

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AUDITORIA AMBIENTAL

CARLOS DOS SANTOS CABRAL

Logística reversa de resíduos sólidos industriais: estudo de caso

SANTOS/SP

2022

CARLOS DOS SANTOS CABRAL

**Logística reversa de resíduos sólidos industriais: estudo
de caso**

Dissertação apresentada a
Universidade Santa Cecília como parte
dos requisitos para obtenção de título
de mestre no Programa de Pós-
Graduação em Auditoria Ambiental
sob orientação do Prof. Dr. Aldo
Ramos Santos.

SANTOS/SP

2022

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

Logística reversa de resíduos sólidos industriais: estudo de caso

628.4 **Cabral**, Carlos dos Santos.
C118L Logística reversa de resíduos sólidos industriais: estudo de caso
– 2021.
92 f.

Orientador: Prof. Dr. Aldo Ramos Santos

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Auditoria Ambiental, Santos, SP, 2020.

1. Incineração. 2. Responsabilidade Estendida ao Produtor. 3. Reprocessamento. 4. PERS – Política Estadual de Resíduos Sólidos. 5. PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos.

I. Prof. Dr. Aldo Ramos Santos.

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas - Unisanta

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa Rosali companheira e amiga em todas as etapas de nossas vidas, meus filhos Ricardo e Tiago pelo amor e apoio dedicado em todos os momentos e a Deus, fonte inspiradora de sabedoria e presença amorosa em todos os momentos de nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Ao meu querido orientador ao qual me refiro como exemplar Prof. Dr. Aldo Ramos Santos. Como expressar sem deixar nada para trás sobre este querido amigo que me acolheu com grande carinho, empatia e principalmente muita paciência em todos os momentos, inclusive aqueles (que foram vários) de enfermidade pessoal e na minha família, tratando-me com uma atenção sem igual, afeição e compreensão exemplar e principalmente com todo carinho em corrigir e alinhar as etapas na longa jornada de confecção desta dissertação. Prof. Dr. Aldo levo para minha vida pessoal seu exemplo encorajador, motivador e sutildade crítica na melhoria das etapas. Gratidão, Amor e orações. Deus lhe abençoe sempre.

Aos meus queridos Professores Dr. Matheus Marcos Rotundo Presidente das bancas de qualificação e defesa, minha imensa gratidão por todo apoio, dedicação e orientações, Dr. Fábio Giordano, Dr. Fabio Coppi, Dra. Mara Angelina G. Magenta, Dra. Regina, Dra. Luciane, Dra. Alessandra Aloise de Seabra, Dra. Úrsula Pereira Souza, Dra. Milena Ramires, Dr. Walter Barrela, Dra. Fernanda, Dr. Renan Braga Ribeiro, Dra. Paloma Choueri e ao Dr. Fabio Pusceddu (orientador em etapas desta dissertação) e ao Prof. Dr. Rodrigo Brasil Choueri convidado para a Banca de Defesa. Ao Prof. Dr. Marcos Tadeu Tavares Pacheco por todo apoio ensino na aplicação da Metodologia Científica e incentivo ao tema do ENPG e ao Prof. Dr. Bruno Lopes da S. Ferrette pelas aulas e revisão da Metodologia Científica aplicada neste trabalho. Às secretárias Sandra e Imaculada exemplo de dedicação e atenção e ao meu caríssimo Coordenador do Mestrado em Auditoria Ambiental Prof. Dr. Roberto Pereira Borges, minha gratidão por toda acolhida, compreensão e também a todo apoio recebido neste processo da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Aos Srs. Paulo Lovizzaro, Diretor Comercial e José Edson Diretor Industrial onde atuei profissionalmente nas áreas destacadas deste trabalho.

Aos amigos gestores e companheiros de trabalho no segmento de filtragem Industrial por todo apoio técnico e extrema competência: Laerte Benzi, Flávio Nogueira e Bruno Lovizzaro.

Aos colegas de estudo neste mestrado: Edson, Zani, Victor, Mike, Antônio, Hélcio, Tupi, João Paulo, Claudinha, André, Luiz e todos os amigos de curso; a minha queridíssima amiga Dra. Taís Pereira que me auxiliou nas pesquisas, leis, subsídios e principalmente com um incondicional apoio. Gratidão imensa a todos!

RESUMO

Este estudo teve como objetivo central desenvolver uma proposta de gestão ambiental integrada de resíduos proveniente dos insumos utilizados em processos industriais em plantas/unidades de processos químicos que façam utilização de filtragem industrial para separação de líquidos e/ou sólidos, propondo soluções voltadas ao transporte, armazenamento, manuseio, utilização, separação e plano de manejo, como também um sistema que represente o estado da arte da logística reversa no Brasil, inicialmente aplicada aos insumos filtrantes e extensiva a todo o seguimento de filtragem industrial. A aplicação e elaboração de um PELR – Plano estratégico de logística reversa com base no sistema de gestão ambiental é ponto fundamental para o sucesso desta estratégia voltada ao retorno à origem fabricante dos insumos onde os participantes tem responsabilidade estendida em todas as etapas até o consumidor final. A eficiência dos custos envolvidos é primordial na aplicação de uma estratégia de logística reversa, onde este estudo viabiliza as formas de sua absorção e cumprimento de responsabilidades sócio ambientais.

Palavras-Chave: Incineração. Responsabilidade estendida ao produtor. Reprocessamento. PERS – Política estadual de resíduos sólidos. PNRS – Política nacional de resíduos sólidos.

ABSTRACT

Reverse logistics of industrial solid waste: a case study

The main objective of this study was to develop a proposal for integrated environmental management of waste from the inputs used in industrial processes in plants / chemical process units that use industrial filtration to separate liquids and / or solids, proposing solutions aimed at transportation storage, handling, use, separation and management plan, as well as a system that represents the state of the art of reverse logistics in Brazil, initially applied to filtering inputs and extended to the entire industrial filtration segment. The application and elaboration of a PELR - Strategic reverse logistics plan based on the environmental management system is a fundamental point for the success of this strategy aimed at the return to the origin manufacturer of the inputs where the participants have extended responsibility in all stages up to the final consumer. The efficiency of the costs involved is paramount in the application of a reverse logistics strategy, where this study makes possible the ways of its absorption and fulfillment of socio-environmental responsibilities.

Keywords: Incineration. Extended producer responsibility. Reprocessing. PERS - State solid waste policy. PNRS - National solid waste policy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Tipos de Descartes.....	13
Figura 2. LR - Aplicações PNRS.....	15
Figura 3. EPR - Responsabilidade Estendida do Produtor.....	17
Figura 4. Responsabilidade Compartilhada.....	18
Figura 5. LR com coleta seletiva.....	26
Figura 6. LR com coleta em PEV.....	26
Figura 7. LR com sistema itinerante.....	26
Figura 8. Lona Dupla filtro prensa.....	29
Figura 9. Fórmula plana do PP e do monômero.....	30
Figura 10. Extrusora.....	30
Figura 11. Polipropileno em partículas ou esferas.....	31
Figura 12. Extrusora de fios: etapas.....	33
Figura 13. Aplicação Lona Dupla filtrante.....	34
Figura 14. Plano de Resíduos Sólidos por Abrangência.....	35
Figura 15. Destinação correta indicada para os Resíduos.....	37
Figura 16. Gráfico da Disposição dos Resíduos sólidos Brasil (ton/dia).....	40
Figura 17. Símbolo de Identificação do PP segundo a norma ABNT NBR 13230.....	42
Figura 18. Fórmula do Ácido Sulfúrico H_2SO_4	42
Figura 19. Fluxograma – Caracterização e classificação de resíduos.....	44
Figura 20. Ciclo PDCA vs. Gestão Ambiental.....	48
Figura 21. Ciclo PDCA Medição - giro.....	48
Figura 22. Ciclo PDCA PELR.....	49
Figura 23. Fluxograma Aquisição do Elemento Filtrante.....	56
Figura 24. Fluxograma Instalação do Elemento Filtrante.....	59
Figura 25. PP Reciclado.....	60
Figura 26. Incineração e Descarte.....	61
Figura 27. Fluxograma Operação Logística Reversa.....	62
Figura 28. Sacos Anódicos.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ensaio PP: Copolímero vs. Homopolímero.....	32
Tabela 2. Propriedades PP.....	34
Tabela 3. Quantidade diária resíduos sólidos 2008.....	39
Tabela 4. Geração de Resíduos Sólidos Industriais no Brasil.....	40
Tabela 5. Insumo Resíduos sólido do Elemento Filtrante.....	63
Tabela 6. Projeção conforme Tabela 4 Geração de Resíduos Sólidos no Brasil.....	64
Tabela 7. Projeção conforme 0resíduos sólidos coletados publicamente no Brasil.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Responsabilidade por embalagens de Agrotóxicos na Logística Reversa.....	22
Quadro 2. Classificação dos Resíduos Sólidos segundo a PNRS.....	35
Quadro 3. Funções dos agentes na Coleta Seletiva.....	36
Quadro 4. Insumos Recicláveis e para incineração.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAS	- <i>Chemical Abstract Substance</i>
CDF	- Certificado de Destinação Final de Resíduos
CIPA	- Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CS	- Cadeia de Suprimentos
DMR	- Declaração de Movimentação de Resíduos
EPR	- <i>Extended Producer responsibility</i> - Responsabilidade Estendida ao Produtor.
FO	- Ficha de Operação
InPEV	- Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias
KPI	- <i>Key Performance Indicators</i> – Indicadores Chave de Performance
LI	- Licença de Instalação
LF	- Licença de funcionamento
LO	- Licença de Operação
LR	- Logística Reversa
MTR	- Manifesto de Transporte de Resíduos
NBR	- Norma Brasileira Regulamentadora
Ong	- Organização não governamental
PCP	- Planejamento e Controle de Produção
PDCA	- Ciclo PDCA – Planejar, Fazer, Checar e Agir
PELR	- Plano Estratégico de Logística Reversa
PERS	- Política Estadual de Resíduos Sólidos
PEV	- Ponto de Entrega Voluntária
PP	- Polipropileno
PNRS	- Política Nacional de Resíduos Sólidos
PROS	- <i>Producer Responsibility Organizations</i> - Organizações de Responsabilidade do Produtor
RSI	- Resíduos Sólidos Incinerados
SCM	- <i>Supply Chain Management</i>
SINIR	- Sistema Nacional de Informações sobre Resíduos
Sisnama	- Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS	- Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
Suasa	- Sistema Unificado de Atenção à Saúde
VMI	- <i>Vendor Managed Inventory</i> – Inventário Gerenciado pelo vendedor

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	POLUIÇÃO POR RESÍDUOS SÓLIDOS	12
1.2	LOGÍSTICA REVERSA E SUA RELAÇÃO COM O DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS	12
1.3	INSTRUMENTOS LEGAIS SOBRE LOGÍSTICA REVERSA E RESÍDUOS SÓLIDOS	14
1.4	ELEMENTOS FILTRANTES NO PROCESSO INDUSTRIAL.....	16
1.5	JUSTIFICATIVA.....	16
2.	OBJETIVO GERAL	28
3.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
4.	MATERIAIS E METODOS.....	29
4.1.	INSUMO LONA FILTRANTE	29
4.2.	CLASSE DE RESÍDUOS GERAIS	34
4.3.	PONTOS QUESTIONÁVEIS INDICADORES PARA O DESCARTE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	37
5.	RESULTADOS.....	39
5.1.	CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO INDUSTRIAL.....	41
5.2.	PROPOSTA DE GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	45
5.3.	REQUISITOS BÁSICOS APLICÁVEIS AO PELR - PLANO ESTRATÉGICO DE LR.....	50
5.4.	PELR - PLANO ESTRATÉGICO DE LR, ETAPAS	53
5.5.	OPERAÇÃO LR - LOGÍSTICA REVERSA – PÓS CONSUMO.....	59
5.7.	KPI - INDICADORES CHAVE DE PERFORMANCE	65
6.	DISCUSSÃO	68
7.	CONCLUSÃO	76
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

1 INTRODUÇÃO

Vários resíduos sólidos oriundos dos processos industriais são inseridos no meio ambiente, se não forem observadas as corretas estratégias de utilização, reaproveitamento e descarte tornam-se em muitos casos poluentes.

Ferri *et al* (2013) aborda sobre como a falta de planejamento versus o crescimento populacional gera impactos na infraestrutura de serviços principalmente aos aplicados à coleta dos RSU - resíduos sólidos urbanos onde a prática de utilização de lixões para depositar estes resíduos sólidos ao invés de buscar metodologias sustentáveis causam severos impactos ambientais.

1.1 Poluição por resíduos sólidos

Por resíduos sólidos industriais, além daqueles que resultam do processamento industrial, cabe considerar os subprodutos / insumos utilizados para que ocorra a atividade industrial, onde pode-se destacar peças e equipamentos utilizados durante o processo como também elementos filtrantes utilizados para a separação da matéria prima a ser coletada através de uma filtragem industrial que ocorre em indústrias alimentícias, bebidas Usinas, refinarias, dentre outras.

1.2 Logística reversa e sua relação com o descarte de resíduos sólidos

O descarte de elementos filtrantes no Brasil precisa ainda de um enorme avanço.

Conforme a lei 9.509/1997, o principal objetivo descrito no seu Artigo 2.º é garantir à população e gerações futuras o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, onde no VI princípio o controle e fiscalização da produção, armazenamento, transporte, comercialização, utilização e destino final de substâncias, é assegurado, e assim aplicando ao XVII princípio, destaca imposições ao poluidor (também inclusas ao usuário), de penalidades e responsabilidades atribuídas para os causadores da poluição e degradação ambiental; na Seção II onde são tratados os objetivos da política estadual do meio ambiente no V princípio estão identificados a imposição ao poluidor da obrigação de recuperar e / ou indenizar os danos causados (SÃO PAULO, 1997).

Para o descarte do elemento filtrante, ou seja, sem representar risco ambiental, deve ocorrer através da aplicação de uma estratégia logística plena e hábil para esta operação que neste caso é denominado como logística reversa.

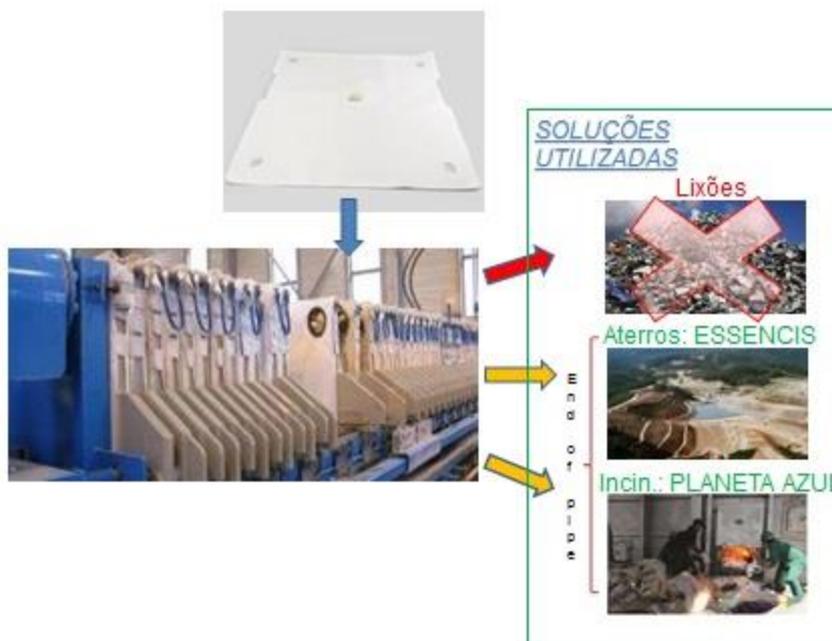


Figura 1 - Tipos de Descartes.
Fonte: adaptado de Fracarolli e Balzan (2020).

Como exemplo aplicável a este estudo, em mineradoras, refinarias e usinas são utilizados durante o processo industrial elementos filtrantes que em muitos casos são descartados pelas empresas fornecedoras ou empresas cliente “de maneira ambientalmente inadequada”, causando impacto ambiental a partir do descarte destes materiais sintéticos; neste caso, o retorno de produtos fornecidos que serão utilizados no processo industrial pela empresa cliente recebe a denominação de logística reversa de pós consumo, ou seja, ao término da vida útil destes produtos utilizados.

A Figura 1 demonstra que as soluções utilizadas pelas empresas partem dos lixões (totalmente incorreto), aterro sanitário, que na maioria dos casos elimina-se a possibilidade de re aproveitamento dos resíduos acaba tornando-se impossibilitada já que todos os resíduos quando misturados com tipos diversos tornam-se lixo; a incineração onde a estratégia de “*end off pipe*” (também aplicada ao aterramento sanitário) exemplificada na Figura 26 – Incineração e descarte onde a operação LR para produtos perigosos, tóxicos, ferrosos e outros inicia assim o processo de Incineração com aplicação da técnica *end off pipe* (equipamentos filtrantes para tratamento e separação das emissões de gases para a atmosfera), destinação para

aterro via alimentador dos RSI – Resíduos sólidos incinerados, separação dos ferrosos que serão reaproveitados em siderurgias e aterrados os resíduos perigosos.

1.3 Instrumentos legais sobre logística reversa e resíduos sólidos

Conforme Cabral (2019), a Logística de forma prática e operacional tem sua origem na área militar, com Alexandre o “grande” e com Napoleão Bonaparte, que utilizaram estratégias de movimentação de tropas, armamentos e alimentação, dentre outros, para a conquista de territórios; Napoleão, por exemplo, tinha em seu princípio estratégico a observação de seus oponentes e respectivos pontos fracos e, diferentemente, de seus adversários, Napoleão enviava suas tropas apenas com o armamento e material necessário para a batalha e, em momentos estratégicos e precisos, a alimentação e demais provimentos necessários.

Práticas estratégicas como essas norteiam as ações administrativas de gestores de empresas até os dias atuais, quando, por exemplo, utilizam pessoas hábeis em suas funções colocando-as estrategicamente nos diferentes departamentos.

Como consequência dessa ação, o cliente terá interesse em utilizar ou adquirir o serviço ou o produto quando de uma nova necessidade.

A logística, por se tratar de uma arte, deverá ter sua repetição operacional baseada em conhecimento e treinamento da melhor técnica a ser implementada e, assim, irá se tornar uma repetição hábil e artística em plena segurança da satisfação de quem a receberá (CABRAL, 2019).

Pelo fato da logística ser aplicada através de habilidade/arte/técnica na execução das operações de armazenamento, transporte e distribuição de materiais não é coerente falar em logística quando aplicada apenas uma dessas operações como também ser executada por profissionais que desconheçam a técnica para elas e que, assim, não se valham da habilidade para desenvolver soluções dedicadas e personalizadas; deve ser eficiente em custos; partindo do princípio da eficiência que se define por realizarmos uma atividade com o cumprimento das determinações, padrões e regras estabelecidas, no tempo correto, da forma correta e à qual estamos plenamente treinados; é eficiente em custos quando unida ao princípio da eficiência, ou seja, quando gastamos em cada atividade apenas ou menos que os custos previstos para tal.

Dentre o valor agregado percebido pelo cliente encontram-se atributos como qualidade, durabilidade, resistência, otimização, unitização e outras estratégias aplicadas, onde assim para o cliente consumidor já não mais representa um custo e sim um valor agregado que pode ser considerado uma estratégia competitiva quando comparado com outros concorrentes; para que crie o valor agregado, é necessário também que uma cadeia de suprimentos seja formulada e assim a transformação e mudança de posse do item entre seus integrantes represente estrategicamente uma diferenciação entre os concorrentes, criando assim uma cadeia de valores, onde cada integrante desta cadeia de suprimentos gera o valor agregado que ao transferir a posse do item com o valor agregado percebido pelo seu cliente, gera assim a soma de valores agregados e criando uma cadeia de suprimentos (cadeia direta) e de valores agregados.

Uma cadeia de suprimentos conforme define Pires (2016), são processos que envolvem fornecedores desde a origem da matéria prima chegando direta ou indiretamente até o consumidor final formando assim a ligação entre as empresas integrantes e gerando o valor agregado percebido pelo cliente final.

A logística reversa no Brasil é apresentada pela PNRS - Política nacional de resíduos sólidos - Lei 12.305/2010 e destacada por Ribeiro (2014), no caderno de educação ambiental – logística reversa sendo um conjunto de ações voltadas para o desenvolvimento econômico que envolvem processos e meios que viabilizem coleta e retorno dos resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento em sua produção e/ou outros processos produtivos como também um destino final de forma ambiental totalmente adequado;

A PNRS prevê a logística reversa de produtos que estão sendo comercializados e ou industrializados, em uso e descarte, conforme observado na Figura 2 demonstrado em Ribeiro (2014, pg14):



Figura 2 LR - aplicações PNRS.
Fonte: Ribeiro (2014) - PNRS (BRASÍL, Lei 12.305, 12/08/2010).

Analisando a Figura 2, a logística é aplicada em uma CS seguindo um fluxo direito que indica a posse do produto e/ou insumo, iniciado pelo *inbound* (abastecimento) da produção de insumos e matérias primas e posteriormente através do processo de *outbound* (distribuição) distribui seletiva ou exclusivamente para a comercialização e assim transferida para a empresa ou consumidor final para consumo, onde após término de vida útil destina-se ao descarte; conforme trata a PNRS a logística reversa de pré consumo é aplicada na comercialização, onde os produtos a serem comercializados apresentam-se inadequados e/ou possuem defeitos prejudiciais ao seu consumo e ou utilização.

A logística reversa pós venda é aquela em que o produto fornecido quando de sua utilização apresenta defeitos e retorna ao fornecedor original da mesma para substituição ou assistência técnica, já a logística reversa pós consumo deve constituir estratégias e operações para descarte ecologicamente correto aos produtos que ao término de sua vida útil possibilitem o retorno ao ponto de origem industrial para inserção em novo processo produtivo (ideal) ou descarte ecologicamente correto.

1.4 Elementos filtrantes no processo industrial

Além de resíduos sólidos provenientes do processo industrial, no meio ambiente, são encontrados resíduos sólidos de implementos (insumos) utilizados para que aconteça o processo operacional e/ou produtivo (BRASIL, Lei 12.305, 2010).

No caso específico deste estudo os insumos são elementos filtrantes aplicados em processo industrial que busca separação de sólidos e líquidos utilizados no processo.

1.5 Justificativa

Em um processo industrial quando uma indústria (mineradora, refinaria e usina) adquire estes insumos de uma empresa fornecedora de elementos filtrantes entende-se legalmente que a empresa fornecedora assumirá a logística reversa e quando não cumpre contratualmente esta atribuição, desconsidera o que determina e afirma a PNRS através da *EPR* – Responsabilidade estendida ao Produtor, definida pela *OECD* - Organização para a cooperação e desenvolvimento econômico como sendo uma abordagem da política ambiental na qual a responsabilidade, física ou

financeira do produtor por seu produto é estendida ao estágio pós consumo do seu ciclo de vida, conforme destacado na Figura 3 (Ribeiro 2014 - BRASIL, Lei 12.305, 2010).



Figura 3 - EPR - Responsabilidade Estendida do Produtor.
Fonte: Ribeiro (2014) - PNRS (BRASIL, Lei 12.305, 12/08/2010).

A Figura 3 destaca que o gerenciamento do resíduo é de responsabilidade estendida do produtor independente de estar ou não em posse do produto, e assim em parceria com os demais integrantes da CS devem constituir um plano estratégico de gerenciamento do resíduo conforme destacado na PNRS Artigo 3º, itens VII, VIII e IX quando de sua destinação, disposição, geração dos resíduos sólidos e definida a obrigatoriedade do gerenciamento no item X a PNRS – Lei 12.305 (2010) como sendo através de ações diretas/indiretas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos.

Importante destacar que as medidas geradas através da PNRS não surgiram de um conceito nacional e sim de um apelo mundial anterior a Lei 12/305/2010; Como exemplo desta preocupação mundial, Pereira (2018) reporta sobre o modelo gestão de LR e a responsabilidade estendida ao produtor e logística reversa – pós consumo de um item muito crítico que é o eletro eletrônico.

Ribeiro (2014) destaca a existência do que é denominado pela PNRS por responsabilidade compartilhada e que deve envolver dentro do gerenciamento do resíduo a participação de toda a comunidade participante do ciclo processual conforme destaca a Figura 4.



Figura 4 - Responsabilidade Compartilhada.
Fonte: Abhpec (RIBEIRO, 2014).

A PNRS - Lei 12.305 (2010), através do artigo 3º itens XIII a XVI aborda sobre as aplicações referente aos padrões sustentáveis de produção, processos de reciclagem, rejeitos / resíduos sólidos aplicáveis em consonância ao item XVII (2010, pg 3) a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos como sendo de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes como também e de igual responsabilidade atribuída aos consumidores, aos serviços públicos de limpeza urbana e do manejo destes resíduos sólidos, visando assim a diminuição dos impactos que os mesmos causam à saúde humana e qualidade ambiental.

Observa-se assim através da Figura 4 que a responsabilidade compartilhada inicia-se a partir das Indústrias fornecedoras (desde o início da matéria prima) como também importadores (que são corresponsáveis pelo produto inserido no mercado) e sua comercialização, onde após a utilização e consumo deste produto, a estratégia de gerenciamento do resíduo que envolverá direta ou indiretamente os operadores de resíduos sólidos, prefeitura, centro de triagem e recicladores, promovendo a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, como também outra destinação final ambientalmente adequada.

Com base nos temas estudados apresentados na PNRS revelam-se alguns pontos que devem ser entendidos para a aplicação de um plano estratégico de logística reversa bem sucedido.

a. Vantagens e dificuldades da implantação da logística reversa

Vários são os fatores de aplicação da logística reversa nas políticas ambientais em todo o mundo, indicando tendências mais amplas nas novas regulamentações ambientais e tendo como prioridade a exigência sobre formulação de produtos rotulados ambientalmente em licitações que conduzam a sustentabilidade.

Os fatores motivadores tomados por base (apesar de por muitos serem considerados utópicos) são melhorias na gestão dos resíduos, transferência da responsabilidade do município para o setor privado (inclusive a parte financeira), aumentar a eficiência na utilização de recursos naturais na sociedade, expandir a oferta de produtos que não poluam, mas tratem de forma compatível e amigável com o meio ambiente (RIBEIRO, 2014).

b. Dificuldades de implantação

- Empresas terceiras provedoras de serviços

É a de encontrar empresas terceiras provedoras de serviços que possuam *core competenced* (competência), *know how* (saber fazer) e *expertise* (fazer de forma correta) para a execução específica destas atividades ou seja, estejam habilitadas à prática destas atividades de forma legalizada e ambientalmente corretas na execução da logística reversa; outro ponto está na fiscalização e aplicação da legislação descrita na PNRS como também equalizar os contratos de fornecimento e prestação de serviços; a confecção e estruturação de sistemas de coleta eficientes visando maximização de retorno dos resíduos de pós consumo, buscando e criando alternativas para o re uso e reciclagem dos resíduos é outro ponto de considerável significância (RIBEIRO, 2014).

- Implantação e custos adicionais

Como toda operação representa custos, outra dificuldade apresentada é a das empresas entenderem que a implantação de uma gestão voltada para a logística reversa representará custos adicionais que em algum momento indicarão gastos a serem acrescidos ao valor do produto e que de forma indireta e em um momento futuro poderão inibir as vendas pela não definição de uma estratégia de gestão da LR.

Outro fator relevante na aplicação gestão da logística reversa nas indústrias é que empresas líderes de seus setores, não definem esta estratégia como padrão operacional e assim não fomentam a réplica e atitude reativa destas atividades

(inclusive de seus concorrentes), argumentam que em seus planos estratégicos organizacionais a gestão da logística reversa não representa uma ação que trará uma vantagem competitiva natural, já que para os insumos utilizados, existe o entendimento da obrigação da *EPR* - Responsabilidade estendida ao produtor, assim esta atribuição seria dos fabricantes originários, que apesar de descrito e obrigatório na PNRS acaba sendo ignorado também pelos fabricantes consumidores destes insumos e ignoram a prática, quebrando assim um ciclo de integração entre a cadeia de suprimentos, que poderia ser inserida a outra cadeia de suprimentos se este insumo após ter tido sua vida útil encerrada, ser re integrado em outro processo produtivo, deixando de gerar o valor agregado necessário ao produto já que se trata da percepção do consumidor final acerca do fabricante não justificando o *trade-off* (decisão financeira) aplicado para esta estratégia (RIBEIRO, 2014).

c. Melhorias na gestão dos resíduos

Este fator associado às metodologias aplicadas, além de propiciar uma considerável eficiência na utilização de novos recursos produtivos, visa também colaborar para reduzir a necessidade crescente de áreas para a destinação final dos resíduos como aterros sanitários e instalações para incineração, reduzindo sensivelmente os impactos associados a estas áreas como uso do solo, emissão de odores, poluentes líquidos, dentre outros; importante ressaltar que a melhoria na gestão dos resíduos, principalmente daqueles considerados como resíduos perigosos, contaminantes, com sua correta gestão, terão destinação apropriada e correta evitando que sejam alocados em instalações não apropriadas para seu recebimento como lixões, ferro velho, terrenos baldios, áreas alagadas ou alagáveis ou até mesmo aterros controlados conforme destacado na Tabela 4 (RIBEIRO, 2014).

d. Transferência da responsabilidade do município para o setor privado (inclusive a parte financeira).

Questão bastante abordada no ambiente europeu e também identificada por Pereira (2018), devido ao grande aumento de resíduos gerados provenientes do aumento populacional e principalmente dos produtos de uso único ou de pouca utilização e posterior descarte como descartáveis e embalagens; na realidade brasileira os resíduos sólidos urbanos é de responsabilidade dos municípios que efetivam sua operacionalização ou concedem a terceiros os serviços de coleta,

tratamento e destinação final, inclusive cooperativas e respectivos catadores de recicláveis; o orçamento para a cobertura destes custos é proveniente do IPTU - Imposto predial e territorial urbano, caracterizando assim que o pagamento desta gestão de recursos é o cidadão na condição de contribuinte (RIBEIRO, 2014); vale ressaltar que uma incorreta gestão dos resíduos industriais acabam destinando resíduos impróprios aos resíduos urbanos aumentando ainda mais os custos operacionais.

e. Aumentar a eficiência na utilização de recursos naturais na sociedade

Alguns produtos confeccionados têm em sua matéria prima a possibilidade e risco de escassez, destacada também por Pereira (2018), alguns metais utilizados na confecção de eletroeletrônicos possuem uma indicação de escassez em 50 anos; desta forma efetivar uma operação de logística reversa além de assegurar um maior índice de reciclagem de materiais, aliviará a tendência de escassez destes materiais ampliando também a possibilidade de fornecimento às áreas manufactureiras; Arantes *apud* Fehr (2013) afirma que os resíduos sólidos de materiais biodegradáveis representam 32% dos resíduos descartados, sendo 58% de materiais biodegradáveis reaproveitáveis-(RIBEIRO, 2014).

f. Expandir a oferta de produtos que não poluam, mas tratem de forma compatível e amigável com o meio ambiente

Ao serem criadas exigências para a operação de logística reversa são criados pelo governo sinalizações mercadológicas referente aos novos custos de logística reversa aplicada diretamente nos produtos (princípio poluidor pagador), trazendo assim o estímulo a desenvolvimento de produtos em que são observados os critérios ambientais adequados incentivando e estimulando a redução de utilização das embalagens e seus diversos níveis (níveis primários, secundários terciários...) onde o desenvolvimento das embalagens primárias (nível primário em contato com o produto) são as mais recomendadas (RIBEIRO, 2014).

Além das soluções apresentadas, um caso de sucesso pode ser relatado. Conforme destaca Ribeiro (2014), as embalagens de agrotóxicos (categoria de defensivos agrícolas) é o sistema operacional de logística Reversa mais antigo existente no Brasil, que teve sua criação através de regras federais anteriores à PNRS, onde inicialmente teve sua gestão sistêmica e de divisão de responsabilidades através de um instituição sem fins lucrativos e a partir de 2008 este sistema teve um

avanço para a consolidação de um sistema fabril de embalagens novas a partir daquelas que são recolhidas através da logística reversa oportunizando assim o ciclo completo como detalha o tema abordado anteriormente de melhorias na gestão dos resíduos (RIBEIRO, 2014).

Importante salientar que dentro deste sistema de logística reversa, o defensivo agrícola quando de sua aquisição tem seu controle facilitado já que sua venda só é viabilizada através de um receituário agrônômico que terá na emissão da nota fiscal pelo representante distribuidor credenciado, a quantidade de unidades relacionadas, que ratificam o controle e determinação da devolução do total de embalagens após sua utilização no local destacado também na nota fiscal.

Conforme destaca Ribeiro (2014), no quadro 1 os participantes deste sistema de logística reversa têm suas responsabilidades assim atribuídas

Quadro 1 - Responsabilidade por embalagens de Agrotóxicos na Logística Reversa.

PARTÍCIPE DO SISTEMA	RESPONSABILIDADES
Agricultor	Lavar e inutilizar as embalagens conforme a norma.
	Armazenar temporariamente as embalagens lavadas em sua propriedade.
	Devolver as embalagens lavadas no local indicado na Nota Fiscal.
	Guardar, pelo período de um ano, os comprovantes de devolução.
Fabricante do produto, representado pelo InPEV	Retirar as embalagens vazias nas unidades de recebimento.
	Dar a correta destinação final às embalagens.
	Educar e conscientizar os agricultores.
Canais de distribuição e cooperativas	Indicar na nota fiscal o local de devolução das embalagens vazias, no ato da venda do produto.
	Disponibilizar e gerenciar o local de recebimento.
	Emitir o comprovante de devolução ao agricultor.
	Educar e conscientizar os agricultores.
Poder público	Fiscalizar o cumprimento das responsabilidades compartilhadas.
	Promover o licenciamento ambiental das unidades de recebimento.
	Educar e conscientizar os agricultores.

Fonte: RIBEIRO (2014).

Obs.: ao poder público conforme o quadro 1 ficam atribuídas as responsabilidades de fiscalização, licenciamento ambiental das unidades de recebimento e destino de embalagens, como também a participação na educação e conscientização dos agricultores.

Ribeiro (2014) também destaca alguns números de viabilidades e benefícios deste sistema de logística reversa em campo limpo, onde das 240mil/t, 92% foram recicladas.

Com os fatos relatados e através da PNRS, percebe-se avanços consideravelmente alcançados, e para realmente colocar a logística reversa em

prática nos diversos e demais segmentos, a PNRS - Lei 12.305/2010 no seu capítulo I artigo 3º, item I, utiliza o conceito de "responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos" que determina um acordo contratual setorial entre o poder público e os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, que nas páginas 2 e 3 inclui os itens X a XVII, os seguintes pontos extremamente relevantes: gerenciamento dos resíduos sólidos, gestão integrada dos resíduos sólidos, logística reversa como instrumento de desenvolvimento econômico e social, padrões sustentáveis de produção, consumo na produção e consumo de bens e serviços, reciclagem através de processos de transformação dos resíduos sólidos e que envolvem diretamente suas propriedades físico químicas e/ou biológicas, rejeitos sólidos que somente após esgotamento de todas suas possibilidades de re inserção produtiva tenham sua destinação final ecologicamente aplicada onde assim e em todo o processo desta cadeia de suprimentos se desenvolva a responsabilidade compartilhada ou seja, responsabilidade do fabricante inicial da matéria prima até o retorno a um novo processo produtivo sucessivamente.

A Lei 12.300 (2006) no seu capítulo I artigo 1º institui a PERS - Política estadual de resíduos sólidos no Estado de São Paulo definindo a gestão integrada e compartilhada de resíduos sólidos visando prevenção, controle da poluição, proteção e qualidade do meio ambiente como também promover uma melhor saúde pública e utilização sustentável dos recursos ambientais, onde no artigo 2º item X página 1, também destaca a responsabilidade gerencial atribuída a todos os integrantes da cadeia de suprimentos aos quais envolve os produtores/importadores de matéria prima, produtores intermediários, transportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, catadores, coletores administradores/proprietários de áreas de utilização pública e/ou coletiva e os operadores dos resíduos sólidos.

Obs.: a PERS instituída através da Lei 12.300 (2006) pelo estado de São Paulo serviu como base conceitual inspiradora para a PNRS instituída pela lei 12.305 (2010).

g. Fatores relevantes de sua não aplicação

Entende-se então que através da EPR - Responsabilidade estendida ao produtor e a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos tratados na PNRS e PERS em seus capítulos, artigos e Itens destacados anteriormente, o produtor que é o detentor da marca do produto (fabricante ou importador), assume solidariamente a responsabilidade sobre a embalagem do

produto; caso raro são as empresas que tratam deste gerenciamento de forma individualizada, já que tornaria inviável todo o processo e incidiria em um custo muito alto.

Pereira (2018) destaca que o gerenciamento dos resíduos que existe aplicado em diversas partes do mundo é efetivado pelos gerenciadores, empresas privadas sem fins lucrativos e que são chamadas de *PROs* - Organizações de responsabilidade do produtor.

No Brasil o maior aspecto que emperra são os custos e não como solução ambientalmente correta já que as empresas pensam em logística reversa como lucro, onde vendem os resíduos e sobras industriais para obtenção de lucros, não importando se a destinação dos mesmos será devidamente correta.

Assim, uma das maiores dificuldades encontradas na implantação da logística reversa é a obtenção de verba para implantação do processo, mesmo sabendo e tendo como ideia principal de recuperar e agregar valor aos resíduos pelas estratégias implementadas na cadeia de suprimentos, existe a necessidade de saber como será pago e quem efetivará a provisão dos recursos financeiros já que poucos são os casos em que a venda dos materiais obtidos através da logística reversa cobrirão os custos da operação, implicando assim na obtenção de aportes financeiros, o que acaba ocorrendo através de financiamentos para o sistema.

Alguns operadores logísticos oferecem operações de logística reversa totalmente personalizada e dedicada, com estratégias que vão desde a assistência técnica com retirada de produtos diretamente nos clientes até a substituição integral dos mesmos, onde os itens parciais ou totais que são substituídos tem sua destinação ambiental correta comprovada com certificados junto a empresas credenciadas; o pagamento se dá mediante os serviços prestados, como também a taxas e ou tarifas contraídas no ato da compra do produto com condições de devolução (opcional) dos valores na devolução dos mesmos no fim de vida útil.

Como exemplo os fabricantes de impressoras que utilizam empresas de classe mundial especializadas nesta área HP impressoras, IBM dentre outras que utilizam esta operação logística da empresa multinacional Flextronics.

Existe também um outro caso (de rara aplicação no Brasil) apresentado por Pereira (2018) e que é encontrado no programa japonês de eletroeletrônicos ao qual devolve tarifas e valores indexados aos custos de logística reversa.

Outro problema encontrado com a implantação de sistemas de logística reversa está relacionado às metas e como defini-las; internacionalmente, estabelece-se um processo de negociação entre o poder público e as empresas segmentadas que são muitas vezes representadas pelas organizações de responsabilidades produtivas e que tem suas metas atualizadas periodicamente.

No Brasil duas são as metas discutidas metas estruturantes e metas de recolhimento; as metas estruturantes são metas de pós consumo que apresentam aspectos como cobertura geográfica do sistema, abrangência da oferta ao consumidor e destino dos resíduos; a determinação destas metas se dá em virtude do nº. de pontos de entrega disponíveis ou também do nº. de municípios que serão atendidos através deste sistema conveniado.

Já as metas de recolhimento, referem-se à quantidade e tipos de produtos e/ou embalagens que poderão ser recolhidas pelo sistema conveniado, sendo definidas pelo número de unidades, peso ou volume de resíduos coletados em determinado período, como também por um percentual do total que foi colocado no mercado de consumo.

Após as informações seguramente obtidas como percentuais mínimos de recuperação, pode-se estabelecer as metas de reciclagem que evitarão que materiais que ainda se apresentem nas condições de reciclagem sejam destinados a aterros sanitários indevidamente.

Os sistemas implantados têm sua aplicabilidade relacionada ao tipo de resíduos como embalagens de bens de consumo, com coleta seletiva porta a porta ou também por meio de ONG's Organizações não governamentais, entidades ou cooperativas de catadores.

Já a coleta de produtos perigosos existe a necessidade de aplicação de sistemas logísticos operacionais devidamente seguros durante o manuseio e movimentação.

h. Logística Reversa - exemplos atualmente utilizados.

Destacado por Ribeiro (2014), três são os exemplos utilizados atualmente logística reversa com coleta seletiva ou entidades de catadores, logística reversa com coleta em PEV - Pontos de entrega voluntária e logística reversa por sistema itinerante junto ao comércio.

- Logística reversa com coleta seletiva ou entidades de catadores. A Figura 5 indica o fluxo ocorrido nesta logística reversa.

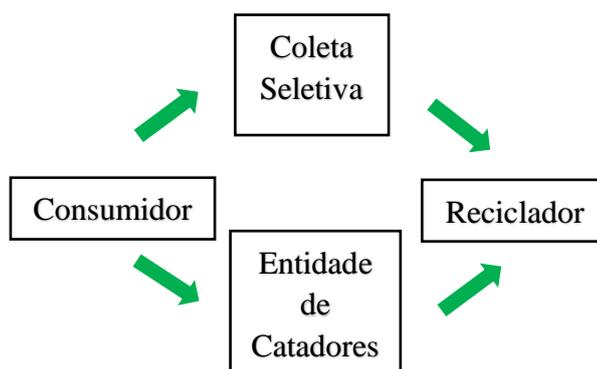


Figura 5 - LR com coleta seletiva.
Fonte: Ribeiro (2014).

- Logística reversa com coleta em PEV - Pontos de entrega voluntária. A Figura 6 apresenta o ocorrido neste sistema logístico.

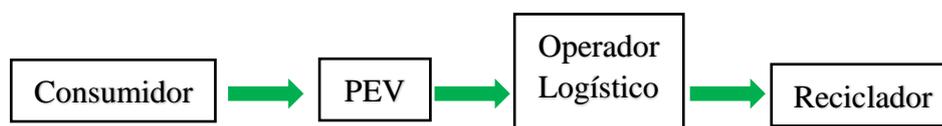


Figura 6 - LR com coleta em PEV.
Fonte: Ribeiro (2014).

- Logística reversa com coleta por sistema itinerante junto ao comércio. A Figura 7 onde o resíduo gerado é retirado no ponto de geração pelo operador logístico e encaminhado ao reciclador responsável.



Figura 7 – LR com sistema itinerante.
Fonte: Ribeiro (2014).

Com base nas justificativas abordadas verifica-se a necessidade de estudo nos resíduos encontrados no meio ambiente e que são provenientes de insumos utilizados em processos industriais; os elementos filtrantes destinados a processos industriais que iniciam a cadeia produtiva de vários produtos e/ou resíduos sólidos encontrados no meio ambiente revelam necessidade de ações voltadas a identificar, especificar e mensurar os campos de atuação e responsabilidade dos participantes da cadeia de suprimentos envolvida e também como destacado, a efetivação de um gerenciamento deste resíduo industrial (insumo de elemento filtrante).

Para a filtragem industrial as empresas atuantes neste segmento utilizam-se de insumos confeccionados em tecido sintético para os filtros rotativos, filtros esteira,

filtros prensa, dentre outros; o resíduo sólido aplicado como referencial para essa pesquisa é destacado como resíduo pós consumo da lona de filtragem industrial utilizadas em filtros prensa, conforme Figura 8.

O insumo lona dupla (elemento filtrante industrial) apresentada na Figura 8 da qual resulta o resíduo sólido industrial pós consumo é confeccionada em polipropileno adquirido pelo responsável por este processo industrial (usina, refinaria, mineradoras, dentre outros), normalmente visa atender a maior necessidade e produtividade da empresa, onde muitos casos busca-se separar a água do barro (mineradoras), onde a torta de barro produzida entre as placas durante o processo de prensagem será descartada, e a água reaproveitada no processo industrial.

Normalmente este insumo industrial tem uma durabilidade de 30 a 90 dias, onde no processo de filtragem ocorre o que é chamado de passagem de sólidos, significando que conjuntamente com a água que está sendo filtrada para a bacia de contenção e respectivo processo de reaproveitamento industrial começa a ter também a mistura da matéria prima, onde assim, além da perda na quantidade produzida, também existe a contaminação e mistura da água filtrada com a matéria prima, decretando assim a vida útil do elemento filtrante onde o insumo utilizado para a filtragem industrial deverá ser substituída por outro insumo industrial novo.

2. OBJETIVO GERAL

Considerando os instrumentos legais existentes sobre os resíduos sólidos no estado de São Paulo e Brasil, assim como a respeito da logística reversa, o presente estudo tem como objetivo principal propor um plano de gestão ambiental integrada de resíduos sólidos proveniente dos insumos utilizados em processos industrializados que façam utilização de filtragem para separação de líquidos e/ou sólidos.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Caracterizar o resíduo industrial pós-consumo a partir do insumo de lona filtrante industrial;
- ✓ Identificar as etapas de logística reversa pós-consumo que devem ocorrer para reuso ou reciclagem do insumo;
- ✓ Evidenciar os processos que possibilitem a análise e mitigação dos impactos causados pelo descarte inadequado;
- ✓ Propor um plano de gestão ambiental de resíduos provenientes de insumos industriais (lona filtrante), considerando o transporte, armazenamento, manuseio, utilização e separação.

4. MATERIAIS E METODOS

Neste estudo foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os instrumentos legais envolvendo a logística reversa de resíduos sólidos e sua aplicação aos insumos elementos filtrantes direcionados a processos de filtragem industrial que iniciam a cadeia produtiva tomando por base identificar, especificar e mensurar os campos de atuação e responsabilidade dos participantes da cadeia de suprimentos envolvida e também como foi estabelecido o gerenciamento deste resíduo sólido industrial (insumo de elemento filtrante) destacado no objetivo geral e específicos.

4.1. Insumo lona filtrante



Figura 8 - Lona Dupla filtro prensa.
Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Inicialmente através da utilização de ficha técnica industrial de fabricação do insumo lona dupla (elemento filtrante industrial) destacado através da Figura 8 da qual resulta o resíduo industrial indica que a fabricação deste insumo ocorre com fio de fibra sintética PP – Polipropileno;

Obs: em caso de não possuir ficha técnica industrial do insumo pode-se utilizar testes laboratoriais específicos para verificação de qual fibra sintética foi confeccionado o insumo.

Com referência a matéria prima que compõe o insumo é demonstrada na Figura 9 através da fórmula plana do PP e do monômero que lhe deu origem.

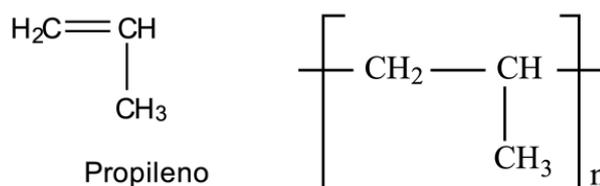


Figura 9 - Fórmula plana do PP e do monômero.
Fonte: Buhere (1966).

O polipropileno é feito pela formação de longas cadeias de monômeros de propeno, onde o monômero, base propeno, é um gás à temperatura ambiente que quando unido (polimerização), em um reator que opera normalmente em altas temperaturas, altas pressões e utilização de um sistema catalítico, forma longas cadeias de moléculas chamadas de polímero, que é em si o próprio polipropileno (GAUTO e ROSA, 2011).

Ao sair do reator apresenta a forma de pequenas partículas ou até mesmo de esferas que são enviadas para o processo de extrusão (Figura 10) para a inclusão de aditivos e enfim granulados; a extrusora é uma máquina que possui uma entrada de material através de um silo ou funil de alimentação, funil compactador, tendo em seguida um corpo formado por um cilindro que possui internamente um parafuso sem fim e uma cabeça de suporte para a matriz de extrusão, que envia o material para a extrusora secundária ou matriz de extrusão e por fim para a centrífuga secadora e bombeada para ensacamento (LOKENS GARD, 2013).



Figura 10 - Extrusora.
Fonte: LOKENS GARD (2013).

Após o processo de extrusão indicado acima, torna-se o PP (virgem) na forma que é normalmente comercializado conforme demonstra a Figura 11.



Figura 11 - Polipropileno em partículas ou esferas.
Fonte: LOKENSGARD (2013).

O polipropileno apresenta baixa resistência ao impacto em baixa temperatura. A melhoria desta característica é obtida com um tipo de maior peso molecular, ou com o recurso mais utilizado que é a introdução de uma fase elastomérica, através de copolimerização ou por produção por misturas, no caso utilizado em produção de fios.

Possui também uma excelente resistência ao *stress cracking*, que são rachaduras causadas por estresse de utilização.

Outra característica do PP é a de apresentar baixa permeabilidade a gases em geral, sendo pouquíssimo permeável a vapores d'água, tornando-o assim indicado na forma de filmes para embalagens alimentícias (GAUTO e ROSA, 2011).

São encontrados no mercado alguns tipos de PP (copolímero e homopolímero) com maior resistência ao impacto, e que possuem boa tenacidade a baixas temperaturas e que conseqüentemente possuem diminuições na resistência à tração, como também na rigidez e na resistência térmica. Assim, dependendo da concentração de elastômero, pode-se obter um PP de médio e alto impacto, sendo que o polipropileno de alto impacto apresenta uma boa tenacidade ao rompimento, até a temperatura de -18°C (CRIV, 2020).

Tabela 1 – Ensaio PP Copolímero vs Homopolímero

Ensaio	Copolímero	Homopolímero
Índice de fluidez (g/10')	0,8	0,8
Densidade (g/m³)	0,897	0,903
Resistencia ao Impacto Izod (J/m²)	373,6	133
Módulo de Flexão (Psi)	170.000	245.000
Dureza Rokwell – Escala R	76	95

Fonte: Conselho Regional de Química IV Região - SP (CRIV, 2020)

A estrutura molecular desse tipo de copolímero é composta de fases distintas, com polipropileno homopolímero, elastômero etileno propileno e polietileno.

Podem ser encontrados com a opção de cadeia homopolimérica ou copolimérica, onde homopolímero é o plástico resultante da polimerização de um único monômero enquanto o copolímero é aquele resultante da polimerização de dois ou mais; na Tabela 1 observa-se no homopolímero uma maior densidade, maior flexão e uma maior dureza já no copolímero uma maior resistência ao impacto (LOKENS GARD, 2013).

Através de extrusão (à quente), que é o processo em que o PP é injetado a alta pressão e temperatura passando através de um molde de injeção contínua, tomando a forma de peça sólida semi acabada ou também a forma de vergalhão, para ser cortado no comprimento desejado; o PP pode ser transformado em fibras, filmes, chapas, tubos e cabos (LOKENS GARD, 2013).

As fibras de PP são de grande importância na fabricação de cordas como também de fios, pois apresentam baixa densidade, alta tenacidade, boa resistência à abrasão e alta resistência à tração.

As fitas fibriladas de PP polipropileno, são industrializadas por extrusão efetivada em etapas conforme retrata a Figura 12, onde: (1) demonstra entrada de partículas de polímeros e tanque de resfriamento, (2) estiramento e tenacidade, (3) fixação, (4) resfriamento por sopro e (5) bobinamento dos fios.



Figura 12 - Extrusora de fios, etapas.
Fonte: LOKENSGARD (2013).

Os fios são fabricados com as fibras já mencionadas e são utilizados para a confecção dos tecidos filtrantes. Os fios podem ser

- a. Fios de monofilamento = O nome já diz "mono" que quer dizer um ou único, ou seja, o fio de monofilamento é um fio composto por um único filamento.
 - Este tipo de material é um fio extrusado (feito em uma extrusora), um bom exemplo de fio de monofilamento é o de uma linha de pesca. Suas variações são da fibra em que é fabricado e do diâmetro em que é extrusado.
- b. Fios de multifilamentos = Como o nome já diz "multi" que quer dizer muitos, ou seja, o fio de multifilamento é composto por muitos filamentos unidos em um único fio. Um bom exemplo de fio de multifilamento é o de uma linha de costura. Se você cortar uma linha e olhar em uma lente de aumento verá fios diversos enrolados (torcidos através do processo de retorção) compondo a linha; o fio de multifilamento precisa ser fiado em uma fiadeira e depois torcido em uma retorcedeira onde os cabos são unidos conforme o tipo do fio desejado, depois de torcido, o fio passa por um tratamento térmico para estabilizar e então estará pronto para ser utilizado.
- c. Fio de fibra cortada= São os fios compostos e fiados em várias partes pela fibra sintética (PP, PES, PA...) cortada.

No caso específico em que trata a Figura 8 (elemento filtrante industrial) é confeccionado com fio de PP - Polipropileno, que são fitas fibriladas de polipropileno composto por um fio monofilamento.

O elemento filtrante exemplificado na Figura 8, recebe os fios de PP na cor branco-opaco, e é confeccionado nesta fibra por possuir boa resistência mecânica,

não sofrer efeitos causados pela água e por ter base industrial de polietileno com 100% de densidade, além de oferecer uma excelente resistência aos raios UV, o fio de PP - Polipropileno possui uma excelente resistência ao desgaste e é feito com polipropileno 100% virgem.

As propriedades do PP – Polipropileno na Tabela 2 são as seguintes

Densidade	0,9- 0,91
Ponto de derretimento	165°c
Peso molecular	80.000- 500.000
Índice de refração	1,49
Extensão	40 a 100%
Condutividade térmica	6.0

Fonte: Conselho Regional de Química IV Região (SP) – (CRIV, 2020)

O elemento filtrante é instalado em uma placa de filtragem tipo membrana (parte central flexível) confeccionada também em PP – Polipropileno e utilizada em um filtro prensa conforme demonstra a Figura 13.



Figura 13 - Aplicação Lona Dupla filtrante.
Fonte: LOKENSGARD (2013).

4.2. Classe de resíduos gerais

A partir de pesquisa foram analisados quais os instrumentos legais e etapas para análise, mitigação e formas de gerenciamento do resíduo sólido utilizados no processo Industrial.

Inicialmente através da Figura 14, apresenta-se o plano nacional de resíduos sólidos, que é um instrumento da Lei 12.305/2010. É uma ferramenta que conjuntamente com demais Planos: II - Estaduais, III - Microrregionais, IV- Intermunicipais, V- Planos municipais e VI - Plano de gerenciamento de resíduos sólidos, visa auxiliar a execução da PNRS – Política nacional de resíduos sólidos (ABRELPE, 2015).

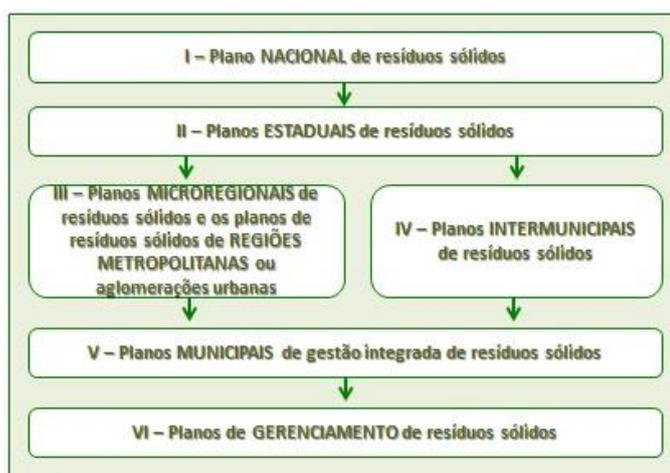


Figura 14 - Plano de Resíduos Sólidos por Abrangência.
Fonte: Abrelpe (2015) e Brasil (2010).

Para um melhor entendimento de cada um dos planos e respectivas metas, torna-se necessário entender os diferentes tipos de resíduos produzidos aos quais através da PNRS os resíduos sólidos são classificados quanto à origem e à periculosidade e o quadro 2 apresenta um resumo referente a classificação presente na legislação (ABRELPE, 2015), onde se destaca o item VI - Planos de Gerenciamento de resíduos sólidos.

Quadro 2 – Classificação dos Resíduos Sólidos segundo a PNRS

Resíduos Sólidos classificados quanto à origem		
Resíduos domiciliares	Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Resíduos de serviço de saúde
Resíduos de limpeza urbana	Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Resíduos da construção civil
Resíduos sólidos urbanos	Resíduos industriais	Resíduos agrossilvipastoris
Resíduos Sólidos classificados quanto à periculosidade		
Resíduos perigosos		Resíduos não perigosos

Fonte: Abrelpe (2015) e Brasil (2012a)

A partir da classificação dos resíduos a PNRS estabelece a responsabilidade de coleta de resíduos sólidos separados de acordo com sua constituição (Brasil, 2010), como instrumento fundamental para alcançar as metas de redução e respectivos tratamentos; no quadro 3 após sua respectiva classificação quanto à periculosidade, atribui-se à indústria a responsabilidade por estruturar e viabilizar o sistema de LR – Logística reversa dos resíduos sólidos industriais (ABRELPE, 2015).

Quadro 3 – Funções dos agentes na Coleta Seletiva

Agente	Ação
Setor Público	Responsável pelo planejamento, execução e controle do sistema.
Cidadão	Responsável pela separação dos materiais recicláveis na fonte e disponibilização dos mesmos.
Indústria	Responsável por estruturar e viabilizar o sistema de logística reversa e sua eventual interface com a coleta seletiva.

Fonte: Abrelpe (2015)

A coleta seletiva é de extrema importância pois, auxilia na implantação dos sistemas de valorização e tratamento de resíduos, que estão presentes e previstos na Lei nº 12.305 através da separação de resíduos em três frações ou tipos cria-se um facilitador para a destinação e/ou descarte ambientalmente correto e tratamento adequado, sendo assim constituído conforme demonstra a Figura 15 – Destinação correta indicada para os resíduos: Resíduos orgânicos (úmidos), resíduos secos e rejeitos; pode-se notar que os resíduos sólidos Industriais possuem características que quando aproveitáveis deverão ser destinados a reciclagem para reinserção em um novo processo industrial e os rejeitos, aqueles resíduos industriais que não podem mais ser aproveitados em um reprocesso devem ser destinados à disposição final que são os aterros sanitários (ABRELPE 2015).



Figura 15 – Destinação correta indicada para os Resíduos
Fonte: Abrelpe (2015)

Existe também um volume de resíduos que não são viabilizados para o retorno através de processos biológicos ou mecânicos. Para esses tipos de resíduos, uma destinação possível é a recuperação energética, através incineração, antes de seu encaminhamento para descarte no aterro sanitário apropriado para sua classificação conforme indica a PNRS e demonstrado na Figura 15.

4.3. Pontos questionáveis indicadores para o descarte dos resíduos sólidos

Alguns pontos iniciais devem ser destacados e questionados com a utilização de algumas indagações para verificação da necessidade de descarte de resíduo sólido.

OBS: nesta prática de descarte do respectivo resíduo sólido oriundo do resíduo industrial (elemento filtrante) utilizado para a filtragem industrial de sílica precipitada.

Indagações para verificação da necessidade de descarte de resíduo sólido:

Questionamento que deve ser efetivado pela empresa de filtragem industrial para verificação da necessidade de descarte de resíduo sólido

a. O resíduo sólido descartado contém sobras da matéria prima filtrada?

b. Estas sobras da matéria prima filtrada quando transportadas poderão contaminar o meio ambiente?

- c. Qual a finalidade da contratação de uma empresa terceira para o descarte deste resíduo sólido
- i. Apenas desocupar o pátio de armazenamento de sucatas?

 - ii. Descarte simples em lixões?

 - iii. Descarte ambientalmente correto conforme determina a PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos? Se sim
 - a. A empresa contratada necessita ter certificações e/ou documentação que identifiquem o descarte e destinação corretamente ecológico para este resíduo sólido?

OBS: Se em algum destes pontos iniciais acima destacados a resposta obtida for sim, um Plano Estratégico de LR – Logística Reversa, aplicado ao Descarte e destinação Ecológica correta e de Gestão Ambiental deverá ser aplicado.

5. RESULTADOS

A solução aplicada por muitas indústrias é classificar os insumos e ou resíduos como rejeitos, sobrecarregando a capacidade dos aterros sanitários corretamente implantados e surgindo também a solução de descarte em vazadouro a céu aberto conforme destacado na Tabela 4 (lixões clandestinos 17,61%, aterros controlados 15,68% e aterros sanitários 64,59%).

Ao examinar a Tabela 4 - Quantidade de resíduos sólidos, domiciliares e/ou públicos, coletados e/ou recebidos (t/dia), verifica-se a forma de descarte e locais de resíduos sólidos em toneladas dia, retratando uma realidade cultural existente.

Tabela 3 - Quantidade diária resíduos sólidos 2008

Quantidade diária de resíduos sólidos, domiciliares e/ou públicos, coletados e/ou recebidos (t/dia)									
Total apurado aos Municípios nível Brasil	Total	Unidade de destino final dos resíduos sólidos coletados e/ou recebidos							
		Vazadouro a céu aberto (lixão)	Vazadouro em áreas alagadas ou alagáveis	Aterro controlado	Aterro sanitário	Unidade de compostagem de resíduos orgânicos	Unidade de triagem de resíduos recicláveis	Unidade de tratamento por incineração	Outra
Total	259 547	45 710	46	40 695	167 636	1 635	3 122	67	636
% destinada	100%	17,61%	0,02%	15,68%	64,59%	0,63%	1,20%	0,03%	0,25%

Onde

 representa o % destinado para descarte em localidades ecologicamente corretas.
 representa o % destinado para descarte em localidades ecologicamente incorretas.

Fonte: adaptado de Cabral (2019).

Uma mesma análise disposta em 2014 através do Figura 16 do gráfico da disposição dos resíduos sólidos Brasil, demonstra um aumento considerável no descarte em aterros controlados na ordem de 10,96% (de 15,68% para 17,4% em 2014), no descarte em lixões um aumento na ordem de 37,99% (de 17,61% para 24,3% em 2014, que conforme a PNRS deveriam ter sido eliminados até agosto / 2014) e aterros sanitários uma diminuição na ordem de 9,73% (de 64,59% para 58,3% em 2014), totalizando 41,7% (17,4% + 24,3% ambos em 2014) nos aterros controlados e lixões contra 58,3% nos aterros sanitários revelando assim que as medidas estabelecidas não eliminaram a utilização de lixões e estão aumentando nos aterros controlados e diminuindo nos aterros sanitários, destinação ambientalmente correta conforme prevê a Lei 12.305/2010 (ABRELPE, 2015).

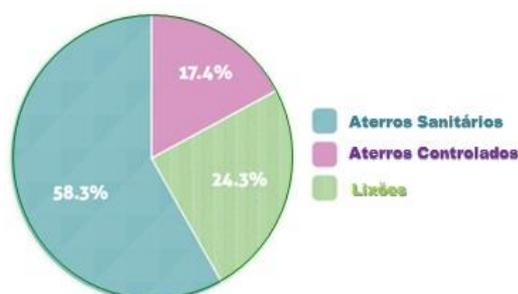


Figura 16 – Disposição dos Resíduos sólidos Brasil (ton/dia)
Fonte: Abrelpe (2015)

A Tabela 4 demonstra a geração de resíduos sólidos industriais no Brasil (ABRELPE 2003), nos principais estados Brasileiros.

Tabela 4 – Geração de Resíduos Sólidos Industriais no Brasil

ESTADO	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	TOTAL
São Paulo ¹	535.615	25.038.167	1.045.895	26.619.677
Rio de Janeiro ²	293.953	5.768.552*		6.062.515
R.Grande do Sul ³	205.326	1.404.732	25.632	1.835.890
Paraná ⁴	634.543	15.106.393*		15.740.936
Pernambuco ⁵	12.622	1.325.791	4.071	1.342.483
Goiás ⁶	4.405	1.488.989*		1.491.374
TOTAL	1.686.464	50.130.614	1.075.598	52.892.675

¹ CETESB. Inventário de Resíduos Estaduais. 1995 Universo da amostra 1.432 indústrias.

² FEEMA. Relatório de Atividades do Projeto de Controle Ambiental. Setembro 2000. Dados Originais referentes à geração mensal de resíduos no período de 1996-2000. Geração de resíduos: 505.209,66 t/mês: Geração de resíduos classe I: 24.496,11 t/mês

³ FEPAM. Relatório sobre a geração de resíduos sólidos industriais na Região Hidrográfica do Guaíba. Agosto 2002. Os dados são do ano 2000 e referentes a 9.341 indústrias da região.

⁴ IAP. Inventário Estadual dos Resíduos Sólidos Industriais - Diagnóstico, dezembro 2002. Universo da Amostra. 683 indústrias

⁵ CPRH-GTZ. Inventário de Resíduos Sólidos Industriais 2001. Universo da amostra: 100 indústrias.

⁶ Agência Ambiental. In: Resol - Notícias, 18 de janeiro de 2003 (www.resol.com.br). Os dados apresentados são parciais e cobrem um universo de 75 indústrias.

* Resíduos classes II e III

Fonte: Abrelpe (2003).

Através da Tabela 4 observou-se que o estado de São Paulo conforme dados apurados pela Cetesb nesta Tabela compilada pela Abrelpe (2003), através do inventário de resíduos e com um universo de 1432 indústrias possui um total 26.619.677 ton/ano, correspondente a 50,33% do total compilado de 52.892.675 ton/ano, torna-se assim objeto de análise comparativa e progressiva para este estudo.

5.1. Caracterização do Resíduo Industrial

No capítulo 4 da NBR ISO10004:2004 (2014) que retrata o processo de classificação de resíduos, indica que o resíduo deve ser caracterizado e classificado a partir da identificação de sua constituição, que se estabelece a partir da matéria prima utilizada na sua confecção, insumos aplicados, processo de origem e/ou adicionados conseqüentemente a sua aplicação no novo processo produtivo em que o insumo é inserido.

O Item 4.1 retrata sobre o laudo de classificação onde o mesmo pode ser baseado exclusivamente no processo produtivo com a utilização dos anexos A e B, incluindo-se laudo de classificação, origem do resíduo, descrição do processo de segregação e descrição dos critérios adotados na classificação.

Para caracterização deste estudo, foram utilizadas amostragens do resíduo industrial provindo do insumo que é uma lona filtrante confeccionada para filtro prensa (Figura 8) confeccionada em fio de PP - Polipropileno, que possui dimensões de 1660x1660mm, e peso aproximado de 3,1kg destinada a filtragem líquida e previamente destacada.

Apesar de outros tipos de fibras aplicadas à confecção de elementos filtrantes industriais, a escolha específica deste insumo é devido a pontos característicos de sua fabricação em PP – Polipropileno, derivado de recursos fósseis (petróleo) não renováveis, assim pelo fator de suas fibras serem sintéticas não são biodegradáveis e levam cerca de 400 anos para se decompor totalmente.

O processo produtivo desta fibra por ser complexo traz algumas preocupações ambientais; alguns produtores utilizam petróleo bruto para isolar os polímeros, podendo levar a um esgotamento de combustíveis fósseis e/ou causar poluição ambiental por escoamento deste combustível.

O *SPI* – sistema de código de identificação de resinas, que serviu como base para a norma ABNT NBR 13.230:2014 que trata da “simbologia indicativa de reciclabilidade e identificação de materiais plásticos” onde os seis materiais identificados por cada um símbolo são os plásticos que predominam no mercado; no caso específico o PP – Polipropileno recebe o símbolo abaixo identificado pela Figura 17 (ABNT – NBR ISO13230:2014, 2014).



Figura 17 – Símbolo de Identificação do PP segundo a norma ABNT NBR 13230.
Fonte: elaborado pelo próprio autor.

OBS: A presença do símbolo de identificação da resina facilita a separação e sua reciclagem, permitindo assim que esta não venha a comprometer a qualidade de outras cadeias de reciclagem.

Importante ressaltar que o resíduo sólido industrial retratado neste estudo é utilizado para filtragem industrial de sílica precipitada (em uma usina química); é um produto sintético obtido basicamente através do processo de reação entre o silicato de sódio e ácido sulfúrico, obtendo-se um produto com elevada pureza e fineza, coloração branca, bastante fino, baixa densidade aparente, elevada área superficial e com grande capacidade de absorver líquidos (LOKENSGARD, 2013).

A sílica precipitada é composta por silicato de sódio e ácido sulfúrico; o silicato de sódio é um sólido branco solúvel em água, produzindo assim uma solução alcalina, é estável em soluções neutras e alcalinas, tem como fórmula molecular Na_2SiO_3 (GAUTO e ROSA, 2011); já o ácido sulfúrico é uma solução aquosa de sulfato de hidrogênio, cuja fórmula é H_2SO_4 demonstrada na Figura 18; como todas as substâncias ácidas têm sua solubilidade em água e forma como único cátion o hidrogênio, H^+ , ou mais corretamente o cátion hidrônio,

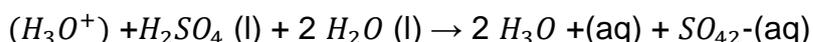


Figura 18 – Fórmula do Ácido Sulfúrico H_2SO_4
Fonte: GAUTO e ROSA (2011).

O ácido sulfúrico possui grau de ionização muito elevado ($\alpha = 61\%$), indicando assim ser um ácido forte e corrosivo; devido a ter poder oxidante e desidratante muito forte é capaz de carbonizar compostos orgânicos, como os hidratos de carbono (ou carboidratos); o ácido sulfúrico tem ação corrosiva nos tecidos dos organismos vivos e pode causar queimaduras severas quando em contato com a pele; o ácido sulfúrico é um líquido incolor, tem densidade igual a $1,84 \text{ g/cm}^3$ e viscoso, além de ser um ácido fixo, pois o seu ponto de ebulição é igual a 340°C , significando assim que, em condições ambientes, ele passa de forma bastante lenta para o estado de vapor.

Importante: a inalação dos vapores do ácido sulfúrico pode causar perda de consciência e graves problemas pulmonares (GAUTO e ROSA, 2011).

A sílica possui uma alta produção onde, suas principais aplicações são no agronegócio, indústria alimentícia, fabricação de borracha, fabricação de cerâmica, nos domissanitários, que são as substâncias ou preparações destinadas à higienização, desinfecção ou desinfestação domiciliar e no tratamento da água, subdivididos em quatro grupos o dos produtos de limpeza, (detergentes, lava-louças, sabão de coco...), os com ação antimicrobiana (tais como desinfetantes, esterilizantes, desodorizantes usados em diversos ambientes), os desinfestastes (raticidas ou inseticidas, por exemplo) e os produtos biológicos de uso domiciliar (como os que são utilizados para remover matéria orgânica de caixas de gordura).

Inclui-se também aqueles empregados nos hospitais ou clínicas, tanto para superfície (limpar o chão, paredes...) quanto para instrumentos e artigos médicos e odontológicos, na indústria farmacêutica, Indústria química, fabricantes de tintas, dentre outros (LOKENS GARD, 2013), revelando assim sua expressiva presença nos resíduos descartados e depositados nos diversos locais elencados através da Tabela 1.

Conforme destaca a NBR 10004:2004 no capítulo 3 itens 3.1, 3.2 letra 'b', 3.3 e 3.4 e pelo fato deste insumo ser um resíduo sólido industrial, não pode ser descartado sem a observações de soluções técnicas aplicadas à melhor tecnologia disponível pois, poderá causar risco ambiental se não houver gerenciamento correto.

A NBR ISO10004:2004 determina que a classificação do resíduo sólido deverá ocorrer observando o seguinte fluxograma caracterizado na Figura 19 – Caracterização e classificação de resíduos,

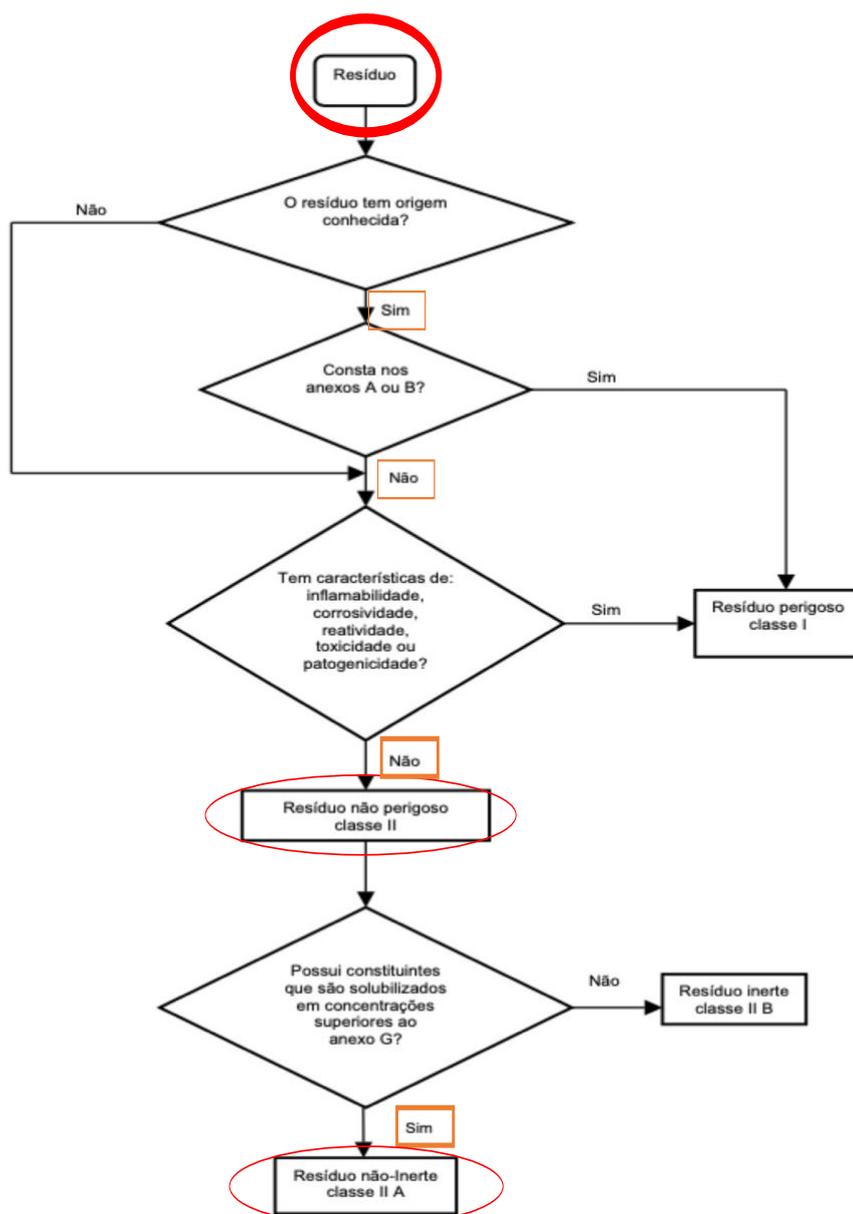


Figura 19 - Caracterização e classificação de resíduos
Fonte NBR 10004:2004 (2004).

Desta forma este resíduo sólido (elemento filtrante) após término de sua vida útil, e cumprindo o fluxograma de caracterização e classificação (Figura 19) pela sua composição, apresenta devido ao propeno (substância tóxica utilizada na fabricação do fio de PP), aspectos de periculosidade devido a inflamabilidade e da toxicidade do gás de efeito estufa resultado do óxido nitroso, (se exposto durante o descarte à temperaturas acima de 165°C ou queimado indevidamente), relacionados na NBR ISO10004:2004, adicionadas às características de biodegradabilidade presentes na composição da matéria prima constante de sua industrialização, classificando-se

como sendo resíduo não perigoso classe II A – não inertes, confirmação efetivada através de evidências no que dispõe a NBR 10004:2004, capítulo 4.2 classificação de resíduos item ‘b’, tópicos 4.2.2 resíduos classe II não perigosos e 4.2.2.1 resíduos classe II A não inertes (2004) onde esta classificação é diretamente alterada e agravada já que no descarte este resíduo industrial possui impregnação dos subprodutos filtrados (sílica precipitada) que se incluem no disposto dos tópicos 4.2.1 – Resíduos classe I perigosos definido no tópico 3.2 da referida norma, como também as descritas nos itens 4.2.1.1 a 4.2.1.5 (NBR ISO10004, 2004), exigindo assim a atenção necessária e a estratégia de um plano para gerenciamento do resíduo e controle deste insumo como também e em especial, à logística reversa de pós consumo (ABNT – NBR ISO10004:2004).

Desta forma o elemento filtrante utilizado no processo industrial (usina química) para filtragem de sílica precipitada, além de contaminar o meio ambiente devido a sua degradação também o fará com o agente tóxico impregnado, itens ratificados também através das indagações para verificação da necessidade de um PELR de descarte deste resíduo sólido

5.2. PROPOSTA de GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Em face dos resultados encontrados, um sistema de gestão ambiental deverá ser implantado através da NBR ISO14001 (2015) onde é caracterizado normativamente pelos itens de 1 a 10.3.

Referente a gerenciamento dos resíduos sólidos e gestão integrada dos resíduos sólidos, Pereira *apud* Günther (2018), indica ser necessária a diferenciação dos conceitos apresentados para o gerenciamento dos resíduos sólidos, que identifica uma sequência de etapas operacionais iniciadas com a geração dos resíduos sólidos até sua disposição final e que tem por envolvimento seu acondicionamento, coleta, transporte, transferência ou transbordo, processamento e disposição final (descarte ambientalmente ecológico no solo), onde a gestão integrada dos resíduos sólidos, que trata de uma nova concepção do paradigma para o abordagem dos resíduos sólidos, tendo por definição uma inter-relação de ações normativas, ações operacionais, ações financeiras, planejamento, ações administrativas, ações sócias e educativas, ações de monitoramento, supervisão e avaliação para a efetivação do gerenciamento dos

resíduos sólidos, objetivando responder às necessidades de cada local (região), afim de obtenção de benefícios sócio ambientais, condições econômicas otimizadas e condições de aceitação social.

Já o objetivo da gestão ambiental conforme apresentado na NBR ISO14001:2015 item 0.2 (2015), é o de que as organizações que se integrem a esta norma obtenham uma estrutura com direcionamentos a proteger o meio ambiente, que responda a todas as mudanças as quais se relacionem as condições ambientais como também as necessidades socioeconômicas que possam vir a se apresentar de forma que estas organizações atinjam resultados que foram definidos pelo seu sistema de gestão ambiental e assim proporcionar sucesso a longo prazo de forma a manterem condições para seu desenvolvimento sustentável; os meios utilizados na gestão ambiental proporcionarão proteção ao meio ambiente com prevenção ou mitigação de impactos e seus potenciais efeitos adversos, auxiliar a organização no atendimento aos requisitos exigidos por lei, alcançar ganhos financeiros que estas alternativas ambientais implementem em acordo com sua posição mercadológica e manter os interessados no negócio: proprietários, acionistas, governo, sociedade (*stakeholders*) informados de todas as ações ambientais implementadas pela organização.

O sistema de gestão ambiental através da NBR ISO14001:2015 no item 5.2 (2015), determina que seja estabelecido, implementado e mantido pela alta administração uma política e sistema de gestão ambiental que atuará dentro do escopo de gestão ambiental demarcado.

Desta forma e com base nas determinações da NBR ISO14001:2015 a proposta de gestão ambiental integrada dos resíduos sólidos é estabelecida minimamente pelos participantes integrantes com os compromissos e metas na seguinte forma

- a. A indústria fornecedora de produtos e soluções para mercados diversificados, incluindo automotivo, eletrônico, aromas e fragrâncias, saúde, cuidados pessoais e domiciliares, bens de consumo e indústria, por meio de suas GBU's (unidades globais de negócios), com consciência da necessidade de reduzir
 - a geração de resíduos perigosos,
 - de reduzir seus efluentes.
 - Ter em seus planos de negócios a redução do consumo de recursos naturais, a fim de que gerações futuras possam usufruí-las do mesmo modo que nós hoje.

- b. A empresa se compromete com a melhoria contínua e a prevenção da poluição,
- c. E também se compromete a atender aos requisitos ambientais aplicáveis, tanto de legislação ambiental como os subscritos por nossa empresa.
- d. Estabelece objetivos e metas ambientais com metas com objetivo de contribuir para a melhora do meio ambiente, aos quais nossos parceiros de negócios devem estar integralmente e comprovadamente certificados”.

O sistema de gestão ambiental determina no item 3.4.5 a melhoria contínua e tem como base o conceito metodologia do ciclo PDCA – Planejar, fazer, checar e agir - *Plan, do, check, action*, fornecendo assim um processo iterativo de *Kaizen* - melhoria contínua, tendo sua descrição o escopo em uma aplicação assim descrito

a. *Plan* – Planejar.

- estabelecer os objetivos ambientais e os processos necessários para entregar resultados de acordo com a política ambiental da organização.

b. *Do* – Fazer.

- implementar os processos conforme planejado.

c. *Check* – Checar.

- monitorar e medir os processos em relação à política ambiental, incluindo seus compromissos, objetivos ambientais e critérios operacionais, e reportar os resultados.

d. *Action* – Agir.

- tomar ações para melhoria contínua.

A Figura 20 - Ciclo PDCA vs gestão ambiental abaixo determina os tópicos a serem considerados no Ciclo PDCA dentro do contexto da organização, examinando as questões internas e externas como também as necessidades e expectativas dos *stakeholders* (partes interessadas), apurando e analisando os resultados pretendidos no sistema de gestão ambiental.

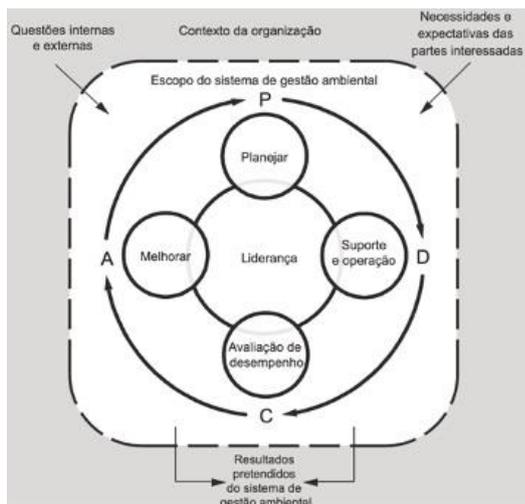


Figura 20 - Ciclo PDCA vs Gestão Ambiental
Fonte: NBR ISO14001:2015 (2015).

Desta forma e por sua característica sistêmica, o ciclo PDCA é um método gerencial utilizado como um instrumento para melhoria contínua aplicável plenamente ao escopo do sistema de gestão ambiental, possuindo assim abordagens metodológicas sistêmicas que visam além de padronizar as etapas em quatro fases (*Plan, do, check, action*) proporcionam em cada medição do ciclo (giro do PDCA) a apuração do resultado encontrado que reverterão em ações corretivas, preventivas e/ou de *Kaizen* (melhoria contínua).

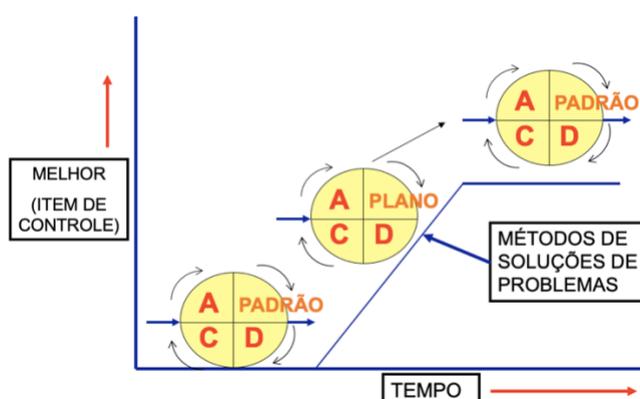


Figura 21 - Ciclo PDCA Medição - giro
Fonte: elaborado pelo próprio autor.

A Figura 21 - Ciclo PDCA medição – giro identifica que a cada padrão estabelecido pelo PDCA e após sua execução deve ocorrer a medição do plano (girar o PDCA) e aplicar os métodos específicos para a melhoria contínua do sistema criando um novo padrão para o PDCA.

A aplicação na gestão ambiental do PDCA específico que integrará o sistema de gestão ambiental terá em sua abordagem sistêmica a seguinte aplicação metodológica.

a. *Plan* – Planejar.

- PELR - Plano estratégico de LR - Logística reversa, que destaca a meta e o método aplicável pelos integrantes: usina, fornecedor do insumo, empresa responsável pela destinação ecologicamente correta.

b. *Do* – Fazer.

- Execução das etapas descritas no PELR pelos integrantes: usina, fornecedor do insumo, empresa responsável pela destinação ecologicamente correta.

c. *Check* – Checar.

- monitoramento e medição dos processos em relação à política ambiental aplicada.

d. *Action* – Agir.

- tomar ações para melhoria contínua.



Figura 22 - Ciclo PDCA PELR.
Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Dentro deste contexto o PELR - Plano estratégico de LR aplicado ao descarte ecologicamente correto através da gestão ambiental integrada dos resíduos apresentado no ciclo PDCA na Figura 22 ciclo PDCA PELR, implicará na ação integrada da usina, fornecedor do insumo elemento filtrante, empresa responsável pelo descarte e destinação ecologicamente correta e demais integrantes deste fluxo reverso, onde cada uma das empresas participantes deverá incluir em seu sistema de gestão ambiental como ações normativas inter-relacionadas com a gestão integrada

dos resíduos sólidos que, será iniciada a partir do fornecimento do insumo elemento filtrante até a destinação final para reinserção em outro processo produtivo ou descarte e destinação ecologicamente correta.

5.3. Requisitos básicos aplicáveis ao PELR - Plano estratégico de LR

Para o estabelecimento e aplicação do plano estratégico de logística reversa (PELR), torna-se necessária a identificação e formalização de requisitos que compõem as atividades e responsabilidades dos participantes que são: integrantes, usina e empresa responsável pela LR efetiva e que são assim descritas e determinadas de forma básica.

5.3.1. Integrantes

5.3.1.1. Fornecedor do insumo elemento filtrante

A. Possuir certificação ISO9000

Deve ter certificação NBR ISO9000 que padronizará a fabricação com manutenção de rastreabilidade da matéria prima, etapas e/ou processos produtivos aplicados, que através desta certificação assegurará que todo o fornecimento ao cliente consumidor deste insumo esteja em plena conformidade aos seus requisitos técnicos solicitados, assegurando assim sua funcionalidade e aplicabilidade dentro do novo processo introduzido pelo cliente consumidor; obs.: aos distribuidores, revendedores e ou produtores não encarregado dos projetos dos insumos, aplica-se a NBR ISO9001.

B. Possuir certificação ISO14001

Deve ter certificação NBR ISO14001 que em sua aplicação manterá os requisitos necessários de um sistema de gestão ambiental a fim de desenvolvimento de práticas sustentáveis na aquisição, produção, consumo, distribuição e descarte em seus negócios e diretamente em seus produtos e serviços.

C. Possuir certificação ISO26000

Deverá ter certificação NBR ISO26000 – Sistema de gestão da responsabilidade social, assegurando a melhoria nas condições de trabalho

organizacional e integrados em seu tema central de responsabilidade central ações e expectativas relacionadas ao meio ambiente (seção 6 – Temas centrais da responsabilidade social, 6.5 meio ambiente), destacado no item 2.6 onde o meio ambiente referido desde o interior da organização até o sistema global em que a organização opera, incluindo ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, pessoas, espaço sideral e suas inter-relações (NBR ISO26000). OBS: esta norma é praticada internacionalmente pela SA8000 indicando consonância com as práticas mundiais nesta área.

D. Estoque estratégico

Capacidade produtiva quantitativa e qualitativa necessária para a produção dos insumos elementos filtrantes com estoque estratégico *VMI* - Estoque gerenciado pelo fornecedor através de WMS integrado, devendo ser mantido estoque mínimo para 2 atendimentos do item 5.4.2. das etapas do plano Estratégico de LR.

E. Equipe qualificada

Equipe com 10 integrantes comprovadamente qualificados, treinados, certificados e habilitados operacionalmente em mecânica, manutenção hidráulica e montagem de filtros para instalação e retirada dos insumos elementos filtrantes, remoção e instalação de placas filtrantes, substituição e instalação de mangueiras, bicos e acessórios hidráulicos referente ao abastecimento das placas filtrantes, como também possuem treinamento de Brigada de Incêndio. Obs.: para cada atividade executada deve ser comprovado em carteira de trabalho e Previdência social a habilitação profissional.

5.3.1.2. Processo Industrial – Usina

A. Certificações necessárias

NBR ISO9001, NBR ISO14001, NBR ISO26000 (SA8000 INTERNACIONAL) visando abordagens consonantes com as exigências internas respectivas.

B. Locais ecológicos

Locais ecologicamente adequados para armazenamento, instalação, limpeza, transporte dos elementos filtrantes novos e com término de vida útil expirado a serem manejados durante os processos específicos dos instaladores dos

elementos filtrantes e das empresas responsáveis pela LR, como também o fornecimento dos equipamentos necessários para a limpeza e transporte.

C. Programação e cronograma

Programação e cronograma para recebimento, acompanhamento e atendimento das equipes pertencentes ao fornecedor de insumo e empresa terceirizada responsável pela LR, visando pleno atendimento aos requisitos da gestão ambiental aplicada, emitir como gerador do resíduo o MTR – Manifesto de transporte de resíduos através do SINIR, conforme determinado através da portaria nº 280, artigo 3º, item VIII, 2020 (BRASIL, 2020).

D. Integração CIPA

Integração de CIPA e engenheiro de segurança do trabalho para todos os envolvidos, antes do início de atividades, onde todas as regras internas relativas a segurança e a saúde no trabalho serão apresentadas.

5.3.1.3. Empresa responsável pela LR efetiva incluindo descarte e destinação ecologicamente correta

A. Alvarás

Possuir Alvarás, LI – Licença de instalação, LF – Licença de funcionamento, LO – Licença de operação, todos devidamente comprovados e não vencidos.

B. MTR - Manifesto de transporte de resíduos

Emitir obrigatoriamente o MTR – Manifesto de transporte de resíduos complementar (gerado pelo armazenamento temporário), MTR provisório (emissão manual em caso de impossibilidade sistêmica), MTR importação (se resíduos controlados conforme Conama nº 452 de 02/07/2012), MTR Exportação (em caso de transportes para outros países do local gerador até o destino), conforme determina Portaria nº 280 29/06/2020, através do SINIR – Sistema de coleta, integração, sistematização e disponibilização de dados de operacionalização Conforme determinado através da portaria nº 280, artigo 3º, itens IX, X, XI e XII e implantação dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos disposto na lei 12305/2010 – PNRS (BRASIL, 2020).

C. Documentações legais a emitir

Emitir, atualizar e assumir todas as documentações legais para a prática da atividade proposta e responsabilidade dos resíduos sólidos e destinação ecologicamente correta através do CDF - Certificado de destinação final de

resíduos, emitir a DMR - Declaração de movimentação de resíduos conforme determinado através da portaria nº 280, artigo 3º, itens II e III, dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos disposto na lei 12305/2010 – PNRS (BRASIL, 2020).

OBS: Neste item se enquadra em todas exigências descritas e também legalmente necessárias, pode ser executado pela própria empresa fornecedora do insumo; demais requisitos e/ou integrantes podem ser implementados em consonância com as aplicações dos insumos e/ou integrantes no PELR - Plano estratégico de LR.

5.4. PELR - PLANO ESTRATÉGICO DE LR, Etapas

O Plano estratégico de LR (PELR) deverá ter sua efetivação baseada nas seguintes etapas

5.4.1. Contratação de fornecedor

Contratação de fornecedor de insumo elemento filtrante enquadrado nos requisitos básicos do PELR - Plano estratégico de LR, Item 5.3.1.1.

5.4.2. Programação de fornecimento

Programação de fornecimento e montagem de 150 elementos filtrantes (filtros prensa de 144 placas filtrantes, 2 placas de cabeceira e 4 elementos filtrantes destinados a *set up*) com garantia assegurada de 90 dias no processo de filtragem industrial, inclusive em manutenções emergências e substituição de elementos filtrantes defeituosos conforme cronograma de PCP - Planejamento e controle de produção da usina, enquadrado nos requisitos básicos do plano estratégico de LR, item 5.3.1.1. D.

5.4.3. Cronograma/agenda de atendimento

Agenda viabilizada conforme cronograma de fornecimento, manutenção, remoção e substituição dos insumos (elementos filtrantes) adequado aos requisitos internos, com prazo de 12 horas a partir do laudo de liberação para atividades no filtro prensa assinado pelo técnico de segurança e supervisor da área.

5.4.4. Equipamentos a serem disponibilizados

Disponibilização de equipamentos para lavagem a pressão dos insumos (elementos filtrantes) sendo executada dentro do filtro prensa; obs.: O equipamento será fornecido pelo contratante conforme destacado no capítulo 5.3. requisitos básicos do PELR - Plano estratégico de LR item 5.3.1.1. B.

5.4.5. Contratação de empresa terceirizada

Para a operação da logística reversa conforme disposto no capítulo 5.3. - Requisitos básicos aplicáveis ao PELR - plano estratégico de LR 5.3.1.1. itens 5.3.1.1. A, 5.3.1.1. B, 5.3.1.1. C e observações.

a. **IMPORTANTE:** Esta contratação somente ocorrerá caso a empresa fornecedora do elemento filtrante não atender o requisito do Item 5.4.1. das etapas do PELR descritos neste capítulo.

5.4.6. Transporte

O transporte dos elementos filtrantes que concluíram sua etapa de vida útil para áreas externas da usina até destinados ao processo de LR somente poderá ser efetivado em bags confeccionados em vinilona de PVC - KP1000 impermeável com zíper.

5.4.7. Aquisição do elemento filtrante

Para aquisição do insumo Industrial elemento filtrante as seguintes etapas são efetivadas.

A. Licitação para atendimento das etapas 5.4.1. e 5.4.2. do PELR.

B. Emissão de contrato com programação de 2 |---| 5 anos com reposição dos itens com ciclo de 90 dias e manutenções periódicas durante o período (se necessário).

C. Programação de fornecimento: Atendimento da etapa 5.4.2. do PELR, programação de fornecimento.

D. Montagem: Agendamento e montagem dos elementos filtrantes conforme etapa 5.4.3. do PELR.

E. Lista de integrantes/equipe de montagem: Solicitação de envio da listagem de Integrantes da equipe de montagem conforme capítulo 5.3. item 5.3.1.1. E. com 5 dias úteis de antecedência ao agendamento descrito na aquisição do elemento filtrante item 5.3.1.1. D.

A Figura 23 - fluxograma do Ciclo PDCA PELR, apresenta todas as etapas acima descritas de forma didática, visual e prática para as atividades.

INÍCIO

LICITAÇÃO p/
Fornecimento –
Itens 7.1 e 7.2
PELR

Contrato 2
1

Programação 2
1

Agendamento

Listagem
item 7.7. E.

Término

Figura 23 – Fluxograma Aquisição do Elemento Filtrante
Fonte: elaborado pelo próprio autor.

5.4.8. Instalação do Elemento Filtrante

Para instalação do insumo Industrial elemento filtrante adquirido as seguintes etapas são efetivadas.

- A. Integração da equipe de montagem às 6:00h conforme agendamento - Aquisição do elemento filtrante requisitos aplicáveis ao PELR 5.3.1.1. E.
- B. Disponibilização de equipamentos, viabilização e disponibilização dos equipamentos conforme etapa 5.4.4. do PELR.
- C. Crachás de identificação: Liberação dos crachás de identificação aos integrantes de equipe que foram integrados.
- D. Nota fiscal elementos filtrantes: Liberação da nota fiscal dos elementos filtrantes (emitida pelo fornecedor), conjuntamente com os elementos filtrantes a serem instalados e entrada de veículo de transporte na balança de entrada.
- E. Emissão de ficha de operação: Emissão de FO - ficha de operação pelo gerente operacional e/ou chefe de manutenção geral para início das atividades.
- F. Cadastro dos integrantes da equipe na sala de supervisão/operação
- G. Liberação de utilização dos equipamentos: pelo supervisor setorial, emissão do laudo de interrupção elétrica dos equipamentos, travamento das bandejas de coleta da produção pelo técnico de segurança do trabalho.
- H. Isolamento da área de trabalho pela equipe com fita específica.
- I. 1ª. Lavagem de alta pressão dos elementos filtrantes que estavam em operação no filtro prensa para retirada de material filtrante impregnado no elemento filtrante; operação efetivada dentro do filtro prensa.
- J. Desmontagem/retirada dos elementos filtrantes e separação.
- K. 2ª. Lavagem de alta pressão dos elementos filtrantes para retirada final do material filtrante impregnado no elemento filtrante; operação efetivada em local separado (tanque próprio e/ou grade de lavagem) e amarração em pacotes com 15 unidades.
- L. Bags de transporte (acondicionamento para transporte): Embalar os elementos filtrantes lavados e empacotar nos bags de transporte.
- M. Nota fiscal de saída: Solicitar nota fiscal e Liberação de saída dos elementos filtrantes que resultarão em resíduos sólidos industriais destinados à LR de pós consumo reciclagem e incineração/aterro sanitário; obs.: após receber a nota fiscal dos resíduos a empresa responsável pela LR deverá emitir o MTR – Manifesto de transporte de resíduos, conforme determinado através da portaria nº 280, artigo 3º, item VIII (BRASIL, 2020).

- N. Montagem dos novos elementos filtrantes etapa 5.4.3. conforme agenda.
- O. Teste de filtragem: Liberação do filtro prensa ao supervisor setorial, técnico de segurança e eletricitista para teste de filtragem; execução operadores da empresa.
- P. Devolução dos equipamentos e solicitação do formulário de baixa da OS.
- Q. Solicitação de baixa na FO.
- R. Solicitação de liberação da equipe, ferramentas, veículo(s) na portaria.
- S. Liberação de saída: Apresentação de nota fiscal e MTR na portaria de saída para a liberação dos resíduos industriais (elementos filtrantes).
- T. Saída e devolução dos crachás.

A Figura 24 - fluxograma de Instalação do elemento filtrante, apresenta todas as etapas acima descritas de forma didática, visual e prática para as atividades.

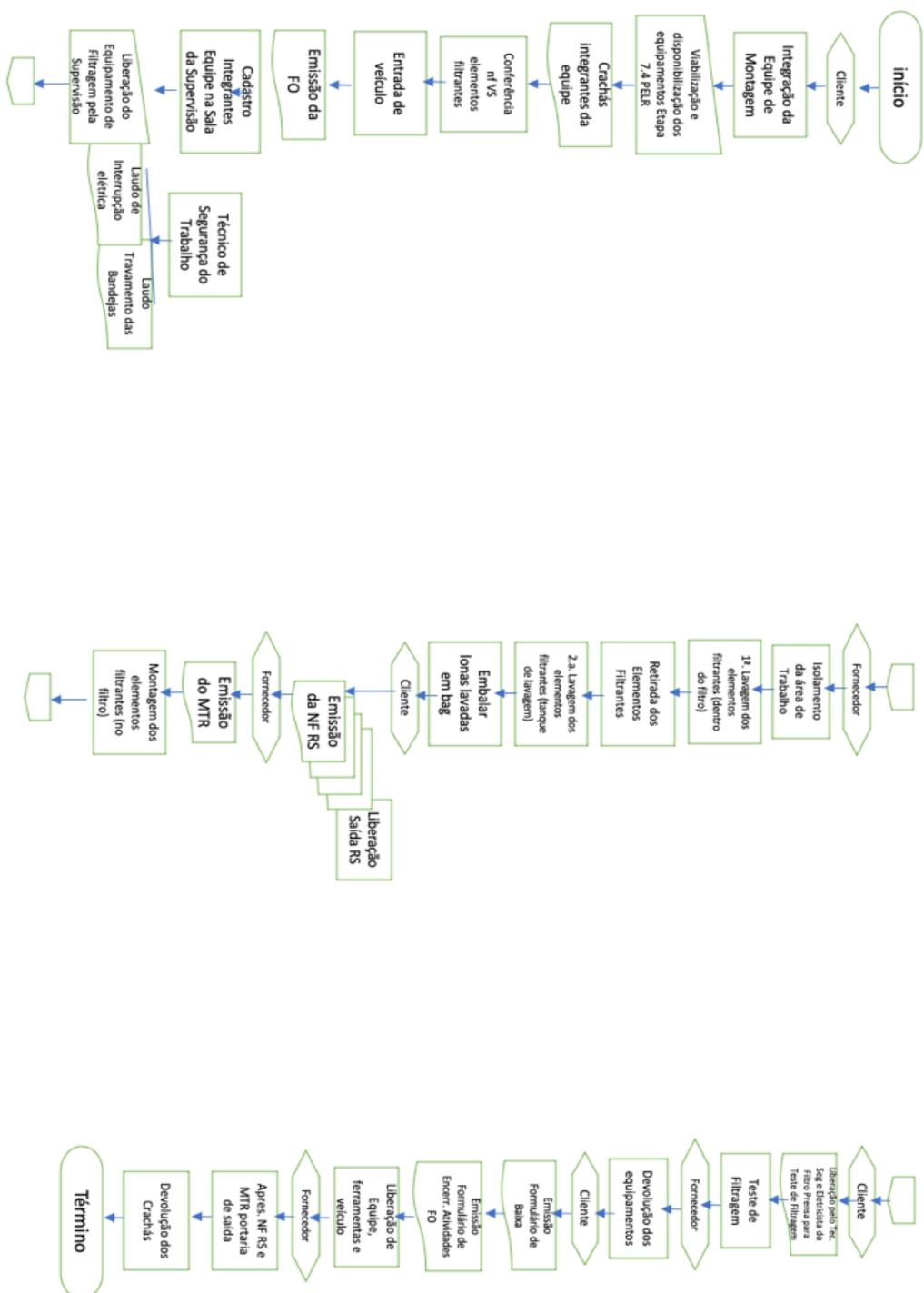


Figura 24 – Fluxograma Instalação do Elemento Filtrante
Fonte: elaborado pelo próprio autor.

5.5. Operação LR - LOGÍSTICA REVERSA – Pós consumo

Logística Reversa – Pós consumo: Operação de separação, envio para reciclagem dos resíduos sólidos, reciclagem e descarte ecológico

- A. Abertura dos bags e retirada dos resíduos sólidos destinados a LR pós consumo.
- B. Separação dos resíduos sólidos de pós consumo: mangas de ligação e etiquetas, velcro, linha e botões de pressão, onde cada elemento filtrante neste processo de LR – Pós consumo terá 3,020kg a moído e extrusado para reciclagem e 0,080kg de materiais diversos incinerados e borra a ser descartada ecologicamente, perfazendo em cada lote de 144 elementos filtrantes um total de 434,88kg de material para reciclagem e 11,52kg para incineração e descarte ecológico/aterramento.

Vide quadro 4 com demonstrativo individual dos insumos recicláveis e/ou descarte.

Quadro 4 - Insumos Recicláveis e para incineração

▪ Insumos: fibra PP – Polipropileno > destino Extrusão para Reciclagem.....	2,800 kg
▪ Mangas de Ligação: fibra PP – Polipropileno > destino Extrusão para Reciclagem.....	0,120 kg
▪ Etiquetas: <i>nonwoven</i> - não tecido > destino incineração e descarte.....	0,005kg
▪ Velcro: PA – Poliamida > destino incineração e descarte.....	0,010kg
▪ Linha: PP – Polipropileno multifilamento > destino Extrusão para Reciclagem.....	0,100kg
▪ Botões: PP – Polipropileno, não termofixável > destino incineração e descarte.....	0,065kg

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

5.5.1. Emissão do MTR, DMR, e nota fiscal do material PP destinado à extrusão

5.5.2. Moagem e extrusão

Envio ao fornecedor certificado em moagem e extrusão em equipamento específico (máquina extrusora Figura 10) e finalização dos polímeros em PP – reciclado, emissão de NF e envio do PP reciclado.



Figura 25 - PP Reciclado
Fonte: LOKENSGARD (2013).

5.5.3. Emissão do MTR complementar e nota fiscal do material destinado à incineração e descarte.

5.5.4. Incineração

5.5.5. emissão de nf - nota fiscal e certificados ambientais respectivos.

A Figura 26 - Incineração e descarte complementa a abordagem inicialmente apresentada para a incineração na Figura 1, representa a operação que deverá ser efetivada pelo fornecedor do insumo, responsável pelo resíduo sólido ou por empresa terceirizada contratada para os itens A, B e C da operação LR pós consumo etapa 5.3.1.3. iniciando assim o processo de incineração com aplicação da técnica *end off pipe* (equipamentos filtrantes para tratamento e separação das emissões de gases para a atmosfera), destinação para aterro via alimentador tipo esteira dos RSI – Resíduos sólidos industriais, separação dos ferrosos que serão reaproveitados em siderurgias e aterrados os resíduos perigosos.

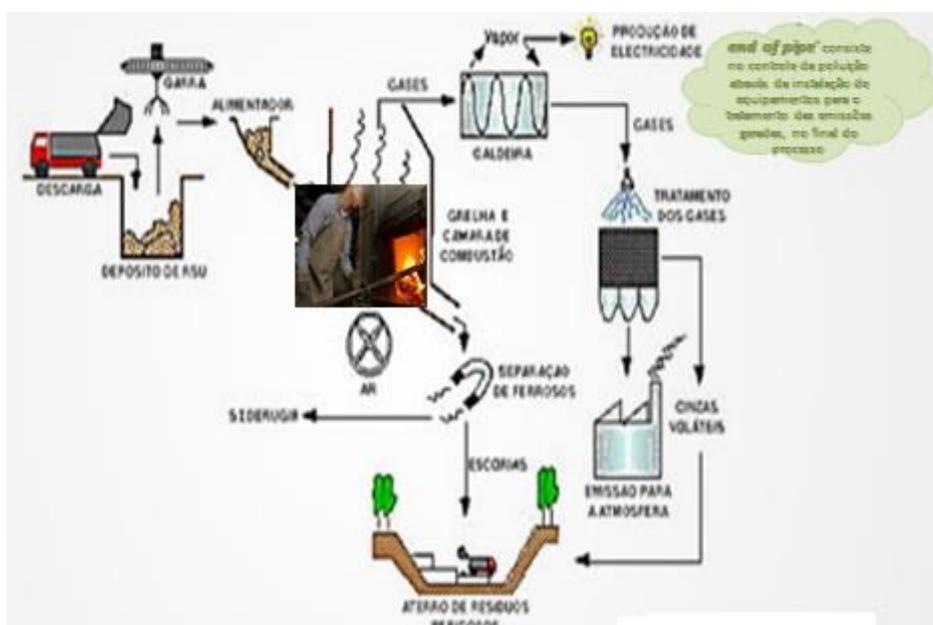


Figura 26 - Incineração e Descarte
Fonte: elaborado pelo próprio autor.

OBS: Esta operação poderá ser efetivada por empresa terceirizada contratada, item 5.3.2.5. PELR.

A Figura 27 demonstra o fluxograma da operação logística reversa de pós consumo de forma didática, visual e prática para as atividades destinadas aos Itens do PELR 5.3.2.9 até 5.3.2.14.

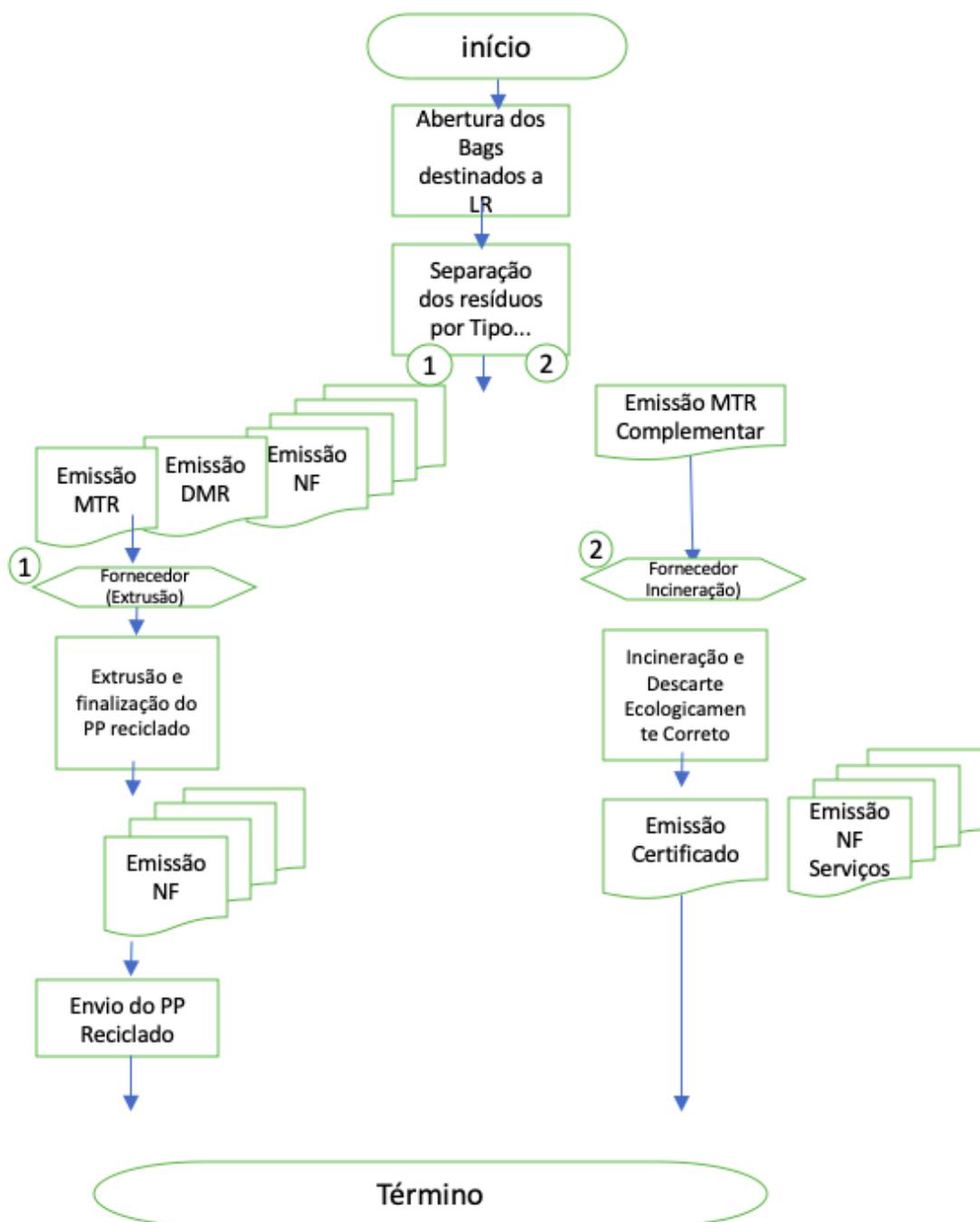


Figura 27 - Fluxograma Operação Logística Reversa
Fonte: elaborado pelo próprio autor.

5.6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Partindo assim dos dados demonstrados na Tabela 4 o estado de São Paulo através do inventário de resíduos com um universo apresentado de 1432 indústrias com total 26.619.677 ton/ano, correspondente a 50,33% do total compilado de 52.892.675 ton/ano; tendo sido o insumo (elemento filtrante) elencado e classificado como resíduo classe II e comparativamente analisada com os dados da Tabela 4 onde os resíduos da classe II correspondem a um total de 50mi t/mês sendo, o estado de São Paulo responsável por 25mi t/mês justifica-se plenamente a estratégia de gerenciamento deste resíduo sólido onde isoladamente o mesmo corresponde a 94,06% da totalidade de resíduos produzidos pelo estado de São Paulo, além de ser o mais elevado se comparado individualmente com todas as demais classes (I e III) da mesma Tabela 4.

Ao analisarmos a condição isolada nesta única planta fabril do case em questão, por possuir dois filtros prensa nesta mesma configuração teremos um montante de 869,76kg de insumos reintegrados ao meio ambiente e 0,160kg de materiais incinerados e descartados/aterrados ecologicamente corretos a cada 90 dias.

Utilizando ainda dos dados demonstrados no quadro 4 cada insumo (elemento filtrante) com a aplicação do PELR proposto constituirá os seguintes quantitativos de resíduos sólidos

- a. 3,020kg destinados a extrusão – reciclagem.
- b. 0,080kg destinados a incineração e descarte/aterro ecológico.

A Tabela 5 abaixo efetiva uma projeção progressiva com os dados acima em relação ao PELR por resíduo sólido em unidade de insumo (elemento filtrante).

Tabela 1 – Insumo Resíduos sólido do Elemento Filtrante

insumo (elemento filtrante)					
LR: extrusão e reciclagem para segundo processo (kg)	descarte/incineração (kg)	quant. Lonas por filtro prensa	quant. Filtros nesta planta fabril	Total LR: reciclagem cada 90 dias (kg)	total descarte/incin/aterro cada 90 dias(kg)
3,02	0,08	150,00	2,00	453,00	12,00

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Observa-se que em cada etapa do PELR (90 dias) o total de reciclagem para segundo processamento será de 453kg e o total de descarte/incineração/aterro será de 12kg.

A Tabela 6 traz uma análise comparativa com o resíduo sólido insumo (elemento filtrante) com os resíduos classe II SP.

Tabela 2 – Projeção conforme Tabela 4 Geração de Resíduos Sólidos no Brasil

projeção conforme Tabela 4 Geração de Resíduos Sólidos Industriais no Brasil								
quant. Indústrias Tabela 4	quant. Lonas em média por filtro prensa em SP	em média de filtros por indústria em SP	Total LR: reciclagem (kg)	total descartado / incin / aterro (kg)	Resíduos Classe II SP (t/mês)	% alcançado com o PELR reciclagem SP	% alcançado com o PELR descarte/incin/aterro SP	Total %
1.432,00	100,00	2,00	864.928,00	22.912,00	25.038.167,00	0,001151%	0,00003%	0,001182%

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Projetando nesta Tabela 6 as quantidades apuradas através do PELR (Tabela 5) com os dados da Tabela 4 que registra no estado de São Paulo os resíduos sólidos classe II descartados por 1432 indústrias teremos um total de 864,92t, 0,001151% de um total de 25.038.167t/mês em resíduos sólidos totalmente reintegrados a segundo processo produtivo e 22,9t, 0,00003% em resíduos sólidos que não puderam ser reintegrados em outra etapa produtiva e que tiveram um descarte/incineração/aterro ecologicamente correto.

A Tabela 7 abaixo faz um comparativo e projeção com os resíduos sólidos coletados publicamente no território brasileiro.

Tabela 3 – Projeção conforme Tabela 4 resíduos sólidos coletados publicamente no Brasil

descarte incorreto em t/dia						projeção conforme Tabela 4 resíduos sólidos coletados publicamente no Brasil				
Vazadouro a céu aberto (lixão)	Vazadouro em áreas alagadas	aterro controlado	outras	total dia	total em 90 dias	Total LR: reciclagem (kg)	total descarte/incin/aterro (kg)	% alcançado com o PELR reciclagem base somente em SP	% alcançado com o PELR descarte/incin/aterro base somente em SP	Total %
45.710	46	40.695	636	87.087	7.837.830	864.928	22.912	0,00368%	0,000883%	0,00456%

Onde:



representa o % destinado para descarte em localidades ecologicamente incorretas

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Destaca-se nesta Tabela 7 as quantidades pesquisadas na Tabela 4 que retrata os resíduos sólidos domiciliares e públicos coletados e/ou recebidos diariamente nos municípios brasileiros.

O intuito desta comparação e projeção de valores dá-se justamente pela quantidade de descartes incorretos apresentados através da Tabela 4, onde mostra-se relevante já que não havendo a implementação de um sistema de gestão ambiental com estratégia de PELR abordada neste estudo, de forma quase que direta as empresas envolvidas na captação destes resíduos por não encontrarem viabilizações que não representem altos custos de descarte, como os de “incineração” acabam descartando estes resíduos de forma incorreta em empresas informais conhecidas como “ferro velho” que não encontrando aplicação para venda no mercado de reciclagem, descartam eventualmente nas áreas destacadas em vermelho estes resíduos.

Projetando nesta Tabela 7 as quantidades apuradas através do PELR (Tabela 5) com os dados da Tabela 4 que registra no território brasileiro os resíduos sólidos coletados publicamente, teremos um total de 7.837.830t/trim em resíduos sólidos coletados publicamente, que aplicadas proporcionalmente ao total de total LR reciclagem apurado através da Tabela 6 representarão um percentual de 0,00368% em resíduos sólidos classe II e um percentual de 0,000083% em resíduos sólidos que serão destinados a descarte/incineração/aterro com destinação ecologicamente correta, totalizarão um percentual de 0,00456% do total descartado incorretamente em 90 dias.

Uma análise comparativa entre o percentual total dos resíduos sólidos descartados pelas indústrias paulistas versus o percentual total dos resíduos sólidos publicamente coletados no território brasileiro revelam que o ganho percentual pela aplicação da estratégia do PELR alcançará um resultado de 385,7868%, através da apuração da seguinte equação: $0,00456 / 0,001182\%$ (total%tab7 / total%tab6).

Os resultados obtidos através da análise dos dados dispostos nas Tabelas 5, 6 e 7 demonstram e corroboram com o determinante na PNRS e PERS atribuída através da EPR – Responsabilidade estendida do produtor (Figura 3) e da Responsabilidade compartilhada (Figura 4) que os resíduos sólidos industriais provenientes não somente das sobras industriais devem ter tratamento estratégico do seu descarte ecológico, mas também os insumos utilizados nos processos industriais devem ter tratamento responsável em igualdade; os valores totais de 25.038.167t/mês

em resíduos sólidos industriais de classe II somente no estado de São Paulo e as 87.087t/dia de descarte incorretos coletados publicamente reiteram esta necessidade de urgente de uma abordagem estratégica a ser implantada.

A apuração dos percentuais demonstrados nas Tabelas 6 e 7 justificam a necessidade do PELR composto de várias etapas que foi plenamente destacado no desenvolvimento deste trabalho, onde a sua não aplicação indica um descarte incorreto na ordem de 1,86t/ano (465kg insumos 8 x 4 trimestres) somente do insumo destacado na Figura 8 em um único parque industrial – usina e que tendo seu cenário expandido para 1432 industrias somente no estado de SP, representam um total de 3.459,712t/ano de resíduos descartados, (1432 industrias x 3,02kg x 100 lonas duplas em média x 2 filtros x 4 trimestres), justificam o PELR implementado.

5.7. KPI - Indicadores chave de performance

Destaca-se também neste estudo a atenção que deve ser dada às metas aplicáveis conjuntamente aos integrantes do PELR com base no processo de fornecimento dos insumos industriais, elementos filtrantes e são apuradas através dos seguintes *KPI's* – Indicadores chave de performance (*Key performance indicators*).

5.7.1. KPI: Capacidade produtiva e atendimento da demanda

A. Este *KPI* indica a performance do fornecedor em atender as demandas nos prazos agendados como também a manutenção dos estoques em estratégia *VMI*, tendo sua equação de apuração e range % estabelecido da seguinte forma apresentada na equação.

$$KPI \text{ Capacidade Produtiva e atendimento da Demanda} = \frac{\text{Número de Agendamentos para o período Entregues no Prazo}}{\text{Total de Agendamentos para o período}} \times 100$$

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

B. Range estabelecido em 100%, pois o atraso desta meta implicará na paralisação da atividade, resultando em perda de produtividade; obs.: Multa contratual estabelecida em contrato para o não cumprimento desta meta.

5.7.2. KPI: Qualidade produtiva

A. este *KPI* indica a performance do fornecedor em fornecer os insumos programados com a qualidade total assegurada ao fornecimento que será medida através da substituição dos insumos (elementos filtrantes) durante o processo produtivo tendo sua equação de apuração e range % estabelecido da seguinte forma apresentada na equação.

$$KPI \text{ Qualidade produtiva} = \frac{\text{Número de insumos (elementos filtrantes) substituídos na garantia}}{\text{Total dos insumos (elementos filtrantes) fornecidos para a operação}} \times 100$$

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

B. Range máximo permitido 2%, pois a falta de qualidade dos insumos (elementos filtrantes) fornecidos implicará em perda de matéria prima durante o processo de filtragem e consequente paralisação da operação; obs.: Penalidade contratual estabelecida de substituição de todo o conjunto de insumos para o filtro prensa; a terceira reincidência deste indicador de performance acarretará o rompimento do contrato de fornecimento do insumo (elemento filtrante).

5.7.3. KPI: Outsourcing

A. Este *KPI* indica a performance do fornecedor na prestação de serviço de Montagem dos insumos (elementos filtrantes). Atendendo as demandas nos prazos agendados e tempos pré-ajustados na etapa 5.4.3. do PELR e operação de instalação contemplada na Figura 24 tendo sua equação de apuração e range % estabelecido da seguinte forma apresentada na equação.

$$KPI \text{ Outsourcing} = \frac{\text{Data e hora do término da Operação} - \text{Data e Hora do Início da Operação}}{\text{Prazo máximo estipulado para a Operação}} \times 100$$

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

B. Range máximo em 100%, onde acima deste percentual indicará atraso desta meta implicando na perda de produtividade referente ao tempo excedido; obs.: Multa contratual estabelecida em contrato para o não cumprimento desta meta.

5.7.4. KPI: Descarte ecológico

A. Este *KPI* indica a performance do fornecedor e/ou empresa contratada. Para etapas descritas na operação LR - logística reversa pós consumo em retirar os insumos e dar destinação corretamente ecológica aos resíduos e que será medida pela apresentação dos documentos comprobatórios com prazo máximo estipulado de 60 dias para todas as etapas, tendo sua equação de apuração e range % estabelecido da seguinte forma apresentada na equação.

$$KPI \text{ Descarte Ecológico} = \frac{\text{Data e hora do término da Operação} - \text{Data e Hora do Término da Operação LR}}{\text{Prazo máximo estipulado para conclusão da Operação LR}} \times 100$$

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

B. Range máximo em 100%. Onde acima deste percentual indicará atraso desta meta implicará em não conformidade estipulada e referenciada no sistema de gestão ambiental, a qual a empresa fornecedora e seus terceiros serão notificados pela responsabilidade ambiental assumida.

OBS: Multa contratual estabelecida em contrato para o não cumprimento desta meta como também penalidades legais e financeiras que possam serem exigidas pelos órgãos públicos.

6. DISCUSSÃO

Alguns pontos iniciais devem ser considerados, conforme destaca Pinto (2020, pg11), o desafio para os gestores públicos referente a questão sobre o destino final ambientalmente adequado dos resíduos gerados pela população em comparação às respostas rápidas e modernas aliadas a resultados ambientais, sociais e econômicos satisfatórios apresentadas por diversos países que resultam em um número significativo em relação à taxa de recuperação dos resíduos gerados em que na Austrália apenas 27% de sua geração total de resíduos foi designada para os aterros sanitários e no Japão apenas 1,1% de sua geração total de resíduos para os aterros e suas usinas gerando energia através da reciclagem de produtos incinerados.

Lemela (2020, pg15) demonstra sua preocupação com os processos de transformação e a sustentabilidade indicando que a alta tecnologia tem promovido tragédias socioambientais revelando preocupação para atingir o desenvolvimento sustentável sem atacar aos ecossistemas e seus serviços.

As afirmações de Pinto (2020) e Lemela (2020) constituem-se em pontos importantes destacados neste estudo onde evidenciam-se conformidades com as estratégias destacadas através das Figuras 5 – LR com coleta seletiva, Figura 6 – LR com coleta em PEV e Figura 7 – LR com sistema itinerante enfocam esta temática e corroboram com a necessidade de um plano a ser aplicado também nos insumos industriais; ainda a taxa de recuperação de resíduos sólidos da Austrália indicadas por Pinto (2020) estão em consonância com as abordagens projetadas nas Tabelas 6 e 7 aplicadas neste estudo.

Foi utilizado neste estudo o insumo elemento filtrante destacado na Figura 8 – lona dupla filtro prensa, e a partir da análise, verificação, constatação e apuração quantitativa deste insumo produtivo foi evidenciada uma fragilidade no descarte do referido insumo produtivo.

O estudo minucioso da PNRS e da PERS determinam obrigatoriedades compartilhadas dos participantes da cadeia produtiva e comercial de produtos diversos, principalmente no que trata de insumos utilizados na industrialização, que apesar de pioneiras no Brasil e no estado de São Paulo revelam o descumprimento na aplicação de abordagens estratégicas.

Importante destacar é que a PNRS no seu art. 31 prevê, através da EPR - Responsabilidade estendida do produtor (Figura 4) a responsabilidade das indústrias

no controle de seus resíduos sólidos aos quais incluem-se os insumos utilizados para o seu processo industrial; assim estreita relação é estabelecida entre as indústrias e o princípio do poluidor pagador que deverá arcar diretamente com os custos atribuídos ao impacto relacionado à utilização do recurso natural destacado no tópico transferência da responsabilidade do município para o setor privado.

Percebe-se diretamente a necessidade de criar soluções estratégicas viáveis que ao contrário das empresas arcarem com custos deste impacto causado, os mesmos possam ser revertidos em margens lucrativas e um plano socioambiental aplicados diretamente em um plano estratégico de logística reversa de pós consumo através da integração empresarial entre as indústrias os fabricantes de insumo e a comercialização do resíduo beneficiado para um segundo processo produtivo.

Fernandes *et al apud* Gonçalves-Dias & T (2016) afirmam de forma ampla que a logística reversa pode ser englobada por todas as operações que se auto relacionam através da reutilização de produtos como também o de materiais.

Leite (2006) destaca níveis de integração empresarial que surgem através da aplicação de logística (cadeia) reversa de pós consumo em ciclo fechado, indicando assim que a tendência da integração da cadeia de suprimentos e a cadeia reversa através da logística reversa de pós consumo e sua reintegração em produtos de mesma natureza torna-se de caráter estratégico para as empresas onde o incentivo à coleta de produtos, programação para reciclagem como a melhoria técnica destas etapas mitigara os impactos causados ao meio ambiente; desta forma, com a implementação do PELR proposto neste estudo aplicado às atividades que envolvem reintegração destes itens em uma cadeia produtiva direta que adquira materiais secundários ou reciclados sendo assim reintegradas a um segundo processo produtivo, além de trazerem uma imagem positiva da empresa podem gerar receitas ao invés de um custo gerado pelo PPP – princípio do poluidor pagador, previsto na PNRS e PERS.

Pereira (2018) apresenta o modelo europeu com marco inicial no final da década de 2003 e diretivas até 2012 que apesar de destinar-se para os REEE - Resíduos de equipamentos eletro eletrônicos na Europa retratam os seguintes conceitos importantíssimos: promover a prevenção na geração dos REEE entre os operadores envolvidos com os equipamentos eletro eletrônicos através de reutilização, reciclagem, dentre outros, onde foram criados sistemas de coleta e destinação ambientalmente adequadas sob a responsabilidade dos produtores

(fabricantes, aqueles que mandam fabricar, revendedores, importadores); por tratarem-se de eletro eletrônicos observa-se os aspectos e consonância dirigidos ao mercado europeu com o sistema de destinação e responsabilidades estendidos aos participantes da cadeia de suprimentos no Brasil.

Pereira (2018) também em seu estudo apresenta o modelo japonês que retrata os seguintes pontos referente aos REEE: lei da reciclagem dos grandes eletrodomésticos a qual os fabricantes/importadores tiveram suas responsabilidades atribuídas à quantidade dos produtos vendidos em relação aos que foram reciclados, onde cada fabricante e cada importador torna-se responsável pela coleta e destinação adequada desses produtos pós-consumo em uma estratégia denominada de SLR – sistema de logística reversa, passando a responsabilidade financeira a ser dos consumidores e não dos produtores/importadores designados no modelo europeu como também o estabelecimento de pontos de coleta de produtos coletados pelos varejistas; para as empresas pequenas é designada uma empresa realizando a coleta e destinação de produtos.

Ferri *et al* (2013) indica que em muitos casos de coleta como os resíduos sólidos urbanos podem ser estabelecidos através da inserção de centros de armazenagem e triagem a fim de seleção dos materiais a serem reciclados e os que serão enviados para um aterro sanitário; aborda como exemplo a rede de logística reversa utilizar para gerenciar os resíduos localizada no município de São Matheus, ES que se utiliza desta prática; Obs: antes desta alternativa de logística reversa, todos os resíduos eram enviados para o lixão com localização na periferia da cidade.

Ainda referente a coleta Pereira (2018) apresenta ser obrigatório por parte dos revendedores a coleta tanto dos aparelhos por ele vendidos como também aqueles que forem solicitados pelos clientes quando da compra de um produto novo em substituição a um antigo; devido a falta de espaço em suas residências os japoneses descartam os produtos voluntariamente sendo esta coleta de responsabilidade do município que são enviados a pontos próprios estabelecidos pelos fabricantes/importadores e empresas designadas; nestes pontos de coleta ocorrem a separação segundo a marca sendo encaminhados para desmonte e posterior reciclagem onde poucos itens são destinados à reutilização onde os itens separados através de documentação própria são encaminhados aos fabricantes através de rastreabilidade e acompanhamento de envio pelas autoridades a fim de verificação de transporte e reciclagem dos mesmos.

Silva *et al apud* Naveiro *et al* (2014) retrata que o *ecodesign* é uma das formas ecológicas favoráveis à confecção de novos produtos e de forma sustentável já que pela representação de uma cultura de racionalidade em uma empresa passa a conceber, produtos com uma mentalidade baseada em eco eficiência

Nesta mesma linha de afirmação Pereira (2018) também retrata o incentivo para os produtores japoneses reduzirem a geração dos resíduos incentivando a utilização de materiais reciclados aumentando a reciclabilidade através da criação de produtos com design ecologicamente corretos, onde os comitês consultivos mantêm contato com as recicladoras para formalização e conhecimento dos processos de reciclagem envolvendo parcerias e trabalhos conjuntos entre os fabricantes e empresas recicladoras; tudo isto através da promulgação da “lei para a promoção da utilização efetiva de recursos”; outro detalhe importante é que os fabricantes foram obrigados a informar os consumidores sobre os produtos que contenham materiais pesados em sua composição fabril.

Silva *et al apud* FIKSEL (2014) corrobora apresentando a importância que o *ecodesign* pode trazer às empresa já que além de reduzirem os impactos causados ao meio ambiente pela otimização no consumo da matéria prima e energia elétrica empregada, melhora significativamente o gerenciamento dos resíduos reduzindo os custos produtivos.

Ainda no modelo japonês Pereira (2018) retrata os pontos relacionados à Logística reversa estimulado pelas medidas anteriores destacadas, revelando o avanço das estratégias geradas a partir de sua entrada em vigor onde em 2008 estende a responsabilidade física aos fabricantes/importadores; os principais problemas enfrentados pelo modelo japonês esta relacionado ao descarte e exportação ilegal de quase 50% dos itens de pós consumo que estão sujeitos à lei de reciclagem de grandes eletrodomésticos, como também cerca de 30% destes itens ainda é comercializado como bem de segunda mão ou bem sucateado; para coibir estes fatos houve endurecimento da regulamentação legal no sentido de exportação de bens com o intuito de reutilização, como também parcerias cooperativas entre o governo e o setor de comércio e os representantes dos consumidores; para estes casos e de modo a incentivar mudanças comportamentais alguns estudiosos indicam a substituição da taxa de reciclagem seja substituída pela taxa de depósito reembolso na devolução do produto incentivando assim o descarte ambientalmente correto.

No modelo japonês de LR apresenta-se de forma clara e objetiva a necessidade de fixar as diretrizes para mitigar os problemas relacionados ao design, transporte e descarte correto aplicados aos EEE.

Pereira (2018, pg5) no modelo japonês também apresenta os pontos referentes aos EEE de pequeno porte onde o principal objetivo é de promover recuperação de dois tipos de materiais: os valiosos e os perigosos que são presentes em celulares, câmeras, videogames; o principal alvo destes equipamentos de pequeno porte são os utilizados diariamente pelos consumidores.

A partir destas premissas exemplificadas por Pereira (2018) no mercado europeu e mercado japonês e reforçadas por Pinto (2020) e Lemela (2020) ratificam-se as estratégias instituídas abaixo pela PNRS através da responsabilidade dos participantes de forma compartilhada.

A partir dos modelos europeu e japonês apresentados por Pereira (2018) fica clara a preocupação mundial com relação aos resíduos sólidos descartados pela logística reversa de pós consumo, onde são tratados com regras e responsabilidades bem definidas.

Os insumos relativos aos eletro eletrônicos tratados e exemplificados neste estudo por Pereira (2018) diretamente aplicados ao mercado europeu, que possuem dentre os insumos itens classificáveis neste estudo, e que apresentem legalmente um sistema de destinação e responsabilidades estendidos a todos os participantes da cadeia de suprimentos como os demonstrados no capítulo 1.5 tópico g, assemelham-se aos instituídos no Brasil que a partir de 2006 através da PERS para o estado de São Paulo (precursor destas medidas legais) e em 2010 pela PNRS a nível Brasil foram instituídos legalmente de forma estruturada revelando assim as “boas práticas” implementadas e divulgadas na Europa.

O modelo europeu destacado por Pereira (2018) também aborda pontos diretivos e responsabilidades em relação à reutilização que estão assim constituídas por lei onde os financiamentos do SLR para cada produtor deverá ser utilizado apenas para cobertura de custos dos resíduos provenientes a seus produtos somente; os acordos gerados entre fabricantes/importadores para REEE de uso não domiciliar poderão ter outros modos de financiamento; As diretrizes e responsabilidades são atribuídas a cada país membro da União europeia.

Em igualdade também é encontrada e apresentada por Pereira (2018) no modelo japonês que retratam os pontos estabelecidos em lei e diretrizes abordando a

responsabilidade explícita em cada etapa e a cada participante da cadeia reversa aplicada a logística reversa de pós consumo.

Com base nos temas estudados revelam-se alguns pontos que devem ser analisados na aplicação do plano estratégico de logística reversa.

Inicialmente com a afirmação e análise de Pinto (2020) em seu estudo em relação à PNRS (instituída pela lei 12305/2010 como grande marco legal) acreditava-se que a sistematização de ações e unificação de procedimentos com a obediência hierárquica para a adequação de um sistema de gestão dos resíduos de todo item descartado teria uma destinação ambientalmente correta, mas demonstrou que somente a existência de constituições legais sem o envolvimento intenso e cultural dos governos, através de fiscalização nas entidades envolvidas e também de todos consumidores não entregará os efeitos esperados; através da PERS como também do PES – plano estadual de saneamento o estado de São Paulo alinhado às normas legais implantadas assume posição diferenciada nas estratégias gerais adotadas pelos municípios e também pelos demais estados federativos menos populosos.

Pinto *apud* Elkinton (2020, pg14) indica caminhos para as questões ambientais através utilização do tripé da sustentabilidade que envolve conceitos básicos ambientais, social e econômico em equilíbrio.

Nilson *apud* Petrelli e Colossi (2014) faz menção de que a responsabilidade social também pode ser entendida como uma obrigação legal imbuída diretamente a um comportamento ético; desta forma quando uma empresa ambientalmente responsável apresenta relacionamento ético com os seus *stakeholders* diretamente respeita o meio ambiente reunindo condições estratégicas de alinhamento aos seus objetivos estratégicos, tornando assim indissociável as relações socioambientais às das atividades de uma organização.

Necessário refletir se ao invés da interminável atividade de recolher o lixo público/industrial descartado pelo consumo frenético e cotidiano, age-se diretamente em um dos pontos iniciais desta cadeia de consumo e geração do lixo que é a etapa industrial na cadeia de suprimentos destacada por Pires (2016) no capítulo 1.3 e Leite (2006) no capítulo 6, ambos tratados neste estudo desde a origem da matéria prima e que tornar-se a o produto consumido e a abordagem direta aos conceitos básico do tripé da sustentabilidade, criando assim uma cultura ecológica e mitigando a perda dos nossos cada vez mais escassos recursos naturais destinados a sobrevivência humana.

Não obstante a análise do insumo industrial apresentado neste estudo um PELR pode ser analisado a partir da LR pós consumo com outras classes de produtos utilizados na fabricação dos insumos filtrantes que pela sua classificação analisada pela Figura 19 - Fluxograma – Caracterização e classificação de resíduos pertençam à classe residual I mais agravantes.

Por exemplo, as indústrias, usinas, refinarias, também se valem de filtragens industriais de variadas matérias primas destinadas a confecção de produtos dentre elas o níquel, que é outro exemplo de filtragem efetivada através dos sacos anódicos confeccionados em fibra poliéster representados na Figura 28.



Figura 28 – Sacos Anódicos.
Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Conforme destaca a NBR 10004 (2004) este insumo é considerado um resíduo sólido industrial, onde no capítulo 3, item 3.4 agente tóxico, este insumo se não tiver um processo de limpeza das intempéries e ou produtos filtrados poderá juntamente com sua degradação, se depositado incorretamente no meio ambiente, somar a toxidade do gás nitroso ao produto como por exemplo para filtragem de níquel tetracarbonilo $Ni(CO)_4$ que é um líquido volátil e com alta toxicidade em temperatura ambiente e quando aquecido, o complexo decompõe na forma de níquel e monóxido de carbono, podendo provocar efeitos tóxicos, coceiras e eczemas na pele e até câncer (LOKENS GARD, 2013).

Desta forma não só o insumo da Figura 28, como qualquer substancia residual ou mistura cuja inalação, ingestão ou absorção cutânea tenha sido cientificamente comprovada como tendo efeito adverso, tóxico, carcinogênico, mutagênico, teratogênico ou ecotoxicológico e será enquadrado no anexo A com o código F006 quando do tratamento através de eletrodeposição, com código K081 no tratamento e filtragem de efluentes do lodo na produção de tintas, ou código K082 na filtragem para controle de emissão dos gases originados no processo de produção de tintas como tóxico; no anexo C – substâncias que apresentam periculosidade aos resíduos, o níquel (incrustado no elemento filtrante) é identificado pelo CAS com o código de

identificação 7440-02-0, apresentam periculosidade, justificando assim que sua destinação para descarte/incineração/aterro seja feito com estratégias e processos de abordagem técnica e científica.

7. CONCLUSÃO

A partir das abordagens tratadas na introdução e discutidas neste estudo entende-se que os fatores relacionados ao aumento de descarte de resíduos sólidos efetivados de forma incorreta e destacados na Tabela 4, como também a não aplicação de uma logística reversa e um plano de gerenciamento dos resíduos sólidos destacados na PNRS e PERS que respectivamente contemplem o estado da arte aplicado conjuntamente à responsabilidade estendida ao produtor e respectivo ponto de geração do resíduo sólido (Figura 2 e Figura 3) fazem-se necessários.

Indica que o resíduo sólido apresentado neste estudo de caso resultante dos insumos de elementos filtrantes utilizados em processos industriais aplicados à origem da matéria prima e respectivos processos, necessitam de uma maior atenção quanto ao cumprimento obrigatório do estabelecido na PNRS e PERS através da EPR – responsabilidade estendida a todos os participantes nas diversas etapas que envolvem aquisição, transformação, comercialização e destinação correta ao início de um novo processo industrial e/ou descarte ecológico já que apresentam legalmente a obrigatoriedade na aplicação de estratégias e soluções que ultrapassem as esferas Municipais conforme apresentado no capítulo 1.5 tópicos de a, b, c, d, e, f, g e h deste estudo.

Apresenta além das evidenciadas condições de poluição ambiental em lixões e outros locais inadequados, o desgaste de recursos naturais de forma inconsequente pois os resíduos sólidos aqui estudados podem e devem ser inseridos em um novo ciclo produtivo, economizando recursos e mitigando os impactos ambientais de descartes de produtos tóxicos que muitas vezes acompanham os insumos industriais, poluindo e contaminando fontes naturais hídricas e devido a toxicidade proliferando doenças muitas vezes irreversíveis ao ser humano (PNRS – Lei 12.305, 2010 e PERS – Lei 12.300, 2006).

A relevância das estratégias elencadas neste estudo através do PELR capítulos 5.2, 5.3 e 5.4, tratam conjuntamente do paradoxo entre o lixo que encontramos cotidianamente nas casas, ruas, depósitos e locais destinados para descarte com as abordagens utilizadas nestas estratégias para que os resíduos sólidos provenientes de insumos que são descartados incorretamente não se tornem amanhã o lixo industrial que encontraremos.

O insumo industrial e respectivo resíduo industrial dissecado neste estudo representa uma pequena amostragem de tantos quantos outros insumos que se abordados tecnicamente trarão a correta adequação iniciada pelo PPP – Princípio do poluidor pagador revertendo os valores que apenas representam uma autorização de pagamento para poluir revertam-se para uma qualidade de vida melhor a todos onde, os responsáveis pela degradação ambiental relacionada à necessidade do consumo, possam tratar com responsabilidade os nossos recursos.

O PELR elencado neste estudo através de suas etapas que envolvem a contratação de fornecedor de insumo industrial elemento filtrante, programação de fornecimento e montagem, agenda de retirada e montagem dos novos elementos filtrantes em acordo com um rigoroso cronograma de fornecimento, onde destaca-se também a operação de logística reversa de pós-consumo visando ao invés de um descarte impróprio para o insumo ocorra a reintegração desta matéria prima em um segundo processo produtivo propicia assim a economia de recursos fósseis oriundos da matéria prima utilizada na confecção dos polímeros utilizados neste insumo destinado a filtragem industrial, atingindo assim o proposto neste estudo.

De forma prática o material PP reciclado Figura 25 oriundos dos insumos industriais concebidos através do PELR são utilizáveis nas seguintes manufaturas

- a. na fabricação de blocos ecológicos para fabricação de casas populares na proporção a partir de 10 até 70% da massa; outras variações também podem ser utilizadas na mistura utilizada em alvenarias de pisos.
- b. compósitos plásticos utilizados na fabricação de dormentes de trem, pranchas, vigas e colunas para confecção de móveis ecológicos e estruturas de sustentação para telhados que necessitem de alta resistência.
- c. na injeção de caixas plásticas destinadas à fabricação de composteiras e outros tipos de contentores,
- d. fabricação de brinquedos injetáveis e/ou moldáveis para *playground* e áreas de lazer público.
- e. fabricação diversas de embalagens rígidas para transporte de produtos não tóxicos.
- f. injeção de peças modelo na fabricação de moldes e ou peças mecânicas destinadas à fundição.
- g. escolas técnicas destinadas à conscientização e treinamento do tripé ecológico diretamente com a montagem das unidades composteiras, especialização de profissionais da construção de casas ecológicas, treinamento na utilização de

blocos ecológicos como também ONG's fabricantes e/ou à montagem de brinquedos confeccionados a partir do PP reciclado

TRABALHO SUBMETIDO OU ACEITO PARA PUBLICAÇÃO

Prezado Sr. Carlos dos Santos Cabral,

Venho por meio deste, informar-lhe que o artigo intitulado: "Reverse logistics of industrial solid waste: a case study" , foi aceito pela equipe editorial desta revista e será publicado na próxima edição cuja data aproximada para estar disponível na internet será Abril 2022.

Sendo o que restava para o momento, firmamo-nos

Atenciosamente,

Comissão Editorial
Revista South American Development Society Journal
www.sadsj.org

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR9001 - Sistemas de gestão da qualidade — Requisitos**. Rio de Janeiro, RJ, p. 1-32, 2015.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR10004 - Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, RJ, p.1- 71, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR13968 – Embalagem Rígida de Agrotóxico – Procedimentos de lavagem**. Rio de Janeiro, RJ, p. 1-8, 1997.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR14001 - Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, RJ, p. 1-41, 2015.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR26000 - Diretrizes sobre responsabilidade social**. Rio de Janeiro, RJ, p. 1-110, 2010.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Industriais. **Estimativas dos custos para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, SP, p 1-94, Junho 2015. Disponível em: www.abrelpe.org.br. Acessado em agosto de 2019.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS ESPECIAIS E LIMPEZA. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, SP, pg 1-65, 2003. Disponível em: www.abrelpe.org.br. Acessado em agosto de 2019.

ARANTES, Cyntia Andrade. **Construção de uma proposta de logística reversa para os resíduos biodegradáveis de restaurantes em Uberlândia/MG**. (Dissertação de Mestrado da Universidade Federal De Uberlândia Instituto De Geografia) – Uberlândia, MG. 2013. CIP A662c20.

BALLA, Bruno Rodrigues. **Utilização de operadores integradores na cadeia de suprimentos e logística da indústria de petróleo e gás no Brasil: uma proposta de valor dos operadores para os gestores da indústria**. (Dissertação de Mestrado da Fundação Getúlio Vargas, Escola Brasileira De Administração Pública E De Empresas). Rio de Janeiro, RJ, 2016.

BRASIL. PORTARIA Nº 280, 29 de Junho de 2020. **MTR Manifesto de Transporte de Resíduos**. Diário Oficial da União de 30/06/2020, Edição 123, Seção 1, p 95, 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio ambiente. **Resolução Conama nº 452, de 02 de julho de 2012**. p 6, 2012.

BRASIL. LEI 12.305, 12 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, altera a Lei no. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm acesso em 01/01/2021.

BUHRER, Nilton E. **Química e Tecnologia dos Plásticos**. 2. Edição Curitiba, Paraná. Universidade Federal do Paraná. 1966. (Monografia Didática n.º 5) p.1 a 128.

CABRAL, Carlos dos Santos. **Aterros Sanitários, controlados e lixões, uma análise da realidade brasileira, retrospecto e evolução a partir da Lei 12.305/10**. (Artigo Acadêmico, VII ENPG - Encontro Nacional de Pós Graduação 08, 09 de novembro de 2019). Universidade Santa Cecília, Santos, SP. 2019.

CABRAL, Carlos dos Santos. **Gestão da Cadeia de Suprimentos**. (Caderno didático: Unidade Logística e o Sistema Produtivo). MBA Supply Chain e Logística Integrada - EAD - Universidade Cruzeiro do Sul, Cruzeiro do Sul Educacional - São Paulo, SP, 2019.

CABRAL, Carlos dos Santos. **Gestão da Cadeia de Suprimentos**. (Caderno didático: Unidade Criando Valor ao Cliente através da Supply Chain Management). MBA Supply Chain e Logística Integrada - EAD - Universidade Cruzeiro do Sul, Cruzeiro do Sul Educacional - São Paulo, SP, 2019.

CABRAL, Carlos dos Santos. **Integração Logística Na Cadeia De Suprimentos**. Sociedade Educacional das Artes - SP. 1. ed. , 2013, 241 p. ISBN 978-85-67379-14-2.

CONSELHO REGIONAL DE QUIMICA IV REGIÃO SP – **Propriedades do Polipropileno**. disponível em: <https://www.crq4.org.br/>. Acesso em 24 nov.2019.

FERNANDES, Sheila Mendes; RODRIGUEZ, Carlos Manuel Taboada; BORNIA, Antonio Cezar; TRIERWEILLER, Andréa Cristina; SILVA, Solange Maria da; FREIRE, Patrícia de Sá. **Revisão sistemática da literatura sobre as formas de mensuração do desempenho da logística reversa** (Artigo Científico, <https://doi.org/10.1590/0104-530X3177-16>). SÃO PAULO, SP, 2013.

FERRI, Giovane Lopes; CHAVES, Gisele de Lorena Diniz; RIBEIRO, Glaydston Mattos. **Análise e localização de centros de armazenamento e triagem de resíduos sólidos urbanos para a rede de logística reversa: um estudo de caso no município de São Mateus, ES** (Artigo Científico, <https://doi.org/10.1590/S0103-65132014005000014>). SÃO PAULO, SP, 2013.

FRACAROLLI e BALZAN. **Filtro-Prensa De Viga Lateral/Automático/Para Tratamento De Lodo - Fb Series**. Disponível em: https://www.directindustry.com/pt/prod/fraccaroli-balzan-spa-62900.html#product-item_449865. Acesso do vídeo em 25/02/2020 12:00h.

FREIRES, Francisco Gaudêncio Mendonça. **Proposta de um modelo de gestão dos custos da cadeia de suprimentos**. (Dissertação de mestrado da Universidade Federal De Santa Catarina Programa De Pós-Graduação Em Engenharia De Produção). Florianópolis, SC, 2000.

GAUTO, Marcelo Antunes; ROSA, Ricardo Gilber. **Processos e Operações Unitárias na Indústria Química**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2011. ISBN: 978-85-399-0016-9.

IBGE. **Manejo de Resíduos Sólidos**. Tabela 93, Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?et=resultados>. Acesso em 28/09/2019 21h.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006. ISBN: 85-87918-62-1.

LEMELA, Vitor. **Sustentabilidade em terminais portuários da Baixada Santista: impactos de uma proposta alternativa energética renovável**. (Dissertação de Mestrado da UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA). Santos, SP, 2020.

LOKENS GARD, Erik. **Plásticos Industriais, teoria e Aplicações**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. ISBN: 978-85-221-1187-9.

MOURA, João B. Descarte de Filtros Requer Cuidados Especiais. **Revista e Portal Meio Filtrante**, Edição 27 julho/agosto de 2007, Ano VI. Disponível em: <http://www.meiofiltrante.com.br/edicoes.asp?id=311elink=ultimaefase=C>. Acesso em: 25 nov. 2019.

NILSON, Marisa. **Logística reversa e logística verde: proposição de um modelo de evidenciação e avaliação de práticas em instituições federais de ensino superior**. (Dissertação de Mestrado Centro Sócio - Econômico, Programa de Pós-Graduação em Contabilidade). Florianópolis, SC, 2014.

PEREIRA, Raissa Silva de Carvalho. **Logística reversa de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: proposta de indicadores de monitoramento para órgãos ambientais**. (Dissertação de Mestrado em Ciências da USP Universidade de São Paulo). São Paulo, SP. 2018.

PINTO, Hércio Alves da Silva. **A adoção da compostagem descentralizada como alternativa sustentável para os resíduos orgânicos das feiras livres em Santos/SP**. (Dissertação de Mestrado da UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA). Santos, SP, 2020.

PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos** (Supply Chain management): conceitos, estratégias, práticas e casos. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016. (e-book). ISBN 978-85-970-0869-2.

REIS, André Feliciano dos. **Uma proposta de modelo de processo logístico, baseado em gestão por processos e implementável em sistemas de informação, para obtenção de indicadores da qualidade**. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção). Florianópolis, SC, 2003.

RIBEIRO, Flávio de Miranda Ribeiro. **Cadernos de Educação Ambiental, Caderno Logística Reversa**. Governo do Estado de São Paulo - Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, SP, 2014.

SAI – *Social Accountability International*. **Responsabilidade Social 8000, Norma Internacional: SA8000**. New York, USA. 2014.

SANTOS, Carmenlucia. **Prevenção à poluição industrial: identificação de oportunidades, análise dos benefícios e barreiras**. (Tese de Doutorado da Escola de Engenharia de São Carlos) - Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2005.

SÃO PAULO. LEI 12.300, 16 de março de 2006. Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997. Institui **Política Estadual do Meio Ambiente**. Diário Oficial de 21-3-97 Seção IV, Artigo 13. PL 53/92. São Paulo: Palácio dos Bandeirantes, 1997.

SILVA, André Luiz Emmel; MORAES, Jorge André Ribas; MACHADO, Ênio Leandro. **Proposta de produção mais limpa voltada às práticas de ecodesign e logística reversa**. (Artigo técnico <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020000087843>). Rio de Janeiro, RJ, 2014.