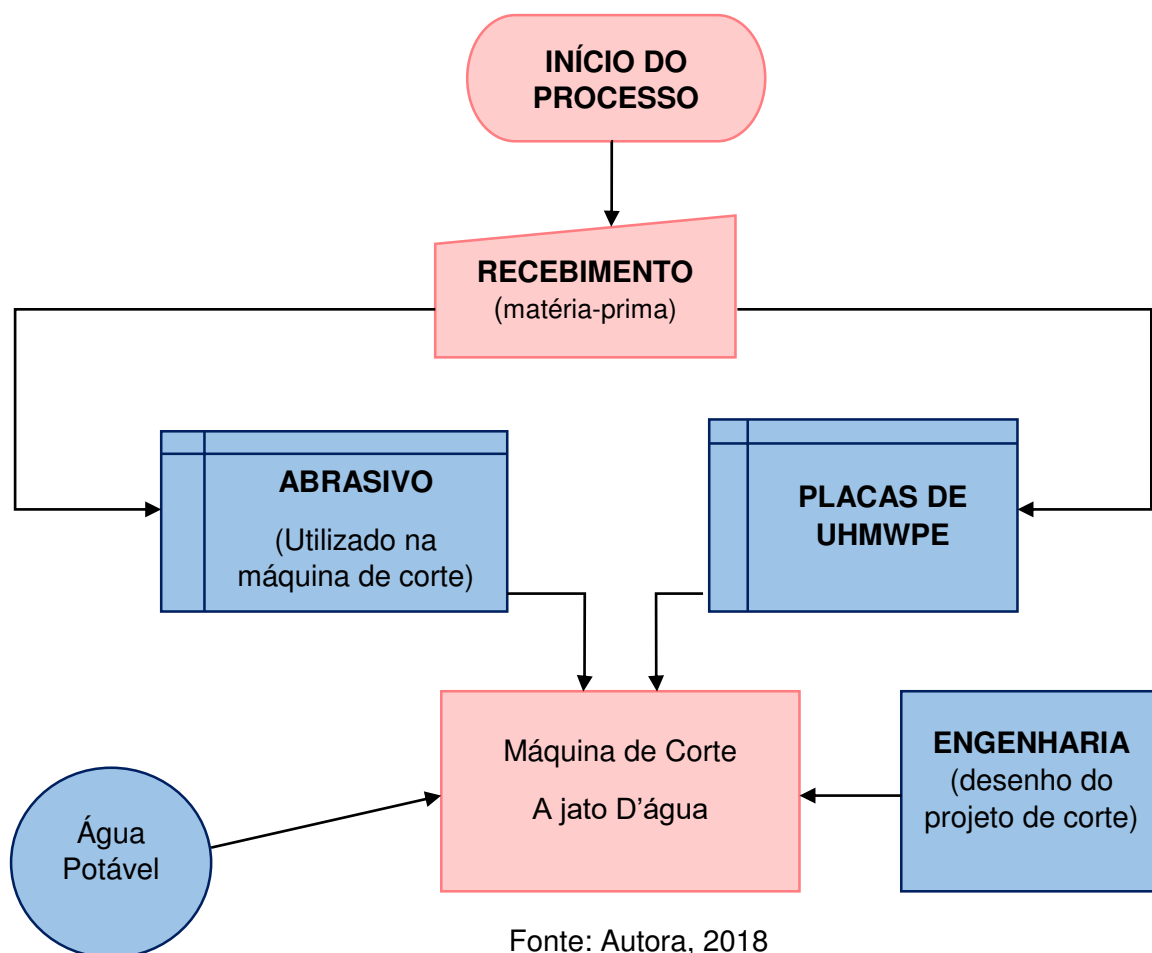
A fabricação dos filtros conta com diversos processos de desenvolvimento e montagem, cada setor da empresa é responsável por uma parte do processo de montagem (Figura 15).

Figura 14 – Filtros instalados no mundo



Fonte: Autora, 2018

Figura 15 - Fluxograma do Processo Produtivo Inicial da Produção de Filtros



Fonte: Autora, 2018

A primeira etapa consiste no recebimento das matérias-primas e insumos que se dá no almoxarifado/recebimento. o setor confere a mercadoria, efetua o recebimento, direciona para o depósito de acordo com seu divido local de armazenamento já preestabelecidos e lança a entrada da nota fiscal no sistema para que os demais usuários possam ter acesso ao estoque virtual (Figura 16); A matéria-prima é recebida e armazenada de maneira ordenada, entre elas estão as chapas de UHMWPE (polietileno de ultra-alto peso molecular) e o Abrasivo denominado Garnet 80 utilizado na máquina de corte.

Figura 16 - Local de armazenagem das chapas de UHMWPE

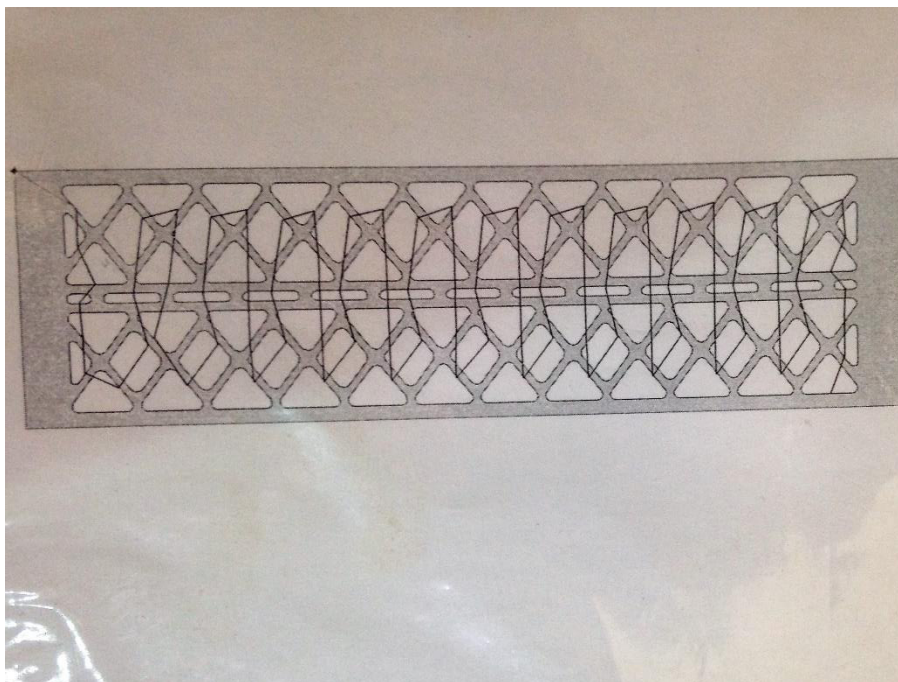


Fonte: Autora, 2016.

Antes de iniciar a produção dos filtros, os engenheiros desenvolvem o projeto seguindo as necessidades do cliente de acordo com o tipo de fluido que será filtrado e o volume; posteriormente o técnico em Autocad monta o plano de corte com os desenhos das peças que serão cortadas (Figuras 17 e 18). O setor de corte da empresa conta com uma máquina de corte a jato d'água e abrasivo (Figura 19), capaz de cortar peças de diferentes materiais, tamanhos e espessuras com precisão.



Figura 17 - Desenho do plano de corte das placas



Fonte: Autora, 2016

Figura 18 - Placa de UHMWPE após execução do corte projetado



Fonte: Autora, 2016

Figura 19 - Máquina de corte a jato D'água

5



Fonte: Autora, 2016

No processo de beneficiamento das placas de UHMWPE, o técnico responsável pela máquina de corte recebe o plano de corte das placas de UHMWPE (desenho especificando as medidas dos furos e quantidades) e programa a máquina para efetuar os cortes de acordo com o desenho; a máquina é alimentada com água potável e abrasivo mineral e as placas de UHMWPE são posicionadas abaixo do bico injetor da máquina (jato pressurizado que realiza os cortes).

Em seguida o setor de montagem recebe as peças que foram beneficiadas na máquina de corte (Figura 20); o processo de produção é finalizando na expedição onde o filtro é embalado e enviado para o cliente.

---

<sup>5</sup> Embaixo: tanque de armazenamento de água. Após uso, a água que sai do bico injetor da máquina é armazenada no reservatório inferior da máquina, na parte traseira do tanque fica o dreno por onde sai a água para ser descartada. O tanque está sempre completo de água, a água serve como acústica para amortecer os ruídos causados pelo impacto do jato de água pressurizado.

Figura 20 - Setor de Montagem do Filtro



Fonte: <https://www.cordoba.eco.br/equipamentos/vpb260>

Fonte: Autora, 2016

### 5.1.1 CARACTERIZAÇÃO DOS FILTROS

A empresa produz diversos modelos de filtros para o setor sucroalcooleiro, projetados de acordo com o fluido que será filtrado e a demanda da capacidade que deverá filtrar; são produzidos filtros para lavagem da cana, caldo, xarope, lodo e fuligem.

De acordo com dados fornecidos pela empresa, para a confecção dos filtros são usadas placas de UHMWPE perfuradas, o tamanho das placas e dimensões dos furos são de acordo com a capacidade de filtração e o tipo de fluido que passará por ele; quando maior o diâmetro dos furos, maior é a área útil de filtração, ou seja, melhora a capacidade de trabalho. Para cada modelo de filtro são utilizadas quantidades de placas variadas, bem como, diferentes larguras e comprimentos (Tabela 11).

Tabela 11 - Medidas das placas de UHMWPE para cada Filtro

MODELO DO FILTRO	PLACA DE UHMWPE	ESPESSURA	LARGURA	COMPRIMENTO	QUANTIDADE DE PLACAS
SVP 01	Cinza	40 mm	320 mm	1040 mm	4 peças
SVP 02	Cinza	40 mm	320 mm	1040 mm	6 peças
SVP 03	Azul	30 mm	320 mm	2250 mm	6 peças
VPB 200	Azul	30 mm	320 mm	2250 mm	6 peças
VP 300	Azul	30 mm	320 mm	2250 mm	6 peças
	Cinza	40 mm	66 mm	2250 mm	4 peças

Fonte: Autora, 2017

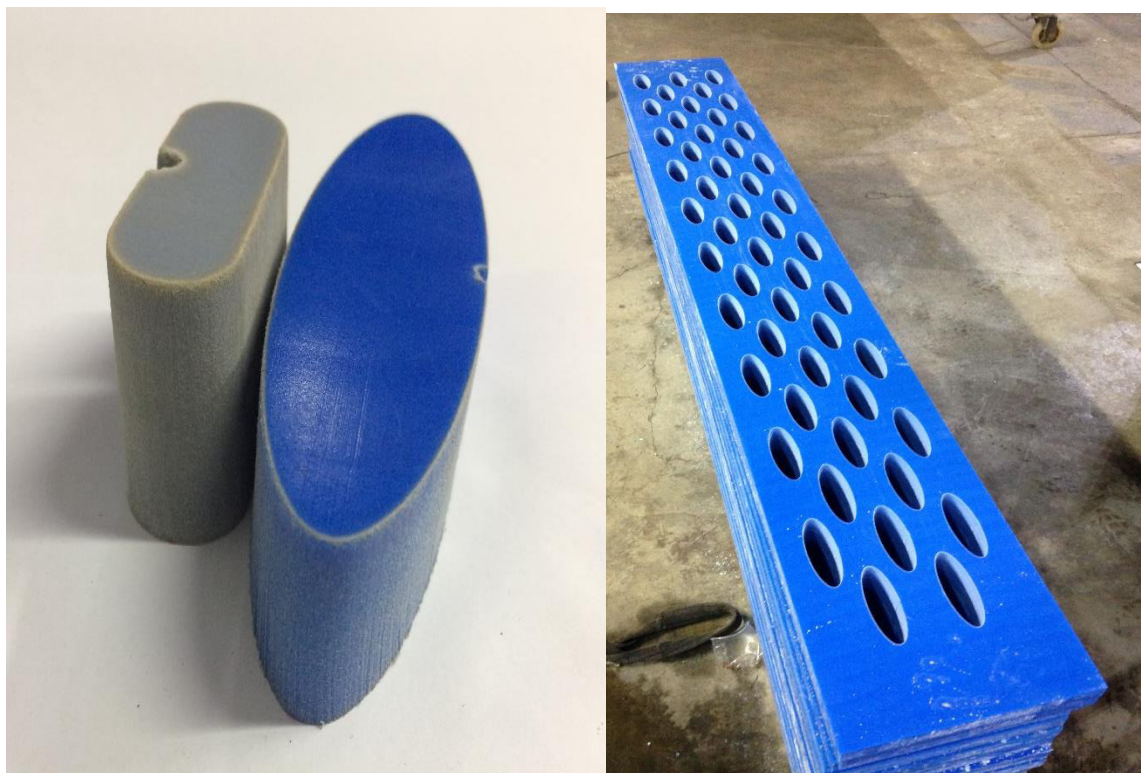
## 5.2 IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS GERADOS DURANTE O PROCESSO DO CORTE DAS PLACAS

Após traçar o perfil da Indústria fabricante de filtros, as informações obtidas pelo preenchimento dos formulários e das produções assistidas *in loco*, entre junho de 2016 a dezembro de 2017, permitiram identificar o processo produtivo dos filtros (projeto, corte das peças e montagem dos equipamentos) e as etapas responsáveis pela geração de resíduos.

As placas de UHMWPE são beneficiadas em uma máquina de corte que utiliza um jato de água pressurizado juntamente com um abrasivo mineral para realizar os cortes nas peças. No levantamento dos dados, verificou-se a geração de três tipos de resíduos provenientes do beneficiamento realizado nas placas. As amostras dos resíduos sólidos e líquidos gerados foram coletadas durante todo o processo de corte, sendo eles; pedaços das chapas de UHMWPE em diversos tamanhos e formas (Figura 21 e 22), tanto das placas azuis quanto das cinzas; abrasivo utilizado no jato d'água sedimentado no fundo do tanque da máquina de corte (Figura 23 e 24); e água retida no tanque da máquina, proveniente do jato d'água pressurizado (Figura 25 e 26), conforme expresso no fluxograma do processo (Figura 27).

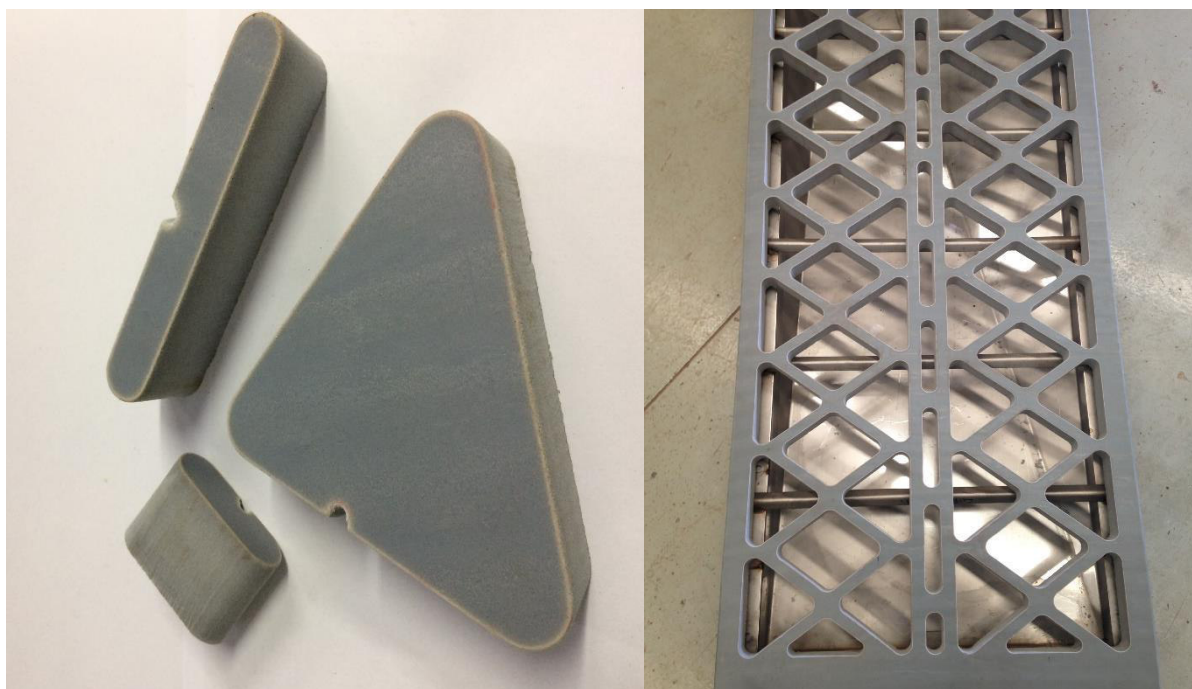


Figura 21 - Retalhos de UHMWPE



Fonte: Autora, 2017

Figura 22 - Retalhos de UHMWPE

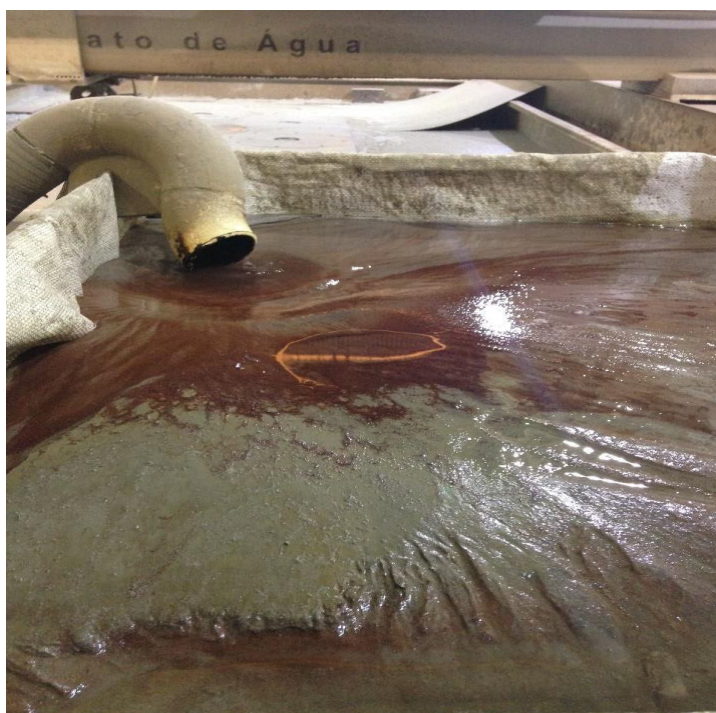


Fonte: Autora, 2017

Figura 23 - Tanque de Abrasivo usado<sup>6</sup>

Fonte: Autora, 2016.

Figura 24 - Abrasivo resultante da máquina de corte



Fonte: Autora, 2016.

---

<sup>6</sup> Na parte superior do reservatório fica o dreno por onde sai a água que será lançada na rede pluvial. O abrasivo sedimenta no fundo do tanque, separando-se da água através da decantação.



<sup>7</sup>Figura 25 - Água proveniente do processo de corte



Fonte: Autora, 2017.

Figura 26 - Bico por onde sai o jato pressurizado de água e abrasivo

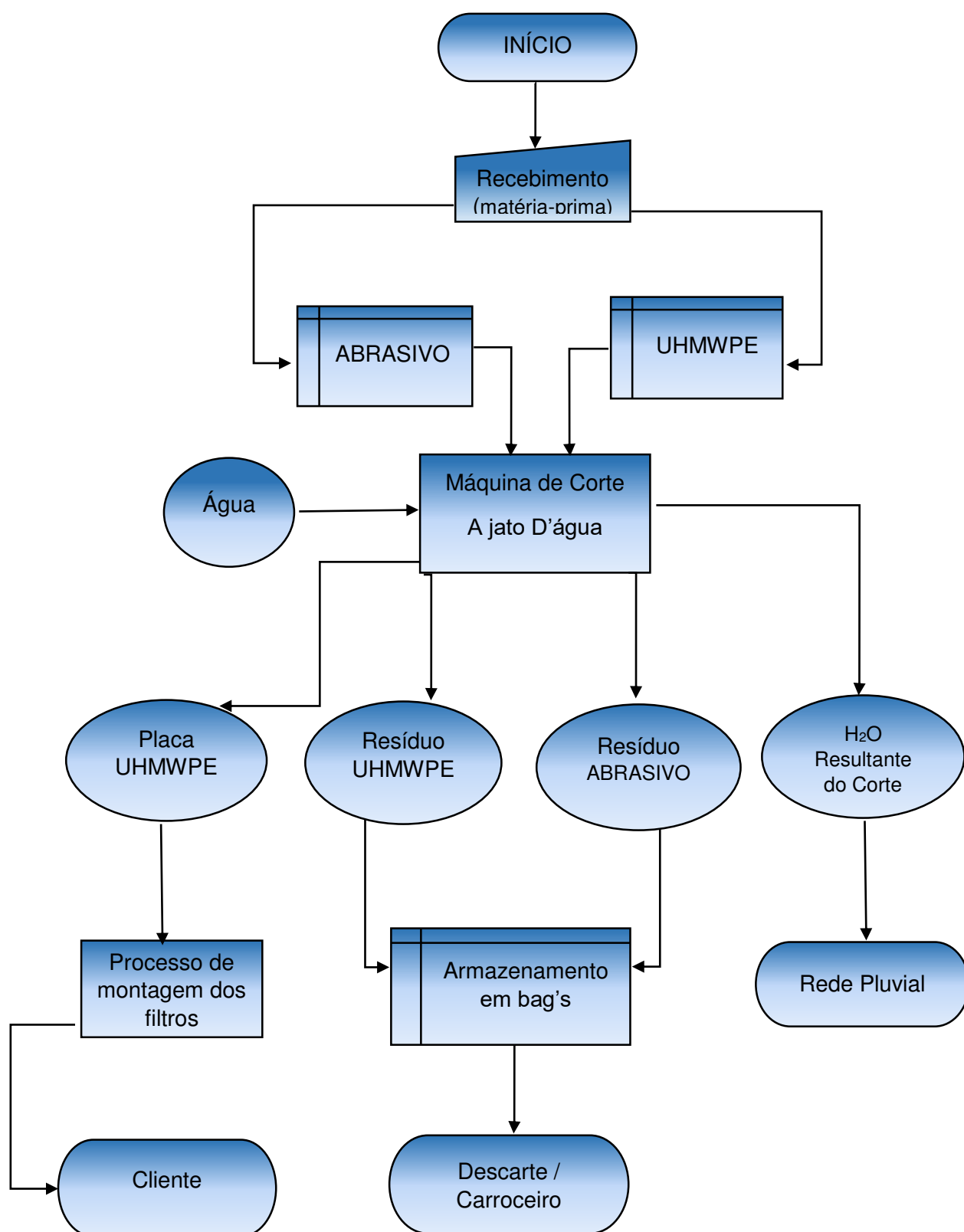


Fonte: Autora, 2017

---

<sup>7</sup> Água que é lançada na rede pluvial

Figura 27 - Etapas do processo produtivo na Fabricação dos Filtros



Fonte: Autora, 2018.



As placas de UHMWPE são beneficiadas em uma máquina de corte a jato D'água, que por sua vez utiliza um fino jato de água e abrasivo mineral (Figura 28) pressurizado a 60.000 psi para perfurar as chapas de UHMWPE. O abrasivo mineral é proveniente de rocha almandina e utilizado para potencializar o corte, já a água atua como facilitador no transporte do abrasivo, garante um processo mais limpo, prevenindo a formação e a propagação de poeira e pequenas partículas que podem causar danos à saúde do operador, como: irritação nos olhos e na pele, irritação nasal e respiratória, podendo agravar doenças crônicas respiratórias devido a exposição prolongada (ANEXO D); e também auxilia no resfriamento do corte, evitando o superaquecimento que poderia danificar as peças de UHMWPE.

Figura 28 - Abrasivo Mineral utilizado na máquina de corte



Fonte: Autora, 2017

A empresa fabricante de filtros de Ribeirão Preto adquire o abrasivo em sacos de 25 kg do próprio fabricante das máquinas, a máquina de corte em funcionamento utiliza em média 450 g/min de abrasivo e consome em média 3,6 L/min de água. A máquina opera em média 4 h/dia, podendo trabalhar até 6,5 horas em períodos de alta demanda. O tempo gasto para efetuar o corte nas chapas varia,

dependendo da espessura das chapas, quantidade e diâmetro dos furos, podendo levar até 1 hora e 50 minutos para efetuar a furação em uma placa de 2250 mm x 660 mm x 40 mm de espessura.

Através de cálculos simples foi possível quantificar os volumes de resíduos gerados no processo de corte das placas de UHMWPE, a média de trabalho da máquina, consumo médio de abrasivo por dia, consumo médio de água por dia, consumo médio de abrasivo e água em 1 mês de trabalho operando em 5 dias da semana (Equações 1, 2, 3 e 4). Para a realização dos cálculos; foi adotado 4 horas de trabalho da máquina de corte em 22 dias úteis do mês, onde foi possível obter o tempo médio total que a máquina trabalha em um mês.

➤ Tempo médio de trabalho da máquina de corte

(1)

$$\text{Trabalho Máquina} = 4,0 \frac{h}{\text{dia}} = \frac{60 \text{min}}{1h} = 4,0 \times 60 = 240 \text{ min/dia}$$

$$\text{Trabalho Maq. Total} = 240 \frac{\text{min}}{\text{dia}} \times 22 \text{ dias úteis} = 5.280 \text{ min/mês}$$

Para a realização dos cálculos do consumo de abrasivo utilizado no processo de corte das placas de UHMWPE, foi adotado o valor de 450 g/min de abrasivo, dado fornecido pelo manual do fabricante da máquina de corte.

(2)

$$M \text{ abrasivo} = 450 \frac{g}{\text{min}} = \frac{1kg}{100g} = 0,450 \text{ kg/min}$$

$$M \text{ abrasivo} = 0,450 \frac{kg}{\text{min}} \times 240 \frac{\text{min}}{\text{dia}} = 108 \frac{kg}{\text{dia}}$$

$$M \text{ abrasivo} = \left( 0,450 \frac{kg}{\text{min}} \times 240 \frac{\text{min}}{\text{dia}} \right) \times 22 \text{ dias úteis} = 2.376,00 \frac{kg}{\text{mês}}$$

$$\mathbf{M \text{ abrasivo} = 2.376,00}$$

No cálculo do consumo de água utilizada no processo de corte das placas de UHMWPE, foram adotados os mesmos critérios que no consumo de abrasivos, onde se adotou o valor de 3,6 litros de água por minuto, dado fornecido pelo manual da máquina de corte, considerando 22 dias úteis de trabalho.

(3)

$$\text{Água} = 3,6 \frac{L}{\text{min}} \times 240 \frac{\text{min}}{\text{dia}} = 864 \frac{L}{\text{dia}}$$

$$\text{Água} = \left( 3,6 \frac{L}{\text{min}} \times 240 \frac{\text{min}}{\text{dia}} \right) \times 22 \text{ dias úteis} = 19.008,00 \frac{L}{\text{mês}}$$

450 g/min – Consumo de Abrasivo

4,0 h/dia – Média de trabalho máquina

3,6 L/min – Consumo de água

22 dias – Dias úteis de trabalho

Para obter a quantidade de resíduos de UHMWPE, é possível adotar o cálculo do peso teórico das chapas, que consiste em multiplicar a Espessura, Largura, e Comprimento pela Densidade. Após obter o peso teórico de cada chapa, multiplica-se pelo número de peças que foram utilizadas dentro dos 22 dias úteis do mês, então se obtêm o peso total de chapas que foram utilizadas, considerando que cada chapa após o beneficiamento perde em média 50% do seu peso, logo, metade do peso das chapas de UHMWPE vira resíduos.

(4)

$$UHMWPE = \text{Espessura} \times \text{Largura} \times \text{Comprimento} \times \text{Densidade} (0,94) = \frac{kg}{\text{Peça}}$$

$$\text{Total} = \left( \text{Peso} \frac{kg}{\text{unidade}} \right) \times \left( \text{Peças} \frac{\text{Unidade}}{\text{mês}} \right) = UHMWPE \frac{\text{Total de kg}}{\text{mês}}$$

$$\text{Residuo UHMWPE} = \left( \frac{\text{Total de kg}}{\text{mês}} \right) - 50\% (\text{de perda}) = V \text{ de Residuo} \frac{\text{Peso Total}}{\text{mês}}$$

Como se trata de cálculos teóricos, podendo sofrer grandes variações devido a oscilação de densidades que as placas de UHMWPE podem sofrer de acordo com cada lote produzido, foi adotado outro método para quantificar os resíduos de UHMWPE. Todos os resíduos de UHMWPE proveniente da máquina de corte foram separados em big bag's ao longo de 1 mês, e no final foram pesados.

Por intermédio dos dados coletados e dos cálculos matemáticos, foi possível qualificar e quantificar os resíduos gerados durante o processo do corte sendo eles; 2.376 kg de abrasivo ao mês, 1.500 kg de retalhos de UHMWPE cinza e azul e 19.008,00 L de resíduo líquido (água retida no tanque da máquina) .

### 5.3 CLASSIFICAÇÃO DE FORMA QUÍMICA E FÍSICA DOS COMPONENTES DAS PLACAS DE UHMWPE E DO ABRASIVO MINERAL

As placas de UHMWPE são adquiridas semiacabadas em uma empresa localizada em Santa Rosa, RS. A indústria fabricante compra a resina em pó da Braskem S.A., e através de um processo de extrusão RAM confeccionam as chapas, tarugos e peças que posteriormente são obtidas pela empresa fabricante de filtros, onde são beneficiadas. No mercado é possível encontrar chapas de UHMWPE de diversas cores, espessuras e tamanhos, a indústria de filtros de Ribeirão Preto adquire as chapas lisas nas cores cinza e azul (Figura 29 e 30), nas espessuras de 30 mm e 40 mm, nos comprimentos de 1040 mm e 2250 mm, e nas larguras de 320 mm e 660 mm (Tabela 12).

A placa cinza é aditivada com sílica, que melhora na resistência a abrasão, tornando-a mais dura e resistente; já a placa azul é aditivada com silicone, que melhora a autolubrificação, tornando a placa mais macia e deslizante, ideal para locais onde haja atrito. Em contrapartida, as placas que são aditivadas com sílica se tornam mais duras e conseqüentemente menos resistente a impactos.

Figura 29 - Placa Cinza de UHMWPE



Fonte: <http://www.polistarbrasil.com.br/uhmw-anti-estatico>

Figura 30 - Placa Azul de UHMWPE



Fonte: <http://www.polistarbrasil.com.br/uhmw-silicone>

Tabela 12 - Medidas das placas de UHMWPE

PLACA	ESPESSURA (mm)	LARGURA (mm)	COMPRIMENTO (mm)
Cinza	40	320	1040
	40	660	2250
Azul	30	320	2250

Fonte: Autora, 2016.

A empresa fabricante de filtros utiliza as placas de UHMWPE, como chapas de desgaste devido às suas propriedades mecânicas, é um material atóxico, portanto, pode ser utilizado em indústrias alimentícias, não apresentando riscos de contaminação do produto que estiver em contato com as placas, conforme especificado na FISPQ do produto contida nos anexos A e B.

A indústria de Ribeirão Preto utiliza as placas em baixo da esteira do filtro, onde sofrem constante atrito. De acordo com o técnico, o desgaste das peças acontece de maneira uniforme o que prolonga a vida útil das placas, a durabilidade das peças é de acordo com a capacidade produtiva da usina, durando no mínimo uma safra. A empresa produz em média 60 placas de UHMWPE para reposição todos os meses, o número de peças chega a dobrar no período de entressafra, quando as usinas param para as manutenções (Informação verbal, Fernando Gomes – Dep. de Compras).<sup>8</sup>

Conforme as fichas de segurança das placas de UHMWPE contidas nos anexos A e B deste trabalho; o UHMWPE é um polietileno de pelo molecular bastante elevado, com densidade de 0,92 ~ 0,945 g/cm<sup>3</sup>, um componente perigoso não perigoso (não apresenta potencial riscos à saúde pública e ao meio ambiente), e pode ser reciclado; no entanto, não é biodegradável.

O abrasivo mineral utilizado é proveniente de rochas almandina e composto de materiais inorgânicos, sendo eles: Dióxido de Silício (SiO<sub>2</sub>), Oxido de Alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Oxido de Ferro II (FeO), Oxido de Ferro III (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Dióxido de Titânio (TiO<sub>2</sub>), Oxido de Manganês II (MnO), Oxido de Cálcio (CaO) e Oxido de Magnésio (MgO) conforme a ficha técnica de segurança do abrasivo denominado de Garnet 80 apresentada no (ANEXO C).

<sup>8</sup> Informações obtidas em conversa verbal com Fernando Gomes, responsável pelo setor de compras da empresa fabricante de filtros de Ribeirão Preto, SP. Dezembro de 2016

#### 5.4 PROPOSTA DE MELHORIAS NA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO DE CORTE DAS PLACAS DE UHMWPE.

Decorrente aos dados levantados, faz-se necessário a implantação de novas práticas com intuito corretivo, conduta mais apropriada para gerir os resíduos sólidos e líquidos gerados no processo de corte das placas de UHMWPE da indústria participante. A proposta de melhorias é embasada no conceito 3R's, Redução, Reutilização e Reciclagem; a redução consiste em utilizar os insumos de modo consciente buscando a minimização do consumo evitando os desperdícios, reduzindo na fonte a geração dos resíduos; a reutilização do insumo consiste em inseri-lo novamente no processo produtivo, aproveitando os resíduos sem a modificação na sua estrutura biológica, física ou físico-química; já a reciclagem promove a transformação dos resíduos alterando suas propriedades físicas, químicas e biológicas, transformando-os em novos insumos para a produção de outros produtos.

O gerenciamento realizado na empresa não inclui a reutilização, reciclagem e disposição final ambientalmente-e adequada destes resíduos e não atende as diretrizes vigentes no país implantadas através da Lei 12.305 de 5 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; bem como está em desacordo com as demais diretrizes como: a Resolução Conama 313 de 2002 que dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, onde prevê a obrigatoriedade das indústrias em fornecer os informações sobre os resíduos gerados em sua planta; assim como Lei 12.300 de 2006 que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo; e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Os resíduos sólidos gerados são armazenados em big bag's e coletados por carroceiros que os dispõem em locais indefinidos, já os resíduos líquidos são dispostos diretamente na rede pluvial sem prévio tratamento.

##### 5.4.1 PROPOSTA DE MELHORIAS NA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DAS PLACAS DE UHMWPE

São gerados em média 1.500kg ao mês de resíduos de UHMWPE, sendo retalhos de diversos tamanhos misturados com raspas do próprio material (pó bem fino). Os resíduos gerados são colocados em big bag's e armazenados em um

barracão coberto onde são acumulados mês a mês, posteriormente disposto em locais indefinidos por carroceiros.

Como medida de redução na fonte geradora, foi proposto a modificação dos diâmetros dos furos realizados nas placas de UHMWPE, afim de reduzir o tamanho dos retalhos e automaticamente diminuir o volume gerado.<sup>9</sup>Entretanto, não foi possível; a dinâmica dos furos influencia diretamente na eficiência e capacidade de filtração dos filtros, e a quantidade e os diâmetros dos furos realizados nas placas afeta a área útil do filtro.

Posteriormente foi sugerida a reciclagem dos resíduos, considerando que em sua ficha técnica, o produto é classificado como passível de reciclagem. Em contato com o fabricante, foi apontado uma problemática para o processo de reciclagem; A empresa do Rio Grande do Sul, fabricante das placas de UHMWPE, realiza a reciclagem dos retalhos e sobras gerados no seu processo, todavia, não realiza a reciclagem de material gerado fora de sua fábrica. A justificativa para o não recebimento de resíduos de UHMWPE gerados externamente é que o material é visivelmente parecido com outras resinas, como teflon, nylon e outro polietilenos. Em virtude da semelhança física existente entre essas resinas, poderia facilmente ocorrer a mistura entre elas, e com isso, contaminar o material, ocasionando variações em suas composições químicas, e em suas características mecânicas; também poderia trazer restos de outros tipos de materiais e sujeiras provenientes do processo de corte.

Outra alternativa proposta para a empresa foi a disposição final adequada.<sup>10</sup>De acordo com a empresa, foi efetuado uma cotação para a realização do descarte ambientalmente adequado para os 1.500kg de resíduos de HUMWPE gerados, no entanto, o valor ficou além do esperado, o que não tornaria o processo economicamente viável.

#### 5.4.2 PROPOSTA DE MELHORIAS NA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DO ABRASIVO MINERAL

---

<sup>9</sup> A abertura dos furos realizados nas placas de UHMWPE influencia diretamente na eficiência da filtração, as aberturas realizadas nas placas é por onde ocorre a passagem do vácuo (Informação verbal Fernando Gomes, responsável pelo setor de compras da empresa. Dezembro de 2016).

<sup>10</sup> Informações obtidas em conversa verbal com Fernando Gomes, responsável pelo setor de compras da empresa fabricante de filtros de Ribeirão Preto, SP. Junho de 2018



Das mais de 2 toneladas de resíduos de abrasivos gerados ao longo do mês, 100% estavam sendo coletados por carroceiro e descartados em locais indefinidos, um vez que o abrasivo não serve para ser reutilizado, no entanto, em média 50% do volume pode ser recuperado.

Foi proposta a recuperação dos resíduos de abrasivos, considerando que se trata de um mineral não renovável. Em contato com uma empresa localizada na cidade de São Carlos, SP, foi constatada a possibilidade da recuperação. A empresa de reciclagem recebe os resíduos de abrasivo contendo sujeiras residuais do processo de corte; o abrasivo passa por um processo de peneiramento (Figura 31) e lavagem para a remoção das sujeiras<sup>11</sup> (Figura 32); depois são direcionados para o pátio de secagem (Figura 33); após estar completamente seco, o abrasivo segue para o processo de separação por peneiramento, separando os grãos de acordo com sua granulometria (Figura 34 e 35).

Figura 31 - Processo de peneiramento do Abrasivo



Fonte: <http://www.icam.com.br/waterjet/abrasivo/o-processo-de-recuperacao.html> 18/08/2018

---

<sup>11</sup> A empresa de reciclagem de São Carlos, SP, reutiliza diversas vezes a água utilizada para lavar o abrasivo. Aplicam o conceito de redução, reciclagem e reuso para todos os resíduos gerados em sua planta.

Figura 32 - Processo de lavagem dos Resíduos de Abrasivos



Fonte:<http://www.icam.com.br/waterjet/abrasivo/o-processo-de-recuperacao.html> Acesso em: 18/08/ 2018

Figura 33 - Pátio de secagem do Abrasivo



Fonte:<http://www.icam.com.br/waterjet/abrasivo/o-processo-de-recuperacao.html> 19/08/2018

Figura 34 - Processo I de separação por granulometria



Fonte: <http://www.icam.com.br/waterjet/abrasivo/o-processo-de-recuperacao.html> 19/08/2018

Figura 35 - Processo II de separação por granulometria



Fonte: <http://www.icam.com.br/waterjet/abrasivo/o-processo-de-recuperacao.html> 19/08/2018

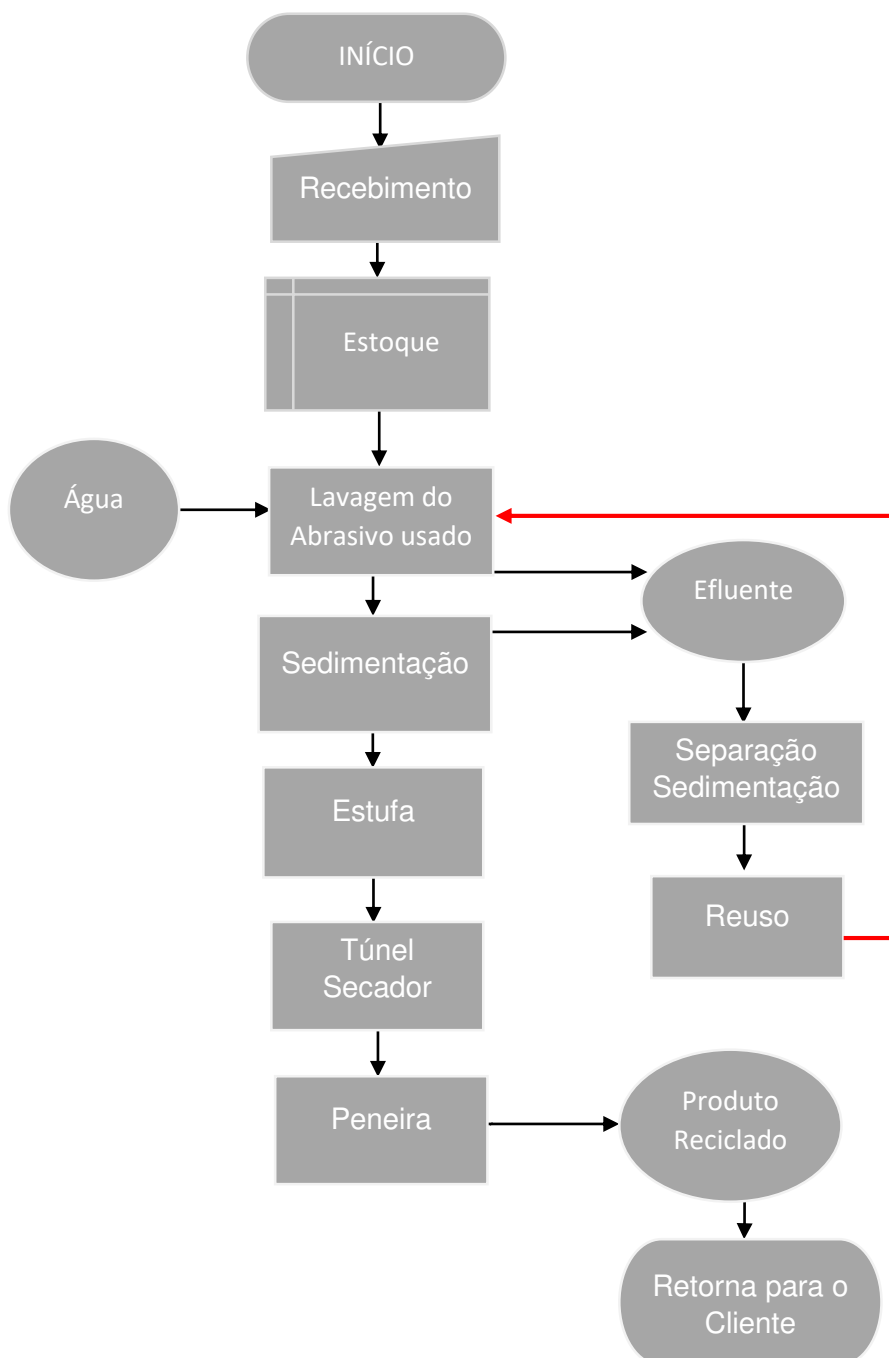
<sup>12</sup>A empresa de reciclagem consegue recuperar em média 50% do abrasivo, isso ocorre porque no momento em que o abrasivo é usado na máquina de corte, ele é expelido através de um jato bem fino contendo água e abrasivo; no momento em que o jato pressurizado encosta na placa que está sendo cortada, vários

---

<sup>12</sup> Informações verbais obtidas na empresa ICAM WATERJET em Dezembro de 2016; Informações também disponíveis no site: <http://www.icam.com.br/waterjet/> Acesso em: 01 de junho de 2017

grânulos do abrasivo se estilhaçam, impossibilitando sua reutilização; ainda assim, em torno de 50% dos grânulos do abrasivo não estilhaçam, possibilitando a recuperação através do processo de separação por granulometria conforme fluxograma do processo a seguir (Figura 36).

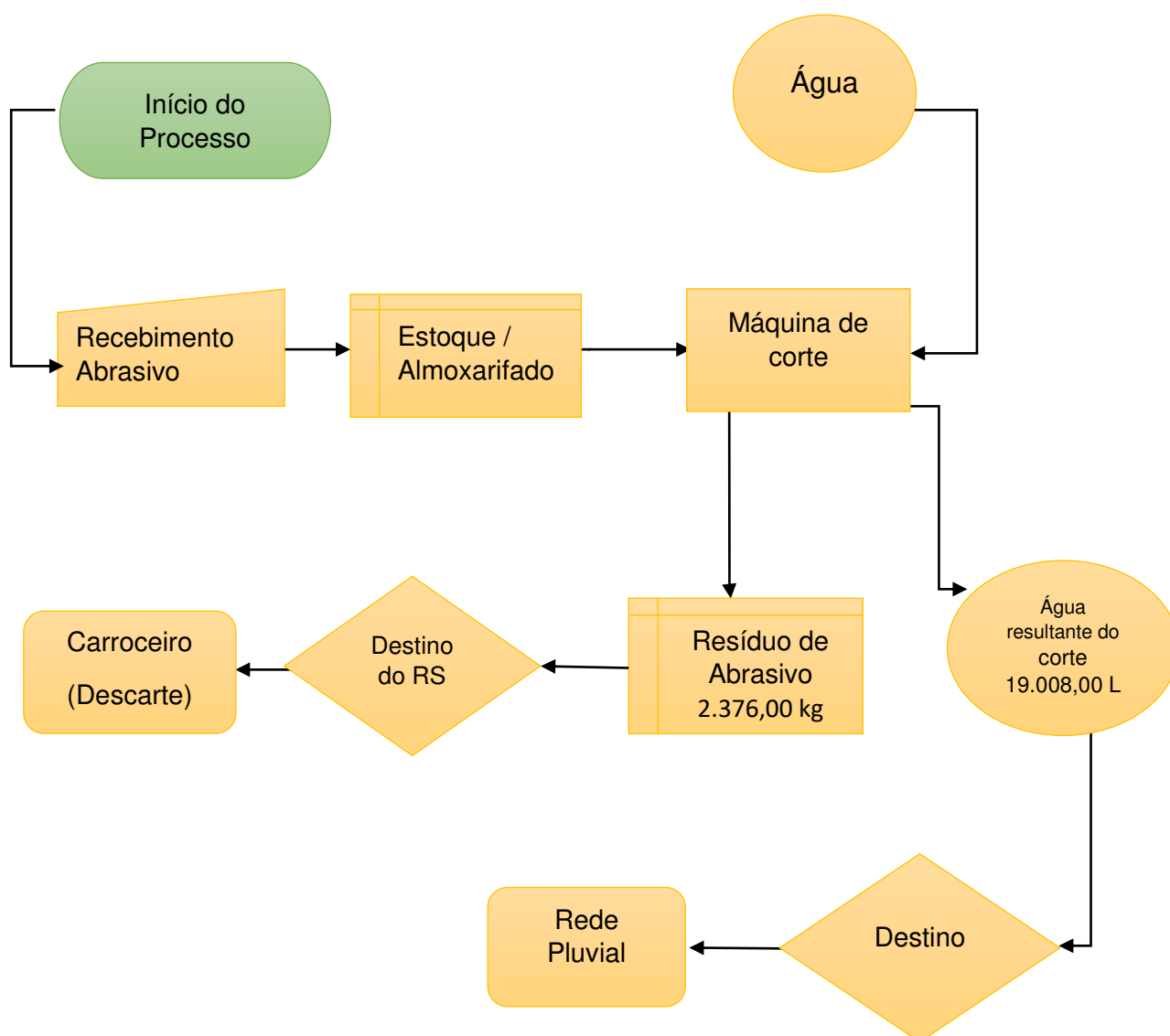
Figura 36 - Processo de Recuperação de Abrasivo



Fonte: Autora, 2016

A proposta de melhoria para a recuperação do abrasivo mineral consiste na elaboração de um leito de secagem para o Abrasivo úmido, de forma que reduza o seu peso, considerando que 20% do peso do abrasivo é de água,<sup>13</sup> a eliminação do peso referente a umidade contida no abrasivo viabiliza o custo do transporte até a empresa Recuperadora. Conforme os fluxogramas comparativos do processo atual e do sugerido (Figura 37 e 38), foram propostos pequenos ajustes ao final do processo, que trarão efeitos significativos para o meio ambiente e economia na aquisição dos abrasivos.

Figura 37 - Etapas do processo produtivo atual

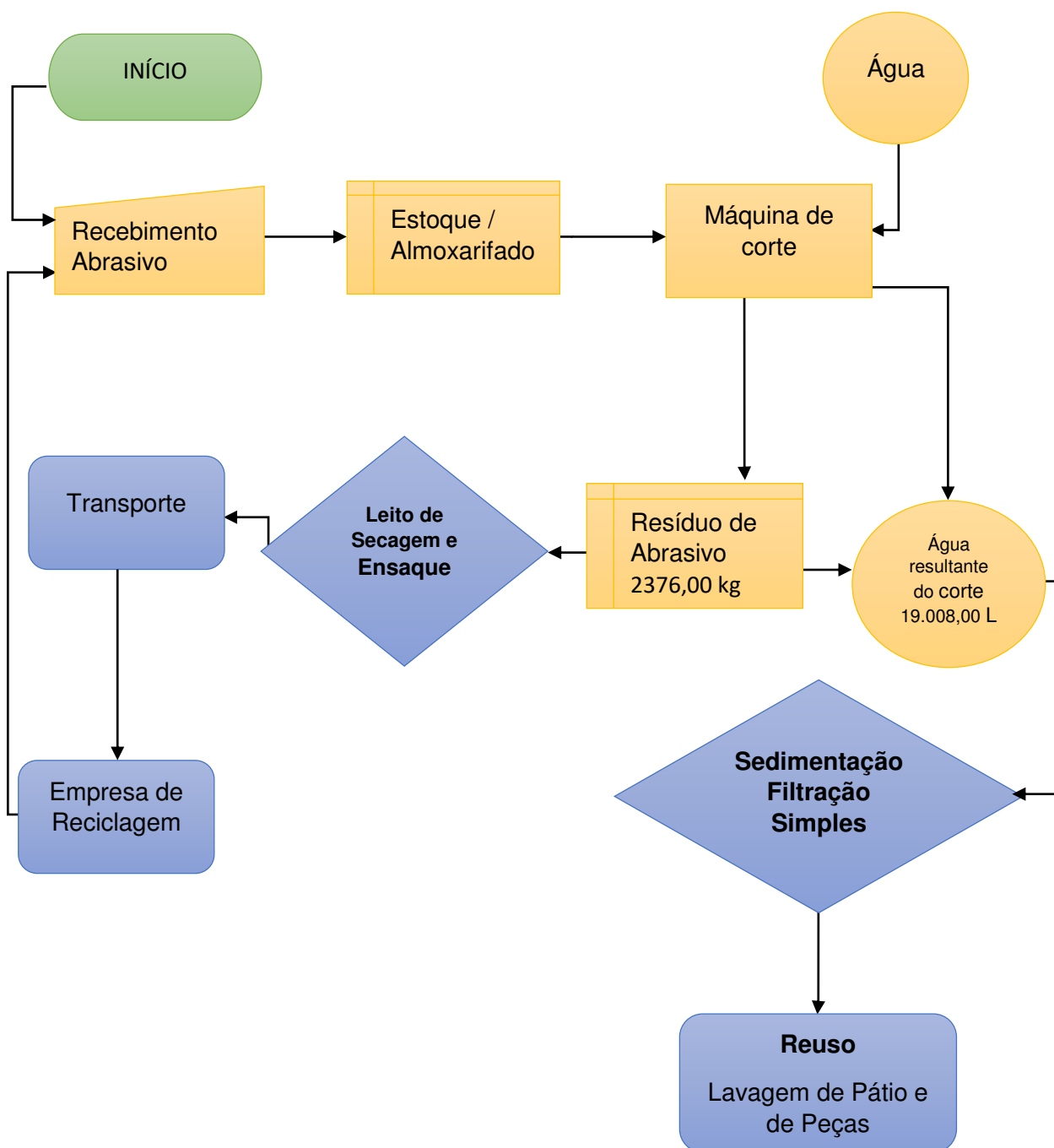


Fonte: Autora, 2016

<sup>13</sup> Análise de umidade realizado pela Universidade de São Paulo – USP Campus São Carlos, coordenada pelo Professor Dr. Valdir Schalch - Coordenador do NEPER - Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos.



Figura 38 - Processo produtivo modificado considerando a recuperação do abrasivo



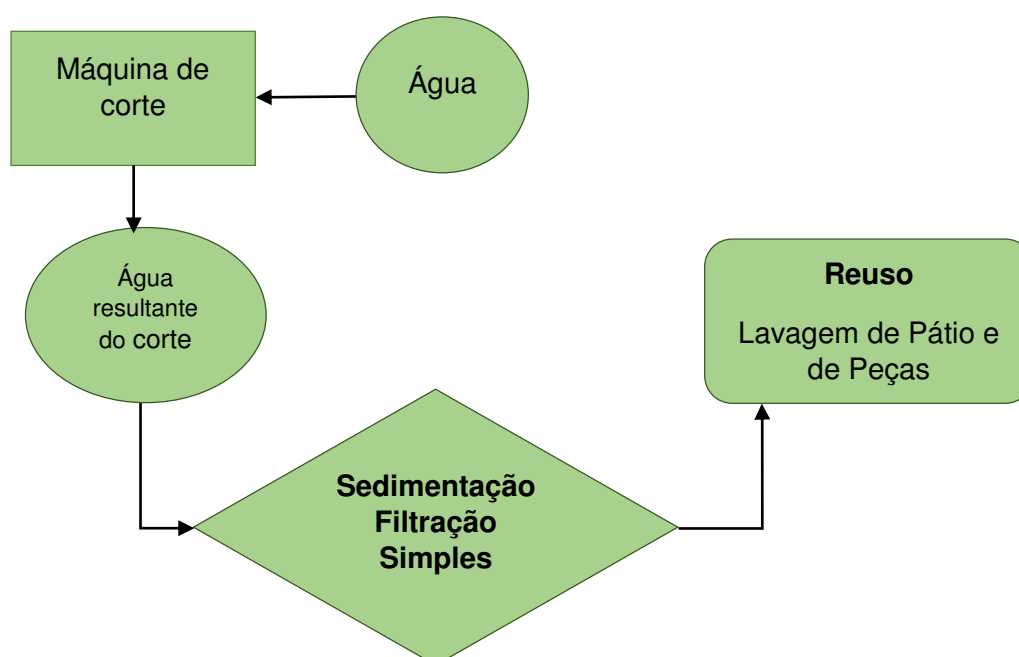
Fonte: Autora, 2018

### 5.4.3 PROPOSTA DE MELHORIAS NA DESTINAÇÃO DA ÁGUA RETIDA NO TANQUE DA MÁQUINA DE CORTE

A indústria utiliza água potável na máquina de corte, e atualmente não trabalha com o reuso nem tampouco o tratamento da água sobressalente do processo, que é descartada diretamente na rede pluvial; a justificativa da não reutilização é decorrente das impurezas contidas na água, que causam o entupimento dos bicos injetores da máquina de corte, ocasionando danos e defeitos.

Foi sugerida a reutilização da água para a lavagem de pátio. A máquina de corte utiliza o jato de água com abrasivo, após o corte, a água juntamente com o abrasivo são enviados para um tanque onde ocorre a separação por sedimentação, atualmente o sedimentado que no caso o abrasivo, é descartado em locais indefinidos e a água vai para a rede pluvial. A proposta de melhoria para a água descartada da máquina de corte, consiste em adotar um processo de filtração simples após a sedimentação, ao invés de ser enviada diretamente para a rede pluvial, a água poderia ser então utilizada para lavagem de peças e limpeza do pátio da fábrica (Figura 39).

Figura 39 - Proposta de reutilização da água sobressalente do processo



## 6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na pesquisa caracterizam esta empresa como potencial poluidora, cuja produção é influenciada pela demanda sazonal do setor sucroalcooleiro. Observou-se que os 3 resíduos gerados na empresa são provenientes do processo de beneficiamento das placas de UHMWPE na máquina de corte por jato de água e abrasivo. O gerenciamento que vem sendo adotado nesta empresa impossibilita a reutilização, reciclagem e disposição final ambientalmente adequada destes resíduos e descumpre as diretrizes vigentes no país implantadas através da Lei 12.305 de 5 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Mediante aos dados levantados foi possível identificar e quantificar os 3 resíduos gerados no processo de corte das placas de UHMWPE, sendo eles; 1.500 kg/mês de retalhos de tamanhos diversificados das placas de UHMWPE cinza e azul, 2.376 kg de Abrasivo mineral e 19.008,00 L de água contendo sólidos inorgânicos. Grande parte dos resíduos sólidos e líquidos gerados na fabricação dos filtros são de origem sintéticos e resistentes ao processo de degradação natural, que tende a se acumular nos aterros sanitários. Faz-se necessário a implantação de novas práticas com intuito corretivo.

Conclui-se que a prática mais apropriada para gerir os resíduos sólidos e líquidos gerados no processo de corte das placas de UHMWPE da indústria participante é a implantação do conceito 3R's, que preconiza a Redução, Reutilização e Reciclagem. A redução foi proposta na diminuição dos diâmetros dos furos realizados nas placas de UHMWPE, visando a utilização dos insumos de modo consciente buscando a minimização, reduzindo na fonte a geração dos resíduos de UHMWPE. A redução nos diâmetros dos furos não viabilizou o processo, os diâmetros dos furos está diretamente ligado a capacidade de filtração dos filtro, influenciando sua área útil. A empresa fabricantes de filtro realizou orçamentos para a disposição final ambientalmente adequada, verificando a inviabilidade em virtude do alto custo. A reutilização foi proposta para a água sobressalente do processo, para lavagem de peças e do pátio da fábrica.

Já a reciclagem promove a transformação dos resíduos alterando suas propriedades físicas, químicas e biológicas, transformando-os em novos insumos. No caso foi proposta a recuperação do Abrasivo mineral, que deve passar pelo leito de



secagem para redução do peso referente aos 20% de umidade, visando a economia do transporte até a Recuperadora na cidade de São Carlos.

A reciclagem do abrasivo mineral se mostra economicamente viável, a empresa de recuperação não cobra pelo processo de reciclagem do Abrasivo, porém a empresa proprietária do resíduo deve adquiri-lo novamente após o reciclo, a aquisição do abrasivo novo custa em média U\$ 3,80 /kg e o abrasivo reciclado custa em médio U\$ 1,0 /kg.

Sendo assim, é possível concluir que as propostas de reuso da água sobressalente e reciclagem do abrasivo são sucintas e não demandam grandes mudanças no processo produtivo da indústria; sendo bem executadas, são economicamente viáveis e trarão economias significativas dos gastos com insumos.

## **7 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS**

Como proposta para a continuidade desta pesquisa, sugere-se: estudar alternativas de reciclagem e disposição economicamente viáveis para os retalhos das placas de UHMWPE, tendo em vista as altas demandas de consumo desta resina em diversos segmentos industriais do país. Efetuar o levantamento do volume de resíduos de UHMPWPE gerados no Brasil e as destinações atualmente empregadas.

Avaliar a possibilidade de implantar um leito de secagem para os abrasivos úmidos e buscar novas alternativas para os 50% dos resíduos de Abrasivo que não são recuperados. Buscar alternativas para incorporá-los em outros processos da engenharia e da construção.

Aplicar os conceitos da ISO 14.001 e da Produção mais Limpa (P+L), no processo de fabricação dos filtros, buscando a redução, reutilização e reciclagem de todos os resíduos gerados decorrente a fabricação dos filtros.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS E EFLUENTES (ABETRE). **Destinação irregular de resíduos industriais – Revista Exame** 10 out. 2016. São Paulo, SP. Disponível em: <<http://www.abetre.org.br/imprensa/noticias-abetre/destinacao-irregular-de-residuos>> Acesso em: 30 nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2016:** cenário, desafios, perspectiva, comparativo de geração 2015 e 2016. São Paulo. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>> Acesso em: 30 jan. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10004/2004 (**ABNT/CEET-00:001.34**). BRASIL. Disponível em: <<http://analiticaqmcredutos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>> Acesso em: 2. nov. 2017.

BARROS, Regina Mambeli, 2012. **United States Environmental Protection Agency USEPA**, 2008 apud BARROS, 2012, p. 206 e 207.

BRASIL .CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – Resolução CONAMA 313 de 29 de outubro de 2002. **Gestão de Resíduos e Produtos Perigosos**. Brasília – Brasil (2002).

BRASIL. CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, 1988. Capítulo VI do Meio Ambiente Art. 255. Brasília, DF. BRASIL. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm)> Acesso em: 02 ago. 2018.

BRASIL. DECRETO 99.274, de 06 de junho de 1990. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Brasília, DF. BRASIL. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=328> Acesso em: 15 jun. 2018.

BRASIL. DECRETO 7.404, de 23 de dezembro de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF. BRASIL. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm)> em: 15 jun. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. Brasília, DF. BRASIL. Disponível em: <[http://file.abiplast.org.br/download/lei\\_12305.pdf](http://file.abiplast.org.br/download/lei_12305.pdf)> Acesso em: 01 ago. 2016.

BRASIL. Lei nº 12.300, de 16 de março de 2010. **Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS)**. São Paulo, SP. BRASIL. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html>> Acesso em: 11 ago. 2018.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Brasília, DF. BRASIL. Disponível em: [http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao\\_ambiental/Legislacao\\_federal/LEIS/LEI\\_FEDERAL\\_6938%20.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_federal/LEIS/LEI_FEDERAL_6938%20.pdf) Acesso em: 01 jun. 2018.

BRASIL. Lei nº 13.542, de 08 de maio de 2009. **Alteração da CETESB**. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, SP. BRASIL. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13542-08.05.2009.html>> Acesso em: 03 jun. 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE: Brasília, DF. BRASIL. 2018 Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/o-ministerio/quem-e-quem/item/8689.html>> Acesso em: 19 set. 2018.

BRASIL. PLANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO ESTADO DE SÃO PAULO - **Estimativas de Geração de Resíduos Sólidos Industriais**. André Luiz Fernandes Simas [et al.] Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. CETESB. 1ª Ed. 2014.

BRASKEM S.A. UTEC, **Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMWPE)**. Disponível em: <[file:///C:/Users/dell/Downloads/Polietileno-de-Ultra-Alto-Peso-Molecular-UHMWPE\\_pt%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/dell/Downloads/Polietileno-de-Ultra-Alto-Peso-Molecular-UHMWPE_pt%20(3).pdf)> Acesso em: 16 jun. 2016 / 20 jan. 2018.

BRASKEM S.A UTEC, **Catálogo Plásticos**. Disponível em: <<https://www.braskem.com.br/portal/Principal/arquivos/docs/Propriedades.pdf>> Acesso em: 20 dez. 2017.

CADASTRO CENTRAL DE EMPRESAS – CEMPRE, **Sistema IBGE de Recuperação Automática, SINDRA** (2016). Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/cepre/quadros/brasil/2016>> Acesso em: 25 nov. 2018

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA), ESALQ, USP. **PIB do agronegócio de São Paulo, 2016**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-de-sao-paulo.aspx>> Acesso em: 2 nov. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Safra Cana-de-Açúcar, Agosto 2016: **Acompanhamento final da Safra Brasileira 2016/2017**. São Paulo. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safras/cana>> Acesso em: 30 de jan. 2018.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Governo do Estado de São Paulo, SP. BRASIL. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/>> Acesso em: 30 mar. 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. 2018  
Disponível em: < <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/> > Acesso em: 13 jul. 2018.

COUTO, **Aplicação de Membranas para Recuperação de Água Residual Industrial Produzida em Máquina de Hidrocorte**. Instituto de Engenharia Nuclear: Dissertação de Mestrado, Rio De Janeiro 2017. Disponível em: <<http://carpedien.ien.gov.br/bitstream/ien/1869/1/disserta%C3%A7%C3%A3o%20mestrado%20ien%202017%20Valdete%20Couto.pdf>> Acesso em: 24 mar. 2018.

EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S/A (EMPLASA). **Polo na indústria sucroalcooleira, Mapa**. Disponível em: <<https://www.emplasa.sp.gov.br/RMRP>> Acesso em: 2 nov. 2017.

FLOW WATERJET, **Funcionamento do corte por jato de água**. Disponível em: <<https://www.flowwaterjet.com.br/Aprender/Como-o-jato-de-agua-funciona.aspx#components>> Acesso em: 18 dez. 2017.

GALDINO, **Avaliação do Efeito do Reprocessamento do Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular Sobre suas Propriedades Mecânicas, Térmicas e Morfológicas**. Dissertação Mestrado, PUC. Porto Alegre, RS. 2014. Disponível em: <<http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/3257/1/458759.pdf>> Acesso em: 16 fev. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA) – **Diagnostico dos Resíduos Sólidos Industriais 2012**. Relatório de Pesquisa – Governo do Estado Brasília, DF.

JARDIM; YOSHIDA; FILHO, 2012 – **Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. São Paulo. ed. 1. Manole, 2012.

MANO, Eloisa Biasotto; MENDES, Luís Cláudio. **Introdução a Polímeros**, São Paulo. ed. 2. Edgard Blucher, 2004. p. 3.  
MANO, Eloisa Biasotto. **Polímeros como Material de Engenharia**, São Paulo. Edgard Blucher, 1990.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO SECRETARIA DE POLÍTICA AGRÍCOLA: Departamento de Café, Cana-de-Açúcar e Agroenergia – **Produção Brasileira de Etanol 2018**. Disponível em: <[file:///C:/Users/dell/Downloads/copy18\\_of\\_05\\_prodetanolsaфра.pdf](file:///C:/Users/dell/Downloads/copy18_of_05_prodetanolsaфра.pdf)> Acesso em: 15 mar. 2018

OMAX CORPORATION, Abrasive Waterjets 1993. **Máquina de corte a jato de água e abrasivo**. Kent, Washington, EUA. Disponível em: <<https://www.omax.com/learn/how-does-waterjet-work>> Acesso em: 18 dez. 2017.

PHILIPPI, Arlindo; JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; FILHO, José Valverde Machado. **Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. 1. ed. Barueri, SP: Manole, 2012. p. 455 – 475.

POLISTAR BRASIL IND. E COM. DE PLASTICO LTDA, UHMWPE. **Peças de Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular**. Santa Rosa, Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.polistarbrasil.com.br/produtos>> Acesso em: 20 out. 2016 / 20 mar. 2018.

SEGATO, Silvelena Vanzolini; PINTO, Alexandre de Sene; JENDIROBA, Eloisa; NÓBREGA, José Carlos Martins de. Atualização em produção de Cana-de-Açúcar, **História e Morfologia da Cana-de-Açúcar**. Piracicaba: 1. ed. 2006. p.11 -12.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI), **Ciências e Caracterização dos Materiais Plásticos, 1.Polietileno**, São Paulo, 2017 p.312 ed. SENAI-SP. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=Fz5ODwAAQBAJ&pg=PT22&dq=EXTRUS%C3%83O+RAM&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjZ78rC-77aAhXDIZAKHfdCBH0Q6AEIjzAA#v=onepage&q&f=false>> Acesso em: 10 abr. 2018.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Ministério das Cidades**. Brasil. 2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/Acesso>> em: 12 set. 2018.

TECHNOS PRIME, Waterjet Solution. **Abrasivo Garnet 80 Hard Rock, Equipamento de corte com jato de água**. São Paulo. Disponível em: <<http://technosprime.com/equipamentos/prime/>> Acesso em: 20 out. 2016 / 16 nov. 2017.

TOCCHETTO, 2009, apud IPEA 2012, p.13 – **Diagnostico dos Resíduos Sólidos Industriais**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA 2012. Brasília, DF. BRASIL. Disponível em: <[http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120927\\_relatorio\\_residuos\\_solidos\\_industriais.pdf](http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120927_relatorio_residuos_solidos_industriais.pdf)> Acesso em: 20 ago. 2018.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR (UNICA). Setor Sucroenergético: **história do setor e mapa de produção**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/setor-sucroenergetico/>> Acesso em: 19 dez. 2017

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR (UNICA). **Relatório do Final da safra de 2016/2017, Região Centro Sul**. São Paulo. Disponível em: <[http://www.unicadata.com.br/download\\_media.php?idM=10993968](http://www.unicadata.com.br/download_media.php?idM=10993968)> Acesso em: 17 de mar. 2018.

VIEIRA, Maria Célia Azevedo; LIMA, Jaldir Freire; BRAGA, Natália Mesquita. **Setor Sucroalcooleiro Brasileiro: Evolução e Perspectiva**. 2007. p. 212-2014.

Disponível em:

<[https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/liv\\_perspectivas/07.pdf](https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/liv_perspectivas/07.pdf)> Acesso em: 1 mar 2018

### *Apêndice A - Formulário de Caracterização da Empresa*

#### **Objetivos da pesquisa:**

Caracterização dos resíduos e efluentes gerados durante o processo de corte das placas de UHMW para fabricação de diferentes tipos de filtros para a indústria canavieira.

#### **Notas:**

- Não será divulgado o nome da empresa em estudo;
- As informações solicitadas neste questionário tem por objetivo a identificação de forma quantitativa-qualitativa dos resíduos e efluentes gerados durante o processo de corte das placas de UHMW.
- Os resultados da pesquisa serão divulgados para a empresa participante através de uma cópia da dissertação final.

#### **FORMULÁRIO:**

1. Nome da empresa: (opcional) \_\_\_\_\_

2. Segmento:

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Alimentício  | <input type="checkbox"/> Agrícola         |
| <input type="checkbox"/> Canavieiro   | <input type="checkbox"/> Mineração        |
| <input type="checkbox"/> Petroquímico | <input type="checkbox"/> Papel e celulose |

3. Porte da empresa:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Micro empresa | <input type="checkbox"/> Pequeno porte |
| <input type="checkbox"/> Médio porte   | <input type="checkbox"/> Grande porte  |

4. Quantidade de funcionários em cada setor.

Setor Administrativo	
Setor de Produção	

5. Número total de trabalhadores nesta unidade produtiva: \_\_\_\_\_

6. Principais produtos produzidos: \_\_\_\_\_

7. Volume de produção mensal: \_\_\_\_\_ peças

8. A empresa possui política do meio ambiente?

- Sim  Não

Se sim, citar quais: \_\_\_\_\_

9. Qual o percentual (%) dos resíduos gerados na empresa não disposto adequadamente conforme o Plano Nacional de Resíduos Sólidos?  
\_\_\_\_\_
10. Atualmente como é feito o descarte dos resíduos gerados no processo de corte das placas de UHMW  
\_\_\_\_\_
11. É realizado algum tipo de reaproveitamento das sobras?  
 Sim       Não  
Caso a resposta seja sim, Qual? \_\_\_\_\_
12. São realizados análises das sobras?  
 Sim       Não
13. O processo de corte das placas é manual ou automatizado? \_\_\_\_\_
14. A empresa promove a separação dos resíduos?  
 Sim       Não
15. A empresa encaminha algum dos resíduos para reciclagem?  
 Sim       Não
16. Quais os tipos de filtros fabricados? \_\_\_\_\_
17. Quais as medidas das chapas que utilizam? \_\_\_\_\_
18. Quantas horas/dia a maquinas de corte é utilizada? \_\_\_\_\_
19. Existe na empresa um local para o armazenamento dos resíduos à espera do descarte? \_\_\_\_\_



*Apêndice B - Formulário de Caracterização da Indústria e dos RSI (Modelo adotado pela Resolução CONAMA 313).*

**INFORMAÇÕES GERAIS DA INDÚSTRIA**

**I - razão social da indústria:**

	Período de Referência	
	Início	Término

**II - endereço da unidade industrial:**

Logradouro/nº:	
Bairro/Distrito:	CEP:
Município:	Telefone: ( )
CGC/TE: CGC/MF	CNPJ:

**III - endereço para correspondência:**

Logradouro/nº:	
Bairro/Distrito:	CEP:
Município:	Telefone: ( )

**IV - contato técnico:**

Nome:	Cargo:
Email:	
Telefone de contato: ( )	Fax: ( )

**V - Características da atividade industrial:**

1. Atividade principal da indústria:		Código CNAE:		
2. Período de produção:				
Horas por dia:	Dias por mês:	Meses por ano:		
3. Número total de funcionários nas seguintes áreas da indústria:				
Produção:	Administração:	Outras áreas:		
4. Área útil total (m <sup>2</sup> ):				
5. Coordenadas Geográficas da unidade industrial:	Latitude		Longitude	
	Graus:	Minutos:	Graus:	Minutos:

**VI - Responsável pela empresa:**

Nome:	Cargo:
-------	--------

**INFORMAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE PRODUÇÃO DESENVOLVIDO PELA INDÚSTRIA**

VII. Liste as matérias-primas e insumos utilizados.

Matérias-primas e Insumos	Quantidade Atual (por ano)	Capacidade Máxima (por ano)	Unidade de Medida

VIII. Identifique qual a produção anual da indústria.

Produtos	Quantidade Atual (por ano)	Capacidade Máxima (por ano)	Unidade de Medida

## ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA

X. Relacione todas as etapas do processo de Produção.

Nome da Etapa	Descrição
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	

Código do Resíduo:	Descrição do Resíduo:

1. Formas de Armazenamento		Tipo do Armazenamento:	Na Área da Indústria?		
Código	Descrição		SIM	NÃO	
Quantidade (ton/ano) Quantidade/Ano (ton)	Estado Físico:	Posição Geográfica do local			
		Latitude		Longitude	
		Graus:	Minutos:	Graus:	Minutos:
2. Formas de Armazenamento		Tipo do Armazenamento:	Na Área da Indústria?		
Código	Descrição		SIM	NÃO	

Quantidade (ton/ano) Quantidade/Ano (ton)	Estado Físico:	Posição Geográfica do local			
		Latitude		Longitude	
		Graus:	Minutos:	Graus:	Minutos:
3. Formas de Armazenamento		Tipo do Armazenamento:	Na Área da Indústria?		
Código	Descrição				
			SIM	NÃO	
Quantidade (ton/ano) Quantidade/Ano (ton)	Estado Físico:	Posição Geográfica do local			
		Latitude		Longitude	
		Graus:	Minutos:	Graus:	Minutos:

1. Tratamento, Reutilização, Reciclagem ou Disposição Final na própria indústria		
Código	Descrição	Quantidade (ton/ano)
2. Tratamento, Reutilização, Reciclagem ou Disposição Final na própria indústria		
Código	Descrição	Quantidade (ton/ano)
3. Tratamento, Reutilização, Reciclagem ou Disposição Final na própria indústria		
Código	Descrição	Quantidade (ton/ano)

## ANEXO A – Certificado de Qualidade do UHMWPE

# Braskem

POLISTAR BRASIL IND E COM DE  
PLASTLTDA  
RUA MARQUES DO HERVA 83, Q  
FARROUPI  
CEP: 98900-000  
SANTA ROSA  
RS - BR

## Certificado de Qualidade

Número do Certificado  
0058817/2015  
Data de emissão  
20.01.2015  
Item de pedido/data  
/ 16.01.2015  
Item de remessa/data  
800384983 000020 / 26.01.2015  
Item de ordem/data  
3037331 000020 / 16.01.2015  
Código do cliente  
1000007620  
Nota Fiscal  
000049709-1  
Placa Veiculo/Navio

Material - Descrição  
UTEC6540-UHMWPE

Lote (batch): BADA4L139E / Data de Validade: 16.06.2017  
Quantidade: 10,000 TO / Data de Fabricação: 19.12.2014

Propriedade	Unidade	Resultado	Valor Mínimo	Valor Máximo	Método de Referência
V.I. média	dL/g	27,0	26,0	33,0	ASTM D 4020-05
Peso molecular ( $10^6$ g/mol)	g/mol	7,2	6,8	9,7	
Densidade Aparente	g/cm <sup>3</sup>	0,44	0,43	0,50	ASTM D 1895-03
Tamanho médio de partícula	µm	211	185	225	ASTM D 1921

## ANEXO B – Ficha de Segurança do UHMWPE



FISPQ


**FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO**

Produto: Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular - UHMWPE

Revisão: 1

Data: 17/03/2003

Página: 1/8

**1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA**

Nome do produto	Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular - UHMWPE
Marca Registrada	UTEC ®
Nome da Empresa	Braskem / Polialden Petroquímica S/A
Endereço	Rua Hidrogênio 3520 Camaçari – Bahia CEP: 42810-000
Telefone da Empresa	0xx71 632-6460
Telefone para emergências	0xx71 632-6460 ou 632-6530 (á cobrar)
Fax	0xx71 6321266
e-mail	Utec@braskem.com.br

**2. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES**

Substância :	As resinas de Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular, UTEC, são substâncias
Nome químico ou genérico :	Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular - PEUAPM
Sinônimo:	UTEC , UHMW , Polietileno, Polietileno de média densidade, UHMWPE
Nº CAS:	9002-88-4
Ingredientes que contribuem para o perigo :	Não aplicável

Obs.: As resinas UTEC podem conter menos de 0,2 % de Estearato de Cálcio, Nº CAS 1592-23-0, como aditivo.

**3. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS**

Perigos mais importantes :	Material não perigoso (OSHA)
Efeitos do produto:	O UTEC não é tóxico
Efeitos adversos à saúde humana :	O UTEC é atóxico e não oferece riscos a saúde humana. A Polialden sugere que o mesmo seja tratado como um pó ou particulado incômodo, de acordo com as recomendações internacionais para este tipo de produto.
Efeitos ambientais :	O UTEC em seu estado normal não é poluente nem biodegradável.
Perigos físicos e químicos :	A concentração elevada do pó em suspensão, é inflamável. O calor, faísca e chama direta podem provocar ignição e explosão em ambientes fechados. À temperatura ambiente não há risco no seu manuseio. O contato com o



## FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

Produto: Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular - UHMWPE

Revisão: 1

Data: 17/03/2003

Página: 2/8

	material fundido causa queimaduras.
	Não deve ser ingerido, embora não se conheçam riscos decorrentes da sua ingestão.
	À temperatura ambiente o UTEC não oferece riscos à inalação. Em temperaturas elevadas desprendem vapores perigosos que provocam desconforto. Se aspirado as partículas podem obstruir o nariz e vias respiratórias provocando desconforto
Perigos específicos :	Não aplicável
Principais sintomas :	Não aplicável
Classificação do produto químico:	Material não perigoso (OSHA)
Visão geral de emergência :	Não aplicável

#### 4. MEDIDAS DE PRIMEIROS-SOCORROS

Medidas de primeiros-socorros :	Não é esperado que este material cause dano fisiológico
Ingestão:	O UTEC é atóxico mas não deve ser ingerido. Se ingerido lavar a boca com água. Faça o paciente beber água para eliminar qualquer material que esteja provocando desconforto.
Inalação :	À temperatura ambiente o UTEC não oferece riscos à inalação. Em temperaturas elevadas desprendem vapores de hidrocarbonetos. Remover o paciente para ambiente com ventilação adequada. Remova qualquer material que esteja obstruindo o nariz e vias respiratórias. Chame um médico.
Contato com a pele:	Não há riscos ao se trabalhar na temperatura ambiente. Quando se trabalhar com material aquecido usar luvas de proteção para evitar queimaduras. Se material fundido encostar na pele resfrie imediatamente com água corrente. Não remova o material da pele pois pode provocar maiores danos.
Contato com os olhos :	O pó de UTEC pode provocar danos na córnea devido a ação mecânica. Vapores gerados durante o processamento ou aquecimento podem causar irritação ou vermelhidão. Óculos de proteção aprovados pelo MTC, são obrigatórios na área industrial para o manuseio do produto. Na ocorrência de acidente lavar com água corrente.
Quais ações devem ser evitadas:	Não aplicável
Proteção do prestador de socorro e/ou notas para médico :	Não aplicável
Principais sintomas e efeitos :	Não aplicável

## FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

Produto: Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular - UHMWPE

Revisão: 1

Data: 17/03/2003

Página: 3/8

### 5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

Meio de extinção apropriados :	Utilizar procedimento padrão para fogo classe A. Os meios de controle são: água, CO2, Espuma e Pó Químico.
Meios de extinção não apropriados:	Não aplicável
Perigos específicos no combate:	Inalação de vapores e gases
Métodos especiais de combate:	Não aplicável
Proteção de bombeiros / brigadistas :	Usar proteção respiratória com máscara autônoma ou de ar renovado.

### 6. MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

Precauções pessoais :	Não aplicável
Remoção de fonte de ignição:	Remover fontes de calor e ignição.
Controle de poeira :	Utilizar ventilação adequada para evitar formação excessiva de poeira . A mesma finamente dispersa é inflamável
Prevenção da inalação e contato com pele, mucosas e olhos :	Em condições normais o produto não oferece riscos
Precauções ambientais:	Evitar escoamento do produto para mananciais de água e para esgotos.
Sistemas de alarme :	Não aplicável
Método para limpeza:	Varrer e limpar a área. Se o material não estiver contaminado recolhe-lo em recipiente limpo. Se estiver contaminado redirecionar para descarte.
Neutralização:	Não aplicável
Recuperação:	Não aplicável
Disposição:	A NBR-10-004 classifica o descarte de polietileno como não perigoso
Prevenção de perigos secundários:	Não aplicável

### 7 MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

Manuseio:

Medidas técnicas de manuseio:	O manuseio deve ser feito em local arejado.
Prevenção da exposição do trabalhador :	Utilizar óculos de proteção, aprovados pelo MTC, e luvas protetoras quando a temperatura do material estiver acima da ambiente.



## FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

Produto: Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular - UHMWPE

Revisão: 1

Data: 17/03/2003

Página: 4/8

Prevenção de incêndio e explosão:	Evitar a formação excessiva de poeira. Cuidado: Poeira inflamável quando finamente dividida e em suspensão.
Precauções para manuseio seguro:	Mantenha sempre longe do calor, faísca e chama direta. Utilize ventilação adequada.
Orientações para manuseio seguro :	Utilizar equipamentos de proteção citados acima. O polietileno na forma de grãos ou pó é escorregadio e pode ocasionar quedas.
<b>Armazenamento:</b>	
Medidas técnicas de armazenamento:	Estocar em ambiente ventilado e seco
Condições de armazenamento:	Descrito abaixo
Adequadas:	Estocar em armazéns em boas condições e protegido, em temperatura ambiente inferior a 50°C, sem incidência direta de luz solar.
A evitar:	Formação de poeira, fonte de calor, faísca e chama direta.
Sinalização de risco:	<i>Não aplicável</i>
Produtos e materiais incompatíveis:	Evitar estocagem junto a solventes clorados, ácidos concentrados e compostos aromáticos.
<b>Materiais seguros para embalagens:</b>	
Recomendadas :	Sacaria de materiais diversos
Inadequadas :	Não aplicável

### 8. CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Medidas de controle de engenharia :	Fornecer ventilação para as áreas de processamento e estocagem.
<hr/>	
Parâmetros de controle específicos:	Não aplicável
Limite de exposição ocupacional :	10 mg/m <sup>3</sup> de partículas inaláveis 10 mg/m <sup>3</sup> de partículas inaláveis, conforme ACGIH
Indicadores biológicos:	Não aplicável
Outros limites e valores :	Não aplicável
Procedimentos recomendados para monitoramento:	Não aplicável
<b>Equipamento de proteção individual apropriado:</b>	
Proteção respiratória:	Recomenda-se uso de máscara de proteção para pó.
Proteção das mãos :	Luvas são necessárias quando a temperatura do material estiver



## FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

Produto: Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular - UHMWPE

Revisão: 1

Data: 17/03/2003

Página: 5/8

Proteção ocular :	acima da ambiente. Uso de óculos protetores ao manusear o produto
Proteção da pele e corpo :	Roupas adequadas devem ser usadas quando manusear o polímero à temperatura elevada ou fundida.
Precauções especiais :	Recomenda-se uso de máscara contra pó.
Medidas de higiene :	Deve-se evitar comer e beber em áreas onde o produto esteja sendo manuseado.

### 9. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Estado físico:	Sólido
Forma :	Pó
Cor:	Branco
Odor :	Leve cheiro de ceras
PH:	Não aplicável
Temperaturas de mudança de estado físico[J]:	
Ponto de ebulição:	Não aplicável
Faixa de temperatura de ebulição :	Não aplicável
Faixa de destilação :	Não aplicável
Ponto de fusão :	125 a 135 °C
Temperatura de decomposição:	352 °C
Ponto de fulgor:	352 °C
Temperatura de auto-ignição:	362 °C
Límites de explosividade :	Não aplicável
Pressão de vapor:	Não aplicável
Densidade de vapor :	Não aplicável
Densidade :	0,920 ~ 0,945 g/cm <sup>3</sup>
Solubilidade em água :	Insolúvel
Solubilidade em outros solventes :	Solúvel em solventes orgânicos, sob condições especiais
Coefficiente de partição octanol/água :	Não aplicável
Taxa de evaporação :	Não aplicável
Outras informações :	Peso molecular: > 2 x10 <sup>6</sup> g/mol



## FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

Produto: Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular - UHMWPE

Revisão: 1

Data: 17/03/2003

Página: 7/8

Impacto ambiental : O UTEC é reciclável, mas não biodegradável. Recolher para reutilização

Ecotoxicidade: Material atóxico

### 13. CONDIÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

Métodos de tratamento e disposição do produto : O UTEC é reciclável e a NBR-10-004 classifica o seu descarte como não perigoso.

Métodos de tratamento e disposição de restos do produto : O mesmo deve ser feito para incineração observando-se regulamentos locais, estaduais e federais quanto aos métodos empregados.

Métodos de tratamento e disposição da embalagem : A embalagem pode ser reutilizada ou reciclada por empresas especializadas.

Precauções nas de exposição.

### 14. INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE

Regulamentações nacionais e internacionais: Para propósitos de transporte doméstico, as resinas de Polietileno não são classificadas como perigosas pelo Ministério dos Transportes através da "Regulamentação do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos", aprovado pelo Decreto nº 96044 de 18 de maio de 1988. O Polietileno também não é classificado como produto perigoso pela ONU.

Regulamentações terrestres : Precauções especiais no transporte: dar devida proteção à carga para evitar umidade e vazamento do produto. Em caso desta ocorrência, varrer ou aspirar para reutilização ou descarte

Regulamentações aéreas : Não aplicável

Regulamentações marítimas : Não aplicável

Regulamentações fluviais : Não aplicável

Regulamentações adicionais : Não aplicável

Nº da ONU [A]: A ONU classifica o polietileno como não perigoso

ADR/RID CLASSE : Não aplicável

IMDG: Não aplicável

ICAO : Não aplicável

Grupo de embalagem :

**FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO**

Produto: Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular - UHMWPE

Revisão: 1

Data: 17/03/2003

Página: 8/8

**15. REGULAMENTAÇÕES**

Regulamentações :

Não existem regulamentações específicas aplicáveis á resinas de Polietileno.

Informações sobre riscos e segurança :

**16. OUTRAS INFORMAÇÕES**

Informações complementares :

Fonte de informações :

## ANEXO C – Ficha Técnica de Segurança do abrasivo Garnet 80

22/05/2018

MSDS de Granada

Ficha De Dados De Segurança

Identidade do produto: Garnet Sand IG

Seção I - IDENTIFICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS E EMPRESAS

Nome do Produto	Garnet Sand IG		
Outros nomes	Granada Andradita		
Uso recomendado	Corte a jato abrasivo, filtração e meios de limpeza por jateamento.		
Fabricante	Opta Minerals Inc., 407 Parkside Drive	Fornecedor	CEI Carbon Enterprises Inc.
Endereço	PO Box 260, Waterdown, Ontário, Canadá, L0R 2H0	Endereço	28205 Scippo Creek Rd Circleville, OH 43113
Número de telefone	(905) 689-361	Número de telefone	800-344-5770
Número de emergência	CHEMTREC (Canadá e EUA), 1-800-424-9300, 24 horas	Fax	888-204-9656
	CHEMTREC (fora da América do Norte), 1-703-527-3887, 24 horas		

Seção II - COMPOSIÇÃO / INFORMAÇÃO SOBRE OS INGREDIENTES

Nome químico	CAS No.	%	Outros identificadores
Sílica amorfa	61790-53-2	30-40	SiO2
Óxido de ferro	1309-37-1	25 a 35	Fe2O3
Óxido de cálcio, reagiu	1305-78-8	20-30	CaO
Andradita	15078-96-3	<99	
Óxido de alumínio	1344-28-1	1-5	Al2O3
Óxido de manganês	1317-35-7	1-3	MnO
Óxido de magnésio	1309-48-4	1-3	MgO
Dióxido de titânio	13463-67-7	1-3	TiO2
Óxido de zircônio	1314-23-4	1-3	ZrO2
Sílica, quartzo cristalino	14808-60-7	<1	SiO2

Seção III - IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS (5)

Classificação GHS

Carcinogenicidade - categoria 1A; Toxicidade para órgãos-alvo específicos (exposição repetida) - Categoria 1

Elementos de etiqueta do GHS



perigo

Pode causar câncer ou danos ao sistema respiratório por meio de exposição prolongada ou repetida por inalação.

Seção IV - MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

Inalação	Mover para o ar fresco. Se sentir sintomas respiratórios (por exemplo, tosse, falta de ar, chiado no peito), ligue para Centro médico.
Contato com a pele	Lave suavemente e com água morna e sabão neutro por 5 minutos.
Contato visual	Lave imediatamente o (s) olho (s) contaminado (s) com água corrente morna por 15 a 20 minutos, mantendo a (s) pálpebra. Se a irritação ocular persistir, consulte um médico.
Ingestão	Nunca dê nada pela boca se a vítima estiver rapidamente perdendo a consciência ou se estiver inconsciente ou em convulsão. Chame um Centro de Veneno ou médico se não se sentir bem ou se estiver preocupado.

Sintomas e efeitos mais importantes, agudos e retardados

Pode irritar ou causar inflamação ou fibrose pulmonar do sistema respiratório.

Atenção Médica Imediata e Tratamento Especial

Órgãos Alvo

Sistema respiratório.

Seção V - MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIOS

Meios de extinção

Meios Adequados de Extinção Não é combustível. Use um agente extintor adequado para o fogo circundante.

Meios de extinção inadequados Não aplicável.

Perigos específicos decorrentes do produto químico

Não queima.

Este produto não apresenta riscos incomuns em situações de incêndio.

Não é conhecido por gerar quaisquer perigos em uma situação de incêndio.

Equipamento especial de proteção e precauções para bombeiros

Nenhuma precaução especial é necessária.

Seção VI - MEDIDAS DE LIBERAÇÃO ACIDENTAL

Precauções Pessoais, Equipamento de Proteção e Procedimentos de Emergência



22/05/2018

MSDS de Granada

Use o equipamento de proteção individual recomendado na Seção 8 desta ficha de dados de segurança. Reveja a Seção 7 (Manuseamento) desta ficha de dados de segurança antes de proceder à limpeza.

**Precauções ambientais**

Embora este produto não seja classificado como um material nocivo ao meio ambiente, derramamentos grandes ou problemas potenciais.

**Métodos e Materiais para Contenção e Limpeza**

Evite gerar poeira. Recolher usando pá / colher ou vácuo HEPA aprovado e colocar em um recipiente adequado para descarte.

**Seção VII - MANUSEIO E ARMAZENAMENTO****Cuidados para manuseio seguro**

Evite gerar poeira. Use equipamento de proteção pessoal para evitar o contato direto com este produto químico.

**Condições para armazenamento seguro**

Armazene em uma área que seja: seca.

**Seção VII - CONTROLE DE EXPOSIÇÃO / PROTEÇÃO PESSOAL**

Nome químico	ACGIH TLV®		OSHA PEL		AIIHA WEEL	
	TWA	STEL	TWA	Teto	TWA de 8 horas	TWA
Silica amorfa			6 mg / m <sup>3</sup> *			
Óxido de ferro	5 mg / m <sup>3</sup> * A4		10 mg / m <sup>3</sup> *			
Óxido de cálcio, reagiu	2 mg / m <sup>3</sup>		5 mg / m <sup>3</sup>			
Óxido de alumínio	1 mg / m <sup>3</sup> * A4		5 mg / m <sup>3</sup> *			
Óxido de manganês	0,2 mg / m <sup>3</sup>					
Óxido de magnésio	10 mg / m <sup>3</sup> * A4		15 mg / m <sup>3</sup>			
Dióxido de estanho	10 mg / m <sup>3</sup>		15 mg / m <sup>3</sup>			
Óxido de zircônio	10 mg / m <sup>3</sup>					
Silica, quartzo cristalino	0,025 mg / m <sup>3</sup> * A2					
Andradita	5 mg / m <sup>3</sup>					

\* poeira total respirável, OSHA (PEL) = 15 mg / m<sup>3</sup> de Sílica cristalina, ACGIH, TWA 0,16 mg / m<sup>3</sup> (ACGIH), 0,025 mg / m<sup>3</sup>, respirável.

**Controles de engenharia apropriados**

Não permita que o produto se acumule no ar em áreas de trabalho ou armazenamento, ou em espaços confinados. Use ventilação de exaustão local, se a ventilação geral não for adequada para controlar a quantidade no ar.

**Medidas de proteção individual****Proteção ocular / facial**

Use óculos de proteção contra produtos químicos e protetor facial quando o contato for possível. Não fique nos olhos.

**Proteção da pele**

Evite contato repetido ou prolongado com a pele. Sempre use roupas de proteção isoladas, se o contato for possível.

**Proteção respiratória**

Use um respirador de purificação de ar aprovado pelo NIOSH com filtro de classificação N95 ou superior.

Em condições em que os níveis de poeira no ar excedam as capacidades dos respiradores acima mencionados, um respirador de ar fornecido pode ser necessário.

**Seção IX - PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS****Propriedades físicas e químicas básicas**

Aparência	Cristalino castanho-cinza.
Odor	Desmaiar
Limite de odor	Não aplicável
pH	Não aplicável
Ponto de fusão / ponto de congelamento	Não aplicável (congelamento)
Ponto de ebulição inicial / intervalo	Não aplicável
Ponto de inflamação	Não aplicável
Taxa de evaporação	Não aplicável
Inflamabilidade Superior / Inferior ou Limite Explosivo	Não aplicável (superior); Não aplicável (inferior)
Pressão de vapor	Não aplicável
Densidade de vapor (ar = 1)	Não aplicável
Densidade Relativa (água = 1)	Não aplicável
Solubilidade	Não aplicável na água
Temperatura de auto-ignição	Não aplicável
Outra informação	
Estado físico	Sólido

**Seção X - ESTABILIDADE E REATIVIDADE**

Reatividade	Não reativo sob condições normais de uso.
Estabilidade química	Normalmente estável.
Possibilidade de reações perigosas	Não aplicável.
Condições a se evitar	Geração de poeira.
Materiais incompatíveis	Ácidos fortes (por exemplo, ácido clorídrico). Agentes oxidantes fortes (por exemplo, ácido perclórico).

22/05/2018

MSDS de Granada

**Produtos de decomposição perigosos** Não aplicável.**Seção XI - INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA****Rotas Prováveis de Exposição**

Inalação

**Toxicidade Aguda**

Nome químico	LC50	LD50 (oral)	LD50 (dermal)
Sílica amorfa	Não disponível	3,160 mg / kg (rato)	Não disponível
Óxido de ferro	Não disponível	> 10.000 mg / kg (rato)	Não disponível
Óxido de cálcio, reagiu	Não disponível	> 2.000 mg / kg (rato)	Não disponível
Óxido de alumínio	Não disponível	> 5.000 mg / kg (rato)	Não disponível
Óxido de manganês	Não disponível	Não disponível	Não disponível
Óxido de magnésio	Não disponível	810 mg / kg (rato)	Não disponível
Dióxido de titânio	> 6820 mg / m <sup>3</sup> (rato)	> 25.000 mg.kg (rato)	Não disponível
Óxido de zircônio	Não disponível	> 8.800 mg / kg (rato)	Não disponível
Sílica, quartzo cristalino	Não disponível	22.500 mg / kg (rato)	Não disponível
Andradita	Não disponível	Não disponível	Não disponível

**Corrosão / Irritação da Pele**

Pode causar irritação.

**Dano grave / irritação ocular**

Pode causar irritação ou ferimentos devido a abrasão mecânica.

**STOT (Toxicidade para Órgãos-alvo Específicos) - Exposição Única****Inalação**

Pode irritar ou causar inflamação ou fibrose pulmonar do sistema respiratório.

**Absorção Da Pele**

Pode causar irritação.

**Ingestão**

Pode causar irritação ou náusea.

**Risco de aspiração**

Pode ser sugado pelos pulmões (aspirado) se ingerido ou vomitado.

**STOT (Toxicidade para Órgãos-alvo Específicos) - Exposição Repetida**

A inalação a longo prazo de poeiras pode atribuir ao risco de doenças pulmonares.

A inalação de poeira de sílica respirável pode não causar lesões ou doenças visíveis, mesmo que danos permanentes ao pulmão possam estar ocorrendo. A inalação de poeira de sílica pode causar sérios efeitos à saúde, que podem incluir os seguintes; Silicose, Silicose Acelerada, Silicose Aguda, Câncer, Doença Auto-Imune, Tuberculose e Doença Renal.

**Sensibilização respiratória e / ou cutânea**

Pode causar irritação em contato prolongado.

**Carcinogenicidade**

A sílica cristalina (quartzo) foi determinada como carcinogênica.

**Toxicidade reprodutiva****Desenvolvimento de descendentes**

Não há evidência de que este produto contribua com teratogenicidade ou embriotoxicidade.

**Função Sexual e Fertilidade**

Nenhum ingrediente deste produto é conhecido por contribuir para a toxicidade reprodutiva.

**Mutagenicidade em células germinativas**

Não é conhecido por ser um mutagênico.

**Efeitos interativos**

Nenhum conhecido.

**Seção XII - INFORMAÇÃO ECOLÓGICA**

Embora este produto não seja classificado como um material nocivo ao meio ambiente, derramamentos grandes ou freqüentes podem causar problemas potenciais.

**Seção XIII - CONSIDERAÇÕES DE DESCARTE****Métodos de Disposição**

Entre em contato com as autoridades ambientais locais para descartar ou métodos de reciclagem aprovados em sua jurisdição. A avaliação de risco necessária dos resíduos e a conformidade com as leis de resíduos perigosos aplicáveis são de responsabilidade do usuário.

**Seção XIV - INFORMAÇÕES DE TRANSPORTE**

Não regulado nos Regulamentos canadenses do TDG. Não regulamentado nos Regulamentos do DOT dos EUA.

**Seção XV - INFORMAÇÃO REGULATÓRIA****Regulamentos de segurança, saúde e meio ambiente****Canadá**

Este produto foi classificado de acordo com os critérios de perigo dos Regulamentos de Produtos Controlados e o SDS contém todas as informações exigidas pelos Regulamentos de Produtos Controlados.

22/05/2018

MSDS de Granada

---

**Seção XVI - OUTRAS INFORMAÇÕES**

---

<b>SDS Preparado por</b>	Mark Bryans
<b>Telefone não.</b>	(905) 689-7361, ramal 234
<b>Data de preparação</b>	24 de outubro de 2014
<b>Chave para abreviações</b>	ACGIH® = Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais OSHA = Administração de Segurança e Saúde Ocupacional dos EUA HSDB® = Banco de Dados de Substâncias Perigosas
<b>Referências</b>	Banco de dados CHEMINFO. Centro Canadense de Saúde e Segurança Ocupacional (CCOHS). Registro do banco de dados de Efeitos Tóxicos de Substâncias Químicas (RTECS®). Accelrys, Inc. Disponível no Centro Canadense de Saúde e Segurança Ocupacional (CCOHS). Banco de dados HSDB . Biblioteca Nacional de Medicina dos EUA. Disponível no Canadian Center for Occupational Health and Safety (CCOHS). Banco de dados do NIOSH Pocket Guide. Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional. Disponível no Canadian Center for Occupational Health and Safety (CCOHS).
<b>aviso Legal</b>	Tanto quanto sabemos, as informações contidas neste documento são precisas. Embora certos riscos sejam descritos aqui, não podemos garantir que esses sejam os únicos perigos existentes. A CEI não assume nenhuma responsabilidade decorrente do uso deste produto por terceiros.

\*\*\* FIM DA FOLHA DE DADOS DE SEGURANÇA DO MATERIAL \*\*\*



## ANEXO D – Ficha Técnica do Abrasivo utilizado pela empresa fabricante de Filtros.

# technos PRIME

Waterjet Solution



1. Caracterização Mineral: Combinação de Amandita e variedade de "Pyrope".
2. Descrição Geral: "Garnet", mineral homogêneo, sem químicas. Todo óxido, e dióxido são combinados quimicamente assim:  $Fe_3 Al_2 (SiO_4)_3$ . Os íons do ferro e do alumínio são parcialmente substituídos por Cálcio, Magnésio e Manganês.

### 3. Análise Química

Dióxido de Silício	( $SiO_2$ )	41.34%*
Óxido Ferroso	(FeO)	9.72%
Óxido Férrico	( $Fe_2 O_3$ )	12.55%
Óxido de Alumínio	( $Al_2 O_3$ )	20.36%
Óxido de Cálcio	(CaO)	2.97%
Óxido de Magnésio	(MgO)	12.35%
Manganês	(MnO)	.85%
		100.14%

4. Dureza: Entre 8 e 9 na escala Mohl.
5. Força: Resistente à fricção.
6. Forma da partícula: Afiada, angular e irregular.
7. Fissura: Laminação plana de fissuras irregulares.
8. Coloração: Vermelho ao rosa.
9. Gravidade específica: 3.9 to 4.1.
10. Cristalização: Cúbica (isométrica) como sistema decaedros rômico ou tetragonal trisoctahedrons (trapezohedrons) ou a combinação dos dois.
11. Ponto de fusão:  $1,315^{\circ}C$  - ( $2,399^{\circ}F$ ).
12. Magnetismo: Ligeiramente magnético (volume suscetível = 9.999375).
13. Propriedades eletrostáticas:
  - a) Condutividade Mineral- 18,000 volts.
  - b) Não reversível.
14. Absorção à umidade: Não higroscópico, inerte.
15. Efeitos patológicos: Nenhum.
16. Índice prejudicial à Sílica: Nenhum, material sem Sílica (livre de silicose).
17. Índice prejudicial ao Quartzo: Nenhum, material sem quartzo (livre de silicose).
18. Reatividade: Inerte.

## Dados sobre Segurança do Material

Seção 1 - Identificação da Empresa e Informação Química				
<b>Nome do Produto/Químico:</b>	Grãos e pós abrasivos "Garnet"			
<b>Fórmula Química:</b>	$(Fe, Mg)_3 Al_2 (SiO_4)_3$			
<b>Número CAS:</b>	1302-62-1			
<b>Outras Designações:</b>	"Garnet Pyrope" e Almandita			
<b>Uso Geral:</b>	Abrasivo Industrial			
<b>Fabricante/Fornecedor:</b>	Barton Mines Company, L.L.C., 1557 State Route 9, Lake George, NY 12845 Phone: (518) 798-54-62 (7:30 AM - 5:30 PM EST), FAX: (518) 798-5728 Emergency Phone: (518) 798-5462 or (518) 251-2296 or (518) 798-5510			
Seção 2 - Ingredientes Composição/Informação				
	<b>Nome do Ingrediente</b>	<b>ACGIH TLV TWA</b>	<b>Número CAS</b>	<b>%Wt</b>
<b>Ingrediente primário:</b>	Garnet Pyrope e Almandita	10 mg/m3	1302-62-1	94 - 99.6%
<b>Traços de Impureza:</b>	0,4 - 6% mistura consistente de minerais como "Hornblend", Magnetita, Feldspato.			
Seção 3 - Propriedades Químicas e Físicas				
<b>Estado Físico:</b>	Sólido	<b>Solubilidade em Água:</b> Não Solúvel em Água		
<b>Aparência/Cor:</b>	Vermelho, Rosa, Grãos "Whitish" ou Pós	<b>Outras solubilidades:</b> Não Relevante		
<b>Emissão de Odor:</b>	Sem odor	<b>Ponto de Ebulição:</b> Não Relevante		
<b>Pressão ao Vapor:</b>	Não Relevante	<b>Ponto de Fusão:</b> 1,315° C (2,399° F)		
<b>Densidade ao Vapor (Ar = 1):</b>	Não Relevante	<b>Viscosidade:</b> Não Relevante		
<b>Gravidade Específica (H2O):</b>	3.9 - 4.1	<b>Índice de Refratividade:</b> 1.77 - 1.79		
<b>PH:</b>	Não Relevante	<b>Nível de Evaporação:</b> Não Relevante		
Seção 4 - Medidas de Combate a Incêndio				
<b>Ponto de Ignição:</b>	Sólido não Inflamável			
<b>Método de Ponto de Ignição:</b>	Não Relevante			
<b>LEL:</b>	Não Relevante			
<b>UEL:</b>	Não Relevante			
<b>Classificação de Inflamável:</b>	Não Relevante			
<b>Método de Extinguir Incêndio:</b>	Use método apropriado para extinguir o incêndio			
<b>Fogo não usual ou perigo de explosão:</b>	Nenhum			
Seção 5 - Reatividade e Estabilidade				
<b>Estabilidade:</b>	Estável			
<b>Polimerização:</b>	Não acontece a Polimerização			
<b>Incompatibilidade Física:</b>	Desconhecida			
<b>Perigo de decomposição do produto:</b>	Desconhecido			
Seção 6 - Informações de perigo à saúde				
<b>Efeitos agudo:</b> (Efeitos de superexposição)				
<b>Inalação:</b>	Poeira pode causar irritação nasal e respiratória.			
<b>Olhos:</b>	Poeira pode causar irritação.			
<b>Pele:</b>	Pode causar abrasão.			
<b>Ingestão:</b>	Efeitos desconhecidos, não é recomendada ingestão.			



**Condições médicas agravadas por superexposição prolongada.**

Doença crônica respiratória pode agravar sobre exposição à poeira.

**Procedimentos de emergência e primeiros socorros.**

**Inalação:** Posicione-se ao ar fresco, em dificuldade à respiração administre oxigênio, obtenha auxílio médico.

**Contato aos olhos:** Enxágüe com água corrente, caso necessário, obtenha assistência médica.

**Contato à pele:** Lave a área exposta com água e sabão.

**Ingestão:** Obtenha assistência médica caso necessário.

**Rotas primárias**

**de entrada:** Inalação e contato a pele.

**Seção 7 - Derramamento, vazamento e procedimentos de descarte****Procedimentos Derramamento/Vazamento**

**Derramamento:** Varra ou aspire o material para descarte.

**Descarte:** Descarte de acordo com os regulamentos federais, estaduais e locais. Material que por ventura venha a ser contaminado, talvez necessite de descarte especial.

**Seção 8 - Controle de exposição / proteção pessoal**

**Ventilação:** Forneça ventilação mecânica suficiente (geral ou exaustor) para manter baixa exposição ao pó.

**Proteção**

**respiratória:** Caso necessário utilize EPI aprovado para inalação de pó, tipo cartucho ou máscara.

**Proteção aos olhos:** Recomendada a utilização de óculos de segurança.

**Luvas Protetoras:** Caso desejado pelo usuário.

**Seção 9 - Comentários e precauções especiais**

*Sem necessidade de precauções especiais para manuseio e armazenamento do material.*

As informações aqui fornecidas são precisas porém não nos responsabilizamos pela execução das mesmas.

Receptores estão previamente informados da necessidade destas informações e aplicações de uso.

## PUBLICAÇÕES – Congresso Internacional SILUBESA 18°

Comunicação submetida ao  
18.º ENASB/18.º SILUBESA, Porto, 10-12 outubro  
2018

1

### IDENTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NO CORTE DAS PLACAS DE UHMWPE EM MÁQUINAS DE CORTE A ÁGUA IDENTIFICATION OF WASTE GENERATED ON UHMWPE PLATE CUTTING IN WATER CUTTING MACHINES

*Merilim Bermudes<sup>a</sup>, Luciana Rezende Alves de Oliveira<sup>\*b</sup>*

<sup>a</sup>Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP, São Paulo, Brasil

<sup>b</sup>Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP, São Paulo, Brasil

#### RESUMO

Muitos resíduos industriais gerados no Brasil não são destinados e dispostos de forma adequada, descumprindo as diretrizes vigentes no país. Devido à grande geração de resíduos sólidos e efluentes no setor industrial, faz-se necessário a gestão e o gerenciamento conforme a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). O presente trabalho teve como objetivo, diagnosticar o gerenciamento dos resíduos sólidos e líquidos gerado no processo de corte de placas de Polietileno de Ultra alto Peso Molecular (UHMWPE) utilizadas na fabricação de filtros do setor sucroalcooleiro, em uma indústria na cidade de Ribeirão Preto, SP. A metodologia desenvolvida teve a caracterização da empresa participante, com uma análise observacional verificando os pontos de geração, a identificação e caracterização dos resíduos sólidos e líquidos gerados no processo fabril no âmbito quantitativo e qualitativo, através do preenchimento de formulários de caracterização da indústria e dos resíduos gerados como preconiza a Resolução CONAMA 313, de 29 de outubro de 2002. Os resultados obtidos através das análises caracterizam esta empresa como potencial poluidor, cuja produção é influenciada pela demanda sazonal do setor sucroalcooleiro. Gerando 1.500 kg de retalhos de UHMWPE cinza e azul ao mês, 2.376 kg de Garnet80 (Abrasivo mineral) e 19.008,00 L de água residual. Conclui-se que grande parte dos resíduos sólidos e líquidos gerados na fabricação dos filtros são de origem sintéticos e resistentes ao processo de degradação natural, que tende a se acumular nos aterros sanitários. A gestão e o gerenciamento inadequado e deficiente dos resíduos gerados, acarreta em problemas ambientais tanto para o município como para o proprietário, em normalizar a atual situação da empresa junto aos órgãos regulamentadores.

**Palavras Chave** – Industrias Brasileiras, Resíduos Industriais, Resíduos sólidos e líquidos, Gestão e

#### ABSTRACT

Many industrial waste generated in Brazil is not destined and disposed of properly, failing to comply with the guidelines in force in the country. Due to the large generation of solid waste and effluents in the industrial sector, it is necessary to manage and manage it according to Law No. 12,305, of August 2, 2010, which establishes the National Solid Waste Policy (PNRS). The objective of this work was to diagnose the management of solid and liquid waste generated in the cutting process of Ultra High Molecular Weight Polyethylene (UHMWPE) plates used in the manufacture of filters from the sugar and alcohol industry in an industry in the city of Ribeirão Preto, SP. The methodology developed had the characterization of the participating company, with an observational analysis verifying the generation points, the identification and characterization of the solid and liquid residues generated in the manufacturing process in the quantitative and qualitative scope, through the filling of forms of characterization of the

\* Merilim Bermudes  
E-mail: merilimbermudes@gmail.com

industry and the waste generated as recommended by CONAMA Resolution 313, dated October 29, 2002. The results obtained through the analyzes characterize this company as a potential polluter whose production is influenced by the seasonal demand of the sugar and alcohol industry. Generating 1,500 kg of gray and blue UHMWPE flaps per month, 2,376 kg of Garnet80 (mineral abrasive) and 19,008.00 L of waste water. It is concluded that most of the solid and liquid wastes generated in the manufacture of the filters are of synthetic origin and resistant to the natural degradation process, which tends to accumulate in landfills. The management and the inadequate and deficient management of the generated waste, entails in environmental problems for both the municipality and the owner, in normalizing the current situation of the company with the regulatory agencies.

**Keywords** - Brazilian Industries, Industrial Waste, Solid and Liquid Waste, Management and Management.

## 1 INTRODUÇÃO

A empresa fabricante de filtros industriais da cidade de Ribeirão Preto, S.P., está caracterizada pela grande demanda na fabricação de diferentes tipos de filtros para a indústria canavieira, focada nas usinas do mercado internacional, cuja produção é influenciada pelo aumento da produção de açúcar e álcool. Neste perfil produtivo as usinas utilizam filtros nas etapas de produção do caldo, xarope e lodo.

Na fabricação desses diferentes tipos de filtros, geram-se resíduos sólidos e líquidos provenientes da máquina de corte. O resíduo líquido gerado nesse processo é disposto nas redes pluviais sem prévio tratamento e os resíduos sólidos são coletados por caçambeiros ou carroceiros de forma irregular e dispostos em locais indefinidos.

Esta postura confronta as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) conforme a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 que prevê, a responsabilidade aos geradores, sendo eles pessoa física ou jurídica, de domínio público ou privado, bem como o poder público são responsáveis pela disposição e destinação adequada para cada tipo de resíduo, conforme sua classificação e grau de periculosidade.

Devido a não fiscalização municipal adequada, sustenta o descumprimento das leis ambientais e inibe a prática de estratégias sustentáveis direcionadas a disposição e destinação adequada aos resíduos sólidos e líquidos industriais.

A região sudeste do Brasil é uma região composta por 1.668 municípios, a qual é identificada como a região de maior geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil e conforme (ABRELPE e IBGE, 2016) no ano de 2015, a região sudeste que é composta pelos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo geraram cerca de 107.375,00 toneladas/dia de RSU, das quais 97,4% foram coletadas, mas ainda 27% deste volume, ou seja, 28.286,00 toneladas/dia, são dispostos em lixões e aterros controlados. O montante coletado no ano de 2015 no Brasil foi de 72,5 milhões de toneladas, índice de cobertura 90,8% para o país, o que significa que cerca de 7,3 milhões de toneladas de RS não foram coletados, sendo então destinados de formas inadequadas.

Com o intuito corretivo, afim de que a empresa desse estudo se coloque em conformidade diante da legislação pertinente, executando a destinação e a disposição final adequada para seus resíduos, foi realizada uma pesquisa nessa indústria, para diagnosticar como é orientado o gerenciamento ambiental no âmbito do processo produtivo da indústria em estudo e o que estes volumes de resíduos descartado de forma inadequada influencia no ambiente.

## 2 METODOLOGIA

Este projeto de pesquisa teve seu início através da percepção da problemática existente no processo produtivo da fabricação de diferentes tipos de filtros para o setor canavieiro, quanto à destinação e disposição final dos resíduos sólidos e efluentes gerados. O campo de estudo selecionado foi na cidade de Ribeirão Preto, interior de SP, onde realizou-se o diagnóstico da



caracterização de uma empresa local, através de dados levantados durante a entrevista e preenchimento de formulários, acompanhamento da produção e análise observacional "in loco". A metodologia aplicada obedeceu às diretrizes quantitativas e qualitativas com alterações concernentes ao estudo proposto.

### **2.1 Caracterização da indústria e identificação os pontos geradores de resíduos**

Para a caracterização da indústria fabricante de filtro localizada na cidade de Ribeirão Preto – SP, foi agendado uma entrevista em campo com os responsáveis da área, onde foi possível qualificar e quantificar a empresa e os setores da fabricação. Nesta entrevista criou-se um formulário, o qual foi utilizado para a caracterização específica da empresa, contemplando: o número de colaboradores que integram o setor administrativo; o número de funcionários que compõe a equipe técnica da indústria; as regiões em que a indústria atuou; quais segmentos atendeu; o porte da empresa; a capacidade produtiva; o espaço físico; a localização; os tipos de filtros fabricados; abrangência nacional e internacional; quantidade de filtros produzidos no ano de 2016. Com o desígnio de complementar as informações coletadas através o formulário para a caracterização da indústria, foi utilizado um formulário adicional seguindo o modelo aplicado pela Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002, empregado no Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

A análise observacional foi executada na presença do técnico responsável pelo processo de corte, a fim de caracterizar o processo de beneficiamento das placas usadas nos filtros do setor Canavieiro; identificação no processo dos pontos geradores de resíduos; as formas de descarte destes resíduos e o desenvolvimento de atividades no setor de corte de forma automatizada.

Através destas informações foi possível estudar o perfil da empresa participante e diagnosticar as principais variáveis que influenciam a composição e a geração dos resíduos e efluentes após o processo do corte das placas de UHMW.

### **2.2 Identificação e quantificação dos resíduos gerados durante o processo do corte das placas de UHMW e acompanhamento o processo de fabricação dos filtros**

Para a identificação dos resíduos sólidos e efluentes gerados no processo de corte das placas, foi realizada uma produção assistida que possibilitou as análises observacionais ponto a ponto, desde a chegada da matéria prima até a finalização dos cortes nas placas de UHMW. Através dessa pesquisa in loco de cunho quantitativo-qualitativo, que decorreu através da coleta de Através da identificação de todos os resíduos gerados ao decorrer do processo de corte, executou-se as medições através da coleta de dados quantitativos, sendo eles: vazão de água na máquina de corte (L/min); tempo de trabalho da máquina (h/dia); consumo de abrasivo GARNET80 na máquina de corte (g/min); tempo gasto no corte de cada placa; peso das placas antes e após os cortes. Foram realizados cálculos matemáticos para a quantificação dos resíduos sólidos e líquidos gerados e os dados foram apresentados em forma de tabelas.

### **2.3 Propostas de melhorias na destinação dos resíduos sólidos e líquidos gerados no processo de corte das placas de Ultra High Molecular Weight (UHMW)**

Diante desta problemática, fez-se necessário a elaboração e implantação de novas práticas de gestão e gerenciamento dos resíduos gerados na indústria fabricante de filtros de Ribeirão Preto, SP. Bem como orienta a Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010 em seu Art. 9º - Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Foi proposto a implantação do conceito 3R's na qual preconiza a redução, reutilização e reciclagem.

### 3 RESULTADOS

O município de Ribeirão Preto está situado no interior de São Paulo, Região Sudeste do país com uma área de 650,916 km<sup>2</sup>. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2017 a estimativa populacional foi de 682 302 habitantes. Ribeirão Preto conta com 34 municípios e a partir de 2016 se tornou uma Região Metropolitana (RM), instituída pela Lei Complementar nº 1.290, de 06 de julho de 2016. De acordo com EMPLASA (2017), a região reúne aproximadamente 1,7 milhão de habitantes, retém uma economia robusta e diversificada. Abriga grandes empresas, industriais de alta tecnologia, comércios e serviços. Retém uma grande fatia do mercado agrícola, além de sediar um dos eventos mais importantes no setor do agronegócio, a Agrishow. Polo na indústria sucroalcooleira pela sua posição estratégica em relação aos maiores centros consumidores de etanol.

A empresa fabricante de filtros está localizada na Zona Norte de Ribeirão Preto, atuante no setor sucroalcooleiro na fabricação de equipamentos para filtração de Logo, Xarope, Caldo e Fuligem. A empresa conta com uma área total de 1650 m<sup>2</sup>, possui 35 funcionários, sendo 10 do Administrativo: Comercial, Financeiro, Suprimentos, Planejamento e Controle da Produção (PCP) e Faturamento; os restantes compõem a equipe produtiva: engenharia de projetos, desenho (projetista), almoxarifado, corte, pintura e montagem.

Essa empresa já fabricou e instalou mais de 1.000 equipamentos em usinas de açúcar e álcool no Brasil como também no exterior, representando 5 continentes e 24 países, entre eles está: Guatemala que hoje é seu principal cliente, como também a Nicarágua, El Salvador, Porto Rico, Argentina, Peru, Chile, Ilhas Maurício, Tailândia, Estados Unidos e Brasil.

O levantamento dos dados em relação a identificação e quantificação dos resíduos sólidos e líquidos foi realizada através do preenchimento dos formulários e das produções assistidas *in loco*, entre os meses de junho de 2016 a outubro de 2017, foi possível identificar o processo produtivo desenvolvido na fabricação dos filtros que são responsáveis pela geração dos resíduos produzidos na atividade de corte das placas de UHMW.

O gerenciamento que vem sendo adotada nesta empresa impossibilita a reutilização, reciclagem e disposição final ambientalmente adequada destes resíduos e descumpra as diretrizes vigentes no país implantadas através da Lei 12.305 de 5 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Os resíduos sólidos gerados são armazenados em big bag's e coletados por carroceiros que os dispõe em locais indefinidos, já os resíduos líquidos são dispostos diretamente na rede pluvial sem o prévio tratamento.

Considerando a ausência de informações precisas sobre a quantidade, os tipos e os destinos dos resíduos sólidos gerados nos parques industriais do país, dificulta muito o trabalho da fiscalização e controle, sem dados concretos, as pesquisas para melhorias e minimizações acabam sendo afetadas com possíveis dados empíricos, (CONAMA nº 313, 2002).

De acordo com uma reportagem publicada na revista Exame em outubro de 2016, embasada no levantamento realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE), o Brasil produz 33 milhões de toneladas de resíduos sólidos anualmente, desse importe, 25 milhões de toneladas não recebem o tratamento adequado. As prefeituras perdem anualmente 600 milhões em arrecadações em decorrência da destinação irregular de resíduos industriais, onde apenas 25% de todos resíduos gerados no setor industrial é tratado adequadamente.

Compreendido pela Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002, que dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, entende-se por resíduos sólidos industriais, todo aquele proveniente de atividades industriais que se encontre em estado sólido,

semi-sólido, gasoso e líquido - cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d`água (Brasil, 2002).

A empresa fabricante de filtros de Ribeirão Preto, SP, adquire as placas de UHMWPE semiacabadas da Polistar Brasil, empresa localizada em Santa Rosa, RS. A Polistar Brasil compra a resina em pó da Braskem S.A., e através de um processo de extrusão RAM confeccionam as chapas e tarugos. A Polistar Brasil produz as placas, tarugos e peças semiacabadas que poderão ser usinados conforme a necessidade do cliente, no mercado é possível encontrar chapas de UHMWPE de diversas cores, espessuras e tamanhos. A empresa fabricante de filtros utiliza as placas de UHMWPE na confecção de seus filtros, aplicadas como chapas de desgaste devido suas excelentes propriedades mecânicas, garantindo maior durabilidade e baixo índice de manutenção em seus filtros, salientando que o UHMWPE é um material atóxico, portanto, pode ser utilizado em processos e indústrias alimentícias, não contaminando o produto que estiver em contato com as placas.

O Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMWPE) é obtido através da polimerização do eteno, utilizando o Catalizados Ziegler-Natta na presença de compostos alquilalumínico e haletos metálicos, este processo proporciona ao UHMWPE longas cadeias com ausência de ramificações, (GALDINO, Gérson Vargas, 2014). Ele é resistente a uma grande variedade de substâncias química como; ácidos, solventes, combustíveis, álcalis, detergentes e oxidantes (COUTINHO; MELLO, MARIA, 2003). No entanto, é vulnerável aos solventes aromáticos, ácido nítrico e hidrocarbonetos halogenados, (BRASKEM, 2016).

A indústria de filtros de Ribeirão Preto adquire as chapas lisas nas cores cinza e azul, nas espessuras de 30 mm e 40 mm, nos comprimentos de 1040 mm e 2250 mm, e nas larguras de 320 mm e 660 mm. As placas de UHMWPE são perfuradas (Figura 1 e 2) em uma máquina de corte a jato de água do modelo Technos Prime Waterjet Solution (Figura 3), a técnica consiste em realizar cortes através de um micro jato de água com alta pressão e um abrasivo mineral denominado Garnet 80 oriundo de rochas almandine. Em concordância com FLOW WATERJETS (2017), a máquina de corte utiliza um fluxo muito fino de água pressurizada que varia entre 0,18 a 0,40 mm de diâmetro a uma pressão de 60.000 psi (4.136 bar) com um abrasivo mineral de granulometria muito fina.

Figura 1 – Placa de UHMWPE Azul beneficiada na máquina de corte a jato de água e abrasivo



Fonte: Autora, 2016.



Figura 2 – Placa de UHMWPE Cinza beneficiada na máquina de corte a jato de água e abrasivo



Fonte: Autora, 2016.

Figura 3 – Máquina Technos Prime de corte a jato de água e abrasivo



Fonte: Autora, 2016.

A máquina de corte em funcionamento utiliza 450 g/min de abrasivo para efetuar os cortes nas placas de UHMWPE e consome em média 3,6 L/min. A máquina opera em média 4 h/dia, podendo trabalhar até 7,0 horas em períodos de alta demanda. Atraves do levantamento desses dados foi possível calcular o montante de resíduos gerados em 22 dias uteis, sendo;

2.376 kg de Garnet80 por mês, 19.008,00 L de água e 1.500 kg de retalhos de UHMWPE em períodos normais de trabalho.

## **4 CONCLUSÕES**

### **4.1 Caracterização da indústria e identificação dos pontos geradores de resíduos**

Os resultados obtidos através das análises caracterizam esta empresa como potencial poluidor, cuja produção é influenciada pela demanda sazonal do setor sucroalcooleiro. Através dos dados coletados é possível concluir que os 3 resíduos gerados na empresa fabricante de filtros são provenientes do processo de beneficiamento das placas de UHMWPE na máquina de corte por jato de água e abrasivo. O gerenciamento que vem sendo adotada nesta empresa impossibilita a reutilização, reciclagem e disposição final ambientalmente adequada destes resíduos e descumpra as diretrizes vigentes no país implantadas através da Lei 12.305 de 5 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

### **4.2 Identificação e quantificação dos resíduos gerados durante o processo do corte das placas de UHMW e acompanhamento o processo de fabricação dos filtros**

Mediante aos dados levantados foi possível identificar e quantificar os 3 resíduos gerados no processo de corte das placas de UHMWPE, sendo eles; 1.500 kg/mês de retalhos de tamanhos diversificados das placas de UHMWPE cinza e azul, 2.376 kg de Garnet 80 (Abrasivo granado) e 19.008,00 L de água contendo sólidos inorgânicos.

Conclui-se que grande parte dos resíduos sólidos e líquidos gerados na fabricação dos filtros são de origem sintéticos e resistentes ao processo de degradação natural, que tende a se acumular nos aterros sanitários.

### **4.3 Propostas de melhorias na destinação dos resíduos sólidos e líquidos gerados no processo de corte das placas de Ultra High Molecular Weight (UHMW)**

Decorrente aos dados levantados, faz-se necessário a implantação de novas práticas com intuito corretivo. Conclui-se que a prática mais apropriada para gerir os resíduos sólidos e líquidos gerados no processo de corte das placas de UHMWPE da indústria participante é a implantação do conceito 3R's na qual preconiza a Redução, Reutilização e Reciclagem; onde a redução consiste em utilizar os insumos de modo consciente buscando a minimização do consumo evitando os desperdícios, reduzindo na fonte a geração dos resíduos; a reutilização onde utiliza-se repetidamente um mesmo insumo, inserindo-o novamente no processo produtivo, aproveitando dos resíduos sem a modificação na sua estrutura biológica, física ou físico-química; já a reciclagem promove a transformação dos resíduos alterando suas propriedades físicas, químicas e biológicas, transformando-os em novos insumos para a produção de outros produtos.

## **REFERÊNCIAS**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS E EFLUENTES (ABETRE). Destinação irregular de resíduos industriais – Revista Exame 10 out. 2016. São Paulo, SP. Disponível em: <<http://www.abetre.org.br/imprensa/noticias-abetre/destinacao-irregular-de-residuos>> Acesso em: 30 nov. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2016: São Paulo. 2015 e 2016 Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>> Acesso em: 30 jan. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO AGRONEGÓCIO DA REGIÃO DE RIBEIRÃO PRETO (ABAGRP). Capital Brasileira do Agronegócio. Disponível em: <<http://www.abagrp.org.br/atividadesCapitalBrasileiraAgronegocio.php>> Acesso em: 2. nov. 2017.

- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Brasília, DF. Disponível em: <[http://file.abiplast.org.br/download/lei\\_12305.pdf](http://file.abiplast.org.br/download/lei_12305.pdf)> Acesso em: 01 ago. 2016.
- BRASKEM S.A. UTEC, Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMWPE). Disponível em: <[file:///C:/Users/dell/Downloads/Polietileno-de-Ultra-Alto-Peso-Molecular-UHMWPE\\_pt%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/dell/Downloads/Polietileno-de-Ultra-Alto-Peso-Molecular-UHMWPE_pt%20(3).pdf)> Acesso em: 16 jun. 2016 / 20 jan. 2018.
- BRASKEM S.A UTEC, Catálogo Plásticos. Brasil 2016. Disponível em: <<https://www.braskem.com.br/portal/Principal/arquivos/docs/Propriedades.pdf>> Acesso em: 20 dez. 2017.
- COUTINHO; MELLO, MARIA, (2003) - Polietileno: Principais Tipos, Propriedades e Aplicações. Instituto de Química, UERJ - Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 13, nº 1, p. 1-13, 2003. Disponível em: <http://www.revistapolimeros.org.br/files/v13n1/v13n1a01.pdf> Acesso em: 01 de fev. 2018.
- COUTO, Valdete. Aplicação de Membranas para Recuperação de Água Residual Industrial Produzida em Máquina de Hidrocorte. Instituto de Engenharia Nuclear: Dissertação de Mestrado, Rio De Janeiro 2017. Disponível em: <<http://carpedien.ien.gov.br>> Acesso em: 24 mar. 2018.
- EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S/A (EMPLASA). Polo na indústria sucroalcooleira, Mapa. Disponível em: <<https://www.emplasa.sp.gov.br/RMRP>> Acesso em: 2 nov. 2017.
- GALDINO Gérson Vargas (2014). Avaliação do Efeito do Reprocessamento do Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular Sobre suas Propriedades Mecânicas, Térmicas e Morfológicas. Dissertação Mestrado, PUC. Porto Alegre, RS. 2014. Disponível em: <<http://tede2.pucrs.br>> Acesso em: 16 fev. 2018.
- Flow Waterjets (2017) - Máquinas de corte com jato de água. Disponível em: <<https://www.flowwaterjet.com.br/>> Acesso em: 3 jan. 2018.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017). Os Resíduos Sólidos na Região Sudeste do Brasil em 2016. Antonio Silvio Hendges. ABRELPE E IBGE 2016. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2017/11/14/os-residuos-solidos-na-regiao-sudeste-do-brasil-em-2016-artigo-de-antonio-silvio-hendges/>> Acesso em: 13 out. 2017.
- Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Presidente da República. Brasília, DF. Brasil, 2010.
- Resolução CONAMA 313 (2002) - O Conselho Nacional do Meio Ambiente – Brasil, Gestão de Resíduos e Produtos Perigosos - CONAMA 313 de 29 de outubro de 2002.
- TECHNOS PRIME, Waterjet Solution. Abrasivo Garnet 80 Hard Rock, Equipamento de corte com jato de água. São Paulo. Disponível em: <<http://technosprime.com/equipamentos/prime/>> Acesso em: 20 out. 2016 / 16 nov. 2017.

# CERTIFICADO

## Apresentação Oral

Declara-se para os devidos efeitos que:

### **Merilim Bermudes**

apresentou o trabalho com o título

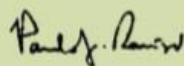
**“IDENTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NO CORTE DAS PLACAS DE UHMWPE EM MÁQUINAS DE CORTE A ÁGUA”**

**Merilim Bermudes, Luciana Rezende Alves de Oliveira**

no **18.º Encontro de Engenharia Sanitária e Ambiental (ENASB) e do 18.º Simposium Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (SILUBESA)**, com o tema geral **“A Engenharia Sanitária no Desenvolvimento Sustentável”**, que se realizou de 10 a 12 de outubro de 2018, na Fundação Dr.º António Cupertino Miranda, Porto.

O Presidente da Comissão Organizadora do 18.º ENASB, 18.º SILUBESA

Paulo J. Ramisio



ORGANIZAÇÃO



18.º

ENASB  
ENCONTRO  
DE ENGENHARIA  
SANITÁRIA E AMBIENTAL

18.º

SILUBESA  
SYMPOSIUM  
LUSO-BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA  
SANITÁRIA E AMBIENTAL

# CERTIFICADO

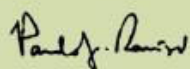
Declara-se para os devidos efeitos que

## **Merilim Bermudes**

participou no **18.º Encontro de Engenharia Sanitária e Ambiental (ENASB)** e do **18.º Simposium Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (SILUBESA)**, com o tema geral **“A Engenharia Sanitária no Desenvolvimento Sustentável”**, que se realizou de 10 a 12 de outubro de 2018, na Fundação Dr.º António Cupertino Miranda, Porto.

O Presidente da Comissão Organizadora do 18.º ENASB, 18.º SILUBESA

Paulo J. Ramísio



ORGANIZAÇÃO



**18.º**  
**ENASB**  
ENCONTRO  
DE ENGENHARIA  
SANITÁRIA E AMBIENTAL

**18.º**  
**SILUBESA**  
SIMPOSIUM  
LUSO-BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA  
SANITÁRIA E AMBIENTAL