



SAMUEL LUDWIG SPHOR

**APLICAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA EM EMPRESA FABRICANTE
DE GELADEIRAS PARA CAMINHÕES: UM ESTUDO DE CASO**

Horizontina-RS

2017

Samuel Ludwig Sphor

**APLICAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA EM EMPRESA FABRICANTE
DE GELADEIRAS PARA CAMINHÕES: UM ESTUDO DE CASO**

Projeto do Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a disciplina de Preparação para TFC (Trabalho Final de Curso), do Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina, sob orientação da professora Dra. Marliza Beatris Reichert.

Horizontina-RS

2017

FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

**“APLICAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA EM EMPRESA FABRICANTE DE
GELADEIRAS PARA CAMINHÕES: UM ESTUDO DE CASO”**

Elaborado por:

Samuel Ludwig Sphor

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção
Aprovado em: dd/mm/20aa
Pela Comissão Examinadora

Dra. Marliza Beatris Reichert

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Me. Marcio Leandro Kalkmann

FAHOR – Faculdade Horizontalina

Ma. Darciane Eliete Kerkhoff

FAHOR – Faculdade Horizontalina

Horizontalina-RS

2017

Dedicatória

A minha família. Mãe, tudo o que faz por mim, toda a dedicação e preocupação, foram as melhores alavancas para conquistar meus objetivos. Pai, o maior exemplo para mim, a sua presença traz segurança para buscar meus sonhos. Meus irmãos, que sempre estão disponíveis para tudo e por todos momentos que passamos juntos.

AGRADECIMENTO

Aos meus pais, Paulo e Sueli, e meus irmãos, Daniel e Ismael, por sempre me apoiarem e por toda a ajuda ofertada.

A Deus, pela minha saúde, meus dons e conhecimento.

Agradeço a professora que me orientou nesta monografia, Marliza Reichert, pelo ensino, pelas dicas, pela dedicação e pela confiança.

Agradeço ao colega de trabalho, Juliano Hammes, por ter contribuído e se interessado pelo meu trabalho.

Sou grato a empresa Ludwig Máquinas e Equipamentos LTDA, em especial ao Adair Ludwig e a Thaís Ludwig, por disponibilizarem os recursos no desenvolvimento do trabalho, pela confiança e pelo seu tempo.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Através da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) implementa-se o sistema de logística reversa, onde as empresas são obrigadas a receber de volta seus produtos para destinação correta, no final de suas vidas úteis. Esse estudo trata de uma análise do cenário atual do meio ambiente sobre cada componente das geladeiras para caminhões, citando os impactos ambientais causadas por cada um e realizando um levantamento das possibilidades de reutilização e reciclagem dos produtos. Além dos benefícios ao meio ambiente, a logística reversa também potencializa a economia das empresas, através de redução de custos com o reuso e reaproveitamento dos resíduos de pós-consumo dos equipamentos. Foi desenvolvido um estudo de caso onde foi possível obter resultados positivos para a empresa fabricante de geladeiras para caminhões.

PALAVRAS-CHAVE: Logística reversa. PNRS. Responsabilidade pós-consumo. Geladeiras para caminhões. Reciclagem. Reaproveitamento. Resíduos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de glicólise do poliuretano.....	25
Figura 2 - Processo de destilação de fluidos.....	28
Figura 3 - Formas de reaproveitamento do isopor	30
Figura 4 - Classificação dos tipos de plástico.....	33
Figura 5 - Diferença entre logística reversa e logística direta	42
Figura 6 - Fluxograma de destinação de uma geladeira pós-consumo.....	48
Figura 7 - Fotos da geladeira utilizada para estudo de caso.	57
Figura 8 - Componentes internos de plásticos	58
Figura 9 - Fixadores do condensador.....	58
Figura 10 - Componentes internos de ferro.....	59
Figura 11 - Alguns parafusos, porcas e arruelas de zinco	59
Figura 12 - Parafusos e porcas de inox.....	60
Figura 13 - Barras roscadas de zinco.....	60
Figura 14 - Isopor	61
Figura 15 - Poliuretano	61
Figura 16 - Molduras do gabinete externo.....	62
Figura 17 - Chapas de zinco galvanizado	62
Figura 18 - Gabinete interno e moldura de inox	63
Figura 19 - Cabos elétricos	63
Figura 20 - Pedacos de mangueira de PVC transparente.....	64
Figura 21 - Gaxeta da geladeira.....	64
Figura 22 - Porta interna da geladeira.....	65
Figura 23 - Parafusos de zinco reutilizáveis e que serão descartados.....	65
Figura 24 - Pedacos de rebites	66
Figura 25 - Adesivos de papel.....	66
Figura 26 - Perfis de borracha.....	67
Figura 27 - Calços para fixação do compressor	67
Figura 28 - Evaporador	68
Figura 29 - Condensador e filtro de cobre	68
Figura 30 - Porta externa de ferro	69
Figura 31 - Termostato e seus acessórios	70

Figura 32 - Unidade eletrônica	70
--------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de municípios com lixões e aterros por região do Brasil	18
Tabela 2 - Custos de reaproveitamento interno e destinação à terceiros	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Crescimento da frota de veículos no Brasil nos últimos anos.....	22
Gráfico 2 - Comparativo do consumo de aço inoxidável nos últimos anos no Brasil.	36
Gráfico 3 - Comparativo da produção de aço inoxidável nos últimos anos no Brasil	36
Gráfico 4 - Percentual de reciclagem do papel por categoria de uso	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
- CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem
- CFC - Clorofluorocarboneto
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- EPS - Poliestireno Expandido
- HCFC - Hidroclorofluorocarboneto
- HFC - Hidrofluorocarboneto
- IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
- Ludwig - Ludwig Máquinas e Equipamento ME (empresa em estudo)
- MMA - Ministério do Meio Ambiente
- NBR - Norma Brasileira Regulamentadora
- ONU - Organizações das Nações Unidas
- PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos
- PU - Poliuretano
- PVC - Policloreto de polivinila (ou policloreto de vinila)
- RPC - Responsabilidade Pós-Consumo
- REEE - Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 TEMA	14
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	15
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	15
1.4 HIPÓTESES.....	16
1.5 JUSTIFICATIVA	16
1.6 OBJETIVOS	19
1.6.1 Objetivo geral	19
1.6.2 Objetivos específicos.....	19
2 REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1 A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	21
2.2 QUANTIDADE DE CAMINHÕES E A NECESSIDADE DAS GELADEIRAS.....	21
2.3 PROBLEMAS AMBIENTAIS VINCULADOS AO DESCARTE INCORRETO DAS GELADEIRAS	23
2.3.1 Componente: Óleo	23
2.3.2 Componente: Poliuretano (PU)	24
2.3.3 Componente: Fluido Refrigerante	26
2.3.4 Componente: Poliestireno expandido.....	29
2.3.5 Componente: Borracha	30
2.3.6 Componente: Silicone	31
2.3.7 Componente: Ímã.....	32
2.3.8 Componente: Partes internas de plástico.....	32
2.3.9 Componente: Ferro	34
2.3.10 Componente: Aço Inoxidável.....	35
2.3.11 Componente: Cobre	37
2.3.12 Componente: Zinco	37
2.3.13 Componente: Alumínio.....	38
2.3.14 Componente: Papel.....	39
2.3.15 Componente: Compressor	40
2.3.16 Componente: Unidade Eletrônica.....	41

2.3.17 Componente: Termostato.....	42
2.4 LOGÍSTICA REVERSA	42
3 METODOLOGIA	45
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	45
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	46
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	47
4.1 GELADEIRA PARA CAMINHÃO E SEU SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO.....	47
4.2 FORMAS DE REAPROVEITAMENTO DE CADA COMPONENTE	47
4.2.1 Óleo Lubrificante	48
4.2.2 Poliuretano (PU).....	48
4.2.3 Fluido Refrigerante.....	49
4.2.4 Poliestireno Expandido.....	49
4.2.5 Borracha.....	50
4.2.6 Silicone.....	51
4.2.7 Ímã	52
4.2.8 Plástico.....	52
4.2.9 Ferro.....	52
4.2.10 Aço Inoxidável	53
4.2.11 Cobre.....	54
4.2.12 Zinco.....	54
4.2.13 Alumínio	55
4.2.14 Papel	55
4.2.15 Compressor.....	55
4.2.16 Unidade Eletrônica	56
4.2.17 Termostato	56
4.3 DESCARTE DE UMA GELADEIRA	56
4.3.1 Desmontagem e Separação dos Componentes.....	57
4.3.2 Reaproveitamento de Componentes.....	57
4.3.3 Encaminhamento para reciclagem externa	64
4.3.4 Relação final dos custos.....	71
CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS.....	76

1 INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais gerados, tanto por empresas quanto por consumidores, possuem índices agravantes no cenário mundial. Essa questão tem gerado várias preocupações com instituições governamentais nos últimos anos, que abordou a PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos) em nosso país, através da Lei nº 12.305/2010, a qual consiste em buscar a idealidade na forma de descarte de produtos manufaturados, mesmo depois de utilizados e se tornarem inúteis para o consumidor. Com isso, buscou-se através desta pesquisa, analisar a forma que as empresas se envolvem no contexto ambiental e tomam iniciativas para não danificar o meio ambiente, adotando a política de logística reversa para seus produtos.

Desta forma, foi realizado um estudo em relação aos resíduos sólidos gerados com o final da vida útil de geladeiras produzidas especialmente para caminhões. Esta pesquisa aborda as formas de tratamento das matérias-primas do refrigerador, assim como formas de reaproveitamento e reciclagem possíveis para a empresa fabricante, antes de serem descartadas.

A partir da legislação brasileira e das políticas necessárias para o descarte dos componentes do produto estudado, em caso de não reaproveitamento, é proposto a destinação final, considerando o custo-benefício e levando em conta a dificuldade na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul em relação ao descarte e reciclagem de alguns materiais.

A definição de estratégias sustentáveis para estas atividades poderá trazer resultados positivos na redução de custos das empresas, através da substituição de materiais novos por reaproveitados ou produção de novos produtos, redução de transportes dos resíduos, além da minimização de perdas de materiais e outros fatores benéficos a empresa fabricante e o meio ambiente.

1.1 TEMA

A falta de interesse com a preservação do meio ambiente e/ou dificuldades, faz com que os consumidores não descartem de maneira correta seus produtos e não adotam a política da logística reversa. A RPC (Responsabilidade Pós-Consumo) é das empresas fabricantes, que geralmente não adotam a política de Logística

Reversa em seus estabelecimentos por falta de incentivo e falta de conhecimento ou conscientização de seus clientes. Porém, podem haver vantagens neste contexto, pois a reutilização de materiais, com certo tratamento, pode gerar custos menores na fabricação de novos equipamentos, mais especificamente de geladeiras para caminhões.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho delimita-se na análise da situação atual do Brasil na questão do descarte de resíduos, análise dos impactos ambientais que podem ser causados pelo descarte incorreto de geladeiras para caminhões, formas de reutilização pelo fabricante (quando possível) e formas corretas de reciclagem dos componentes, seguindo o conceito estruturado pela PNRS (2010).

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O mundo consumista que vivenciamos faz com que as necessidades das pessoas sejam de possuir produtos de boa visibilidade e em boas condições de uso, para maior conforto. Porém, a facilidade em adquirir produtos e suprir essas necessidades têm gerado um dos problemas mais graves e preocupantes da atualidade, que é o descarte de resíduos sólidos. Locais de destino estão cada vez mais lotados e gerando problemas ambientais, pois temos poucas opções quanto a disposição, tratamento e reciclagem na região noroeste do Rio Grande do Sul.

Um dos fatores que mais prejudicam o meio ambiente é o tempo de degradação de alguns componentes usados para a fabricação de geladeiras para caminhões como, por exemplo, o aço inoxidável e o plástico; assim como as substâncias tóxicas emitidas pelo poliuretano e o óleo lubrificante do motor. Com isso, é necessário dar o destino correto em aterros ou composteiras específicas, caso os componentes não possam ser reutilizados pós-consumo.

Para tanto, levantamos a seguinte questão: qual a forma mais adequada para a empresa fabricante de geladeiras para caminhões realizar uma destinação sustentável para resíduos dos componentes da geladeira, pós-consumo?

1.4 HIPÓTESES

Com o conceito de logística reversa implantada em uma empresa do setor metalúrgico e as exigências da legislação da PNRS (2010), este trabalho busca propor melhorias, resultantes das seguintes hipóteses:

- Adoção da logística reversa para reutilização de materiais componentes das geladeiras geram oportunidades para redução de custos na fabricação de novos equipamentos;

- Com a logística reversa, poderá aumentar a quantidade de materiais reutilizáveis e diminuirá os impactos ambientais causados pelo acondicionamento incorreto dos resíduos;

- Com a implantação da logística reversa tem-se como propulsor o atendimento às leis ambientais e o aumento do marketing perante os clientes.

1.5 JUSTIFICATIVA

Empresas e instituições estão, cada vez mais, demonstrando preocupações com o meio ambiente. Tanto no Brasil como também no mundo são desenvolvidas técnicas para minimizar os impactos ambientais causados pelo ramo industrial. Empresas de grande porte estão investindo em departamentos voltados a saúde ambiental, buscando certificações, como a ISO 14.000.

Segundo Klaime Filho (2016), a sustentabilidade está ganhando mais espaço no mercado atual, onde representa um diferencial substantivo em favor das corporações. Por isso, é de extrema importância identificar e gerenciar os riscos ambientais que são expostos nas atividades rotineiras praticadas pelas organizações.

Além do interesse de organizações existente contra impactos ambientais, a população em geral vem demonstrando, nos últimos anos, maior participação em relação a problemas do meio ambiente. Muitas vezes sofrendo pressão política ou econômica, a conscientização das pessoas gera mudança de costumes e hábitos nas atividades que minimizam os danos causados ao meio ambiente.

O problema do consumismo prejudica tanto a vida financeira das pessoas

como gera impactos à natureza pelo alto índice de descartes de produtos industrializados. A tentação compulsiva das propagandas faz com que aumente o consumo não consciente, ou seja, os desperdícios de recursos naturais aumentam, pelo fato da indústria necessitar mais matérias-primas para novos produtos e pela degradação das mesmas com o descarte incorreto de materiais.

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, realizado pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, ABRELPE (2017), em 2016 a coleta de resíduos foi de 71,3 milhões de toneladas, em todo o país, e 7 milhões de toneladas de resíduos não foram coletados. Com isso, perdem-se muitos recursos que poderiam estar beneficiando empresas na redução de custos para o reaproveitamento de matérias primas.

Apesar de 91% dos resíduos terem sido coletados, a ABRELPE (2017) ainda indica que 41,7 milhões de toneladas que foram coletadas, também foram enviadas para aterros sanitários. Conforme pesquisa do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2010), o Brasil deixa de ganhar pelo menos 8 bilhões de reais a cada ano, por não fazer o processo de reciclagem de todos os resíduos recicláveis que são encontrados em aterros e lixões.

Em 2016 entrou em vigor o Acordo Setorial para Implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral, que deve diminuir os índices de descarte incorreto de resíduos, que estão previstos em mais de 3.800 toneladas de embalagens por dia, conforme estima a ABRELPE (2017).

A tecnologia está tomando conta do interesse das pessoas, por oferecer uma comodidade e qualidade de vida melhor aos seus usuários. Porém, quanto mais aumenta a tecnologia dos produtos utilizados no nosso dia a dia, mais descartes são gerados, pois ninguém quer ter em casa produtos antigos que não são mais utilizados. A vida útil dos produtos, principalmente eletrodomésticos, está diminuindo, pois a velocidade de modernização desses equipamentos é cada vez maior. O descarte de eletrodomésticos antigos é muito comum ocorrer de forma imprópria, pois os elementos componentes necessitam de cuidados especiais para não danificar o meio ambiente e as pessoas não sabem como realizar de melhor forma.

O descarte incorreto dos lixos eletrônicos é uma das maiores preocupações mundiais nos últimos anos, pois torna tóxicos os impactos ambientais causados. O aumento da demanda é constante, por isso os números são preocupantes. Foram 42 milhões de toneladas de lixo eletrônico produzidas em todo o mundo, e no Brasil foram produzidas 1,4 milhões de toneladas no ano de 2014, segundo informações de pesquisas da Organização das Nações Unidas, ONU (2015).

A quantidade de aterros sanitários e lixões a céu aberto é muito grande para os dias atuais, os lixões apresentam piores condições e mais problemas ambientais por não possuírem nenhum tratamento sanitário para prevenir doenças às pessoas que moram e trabalham neles. Os lixões contaminam a água, o ar, o lençol freático e atraem doenças e animais que causam problemas à saúde humana. A PNRS (2010) previu que em 2014 todos os lixões a céu aberto deveriam ser encerrados, porém o prazo foi prorrogado para 2021, pois mais de 1500 cidades do país continuam destinando os resíduos para estes ambientes, conforme observamos na tabela 1.

Tabela 1 - Número de municípios com lixões e aterros por região do Brasil

Disposição Final	Brasil 2015	2016 - Regiões e Brasil					
		Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Brasil
Aterro Sanitário	2.244	92	458	161	822	706	2.239
Aterro Controlado	1.774	112	500	148	644	368	1.772
Lixão	1.552	246	836	158	202	117	1.559
Brasil	5.570	450	1.794	467	1.668	1.191	5.570

Fonte: ABRELPE (2017).

Podemos perceber que nos últimos anos o envolvimento das empresas e população brasileira está aumentando em relação a melhorias ambientais. A reestruturação do pensamento das pessoas está ganhando mais forças com o passar dos anos.

Novas atitudes estão sendo tomadas para alcançar as próximas metas estipuladas, onde a partir da PNRS (2010), devem ser tomadas medidas para identificar os responsáveis de cada impacto e que os mesmos busquem recursos para dar fim aos lixões. Com isso, temos a política criada para a logística reversa dos produtos, onde as empresas são responsáveis em destinar os materiais de forma adequada, ou então recuperar os elementos que elas manufaturam.

As empresas estão sofrendo maior pressão do governo, onde serão

necessárias novas alternativas de descarte, reciclagem e reutilização de materiais. Assim, a tendência será de maior valorização dos recursos naturais e menor utilização de matéria prima virgem.

Esse tema foi escolhido devido a importância que o meio ambiente possui na vida das pessoas, que é caracterizado por elevado índice de resíduos sólidos que são obtidos nas indústrias, principalmente na fase de pós-consumo. A conscientização da população tem grande influência para que novos conceitos sejam alcançados. A política de logística reversa é a grande estratégia para novos cenários da saúde do meio ambiente, buscando selecionar os melhores meios a serem utilizados para obter benefícios sustentáveis.

1.6 OBJETIVOS

O trabalho consiste em realizar uma análise dos impactos ambientais que os materiais, especificamente do setor de geladeiras para caminhões, podem causar quando descartados inadequadamente.

1.6.1 Objetivo geral

Identificar e analisar as possíveis oportunidades e dificuldades encontradas pelas empresas fabricantes de geladeiras para caminhões para se adequar às exigências da PNRS considerando os conceitos da logística reversa, associados a problemas ambientais gerados pela destinação incorreta.

1.6.2 Objetivos específicos

- Descrever quais são os componentes das geladeiras para caminhões e quais os impactos ambientais que os mesmos podem causar;
- Identificar quais os processos necessários para reaproveitamento dos componentes da geladeira;
- Avaliar a possibilidade de redução de custo em novos equipamentos do mesmo ramo ou de outros;
- Propor formas de reutilização de alguns componentes na fabricação de geladeiras novas ou reposição quando da manutenção.

- Analisar formas de descarte dos resíduos, quando necessário, no município e região.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste segmento serão contextualizados alguns conceitos importantes que estão presentes na pesquisa e como elas podem ser aplicadas nas empresas.

2.1 A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A crescente preocupação com a preservação dos recursos naturais e com a saúde pública associada a resíduos sólidos, indica a necessidade de uma legislação mais adequada e por isso foi instituída a Lei 12.305 referente a Política Nacional de Resíduos Sólidos a PNRS (2010), dispoendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público. Esta lei previu o fim dos lixões a céu aberto no Brasil até 2014, mas não teve muito sucesso. Esse fato ocorreu devido ao despreparo do setor público e a burocracia envolvida, que não exigem maior influência dos reais responsáveis pela grande geração de resíduos, principalmente devido à comunicação insuficiente para conscientização e conhecimento das pessoas na idealização no descarte.

Esta política tende a colocar em prática hábitos de consumo sustentável, contendo instrumentos variados para incentivar a reciclagem e o reaproveitamento dos resíduos sólidos, e caso não sendo possível estes, responsabilizando o gerador ao descarte adequado.

Agora o cidadão é responsável não só pela disposição correta dos resíduos que gera, mas também é importante que repense e reveja o seu papel como consumidor; o setor privado, por sua vez, fica responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos, pela sua reincorporação na cadeia produtiva e pelas inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, sempre que possível; os governos federal, estaduais e municipais são responsáveis pela elaboração e implementação dos planos de gestão de resíduos sólidos (Ministério do Meio Ambiente, MMA, 2010).

2.2 QUANTIDADE DE CAMINHÕES E A NECESSIDADE DAS GELADEIRAS

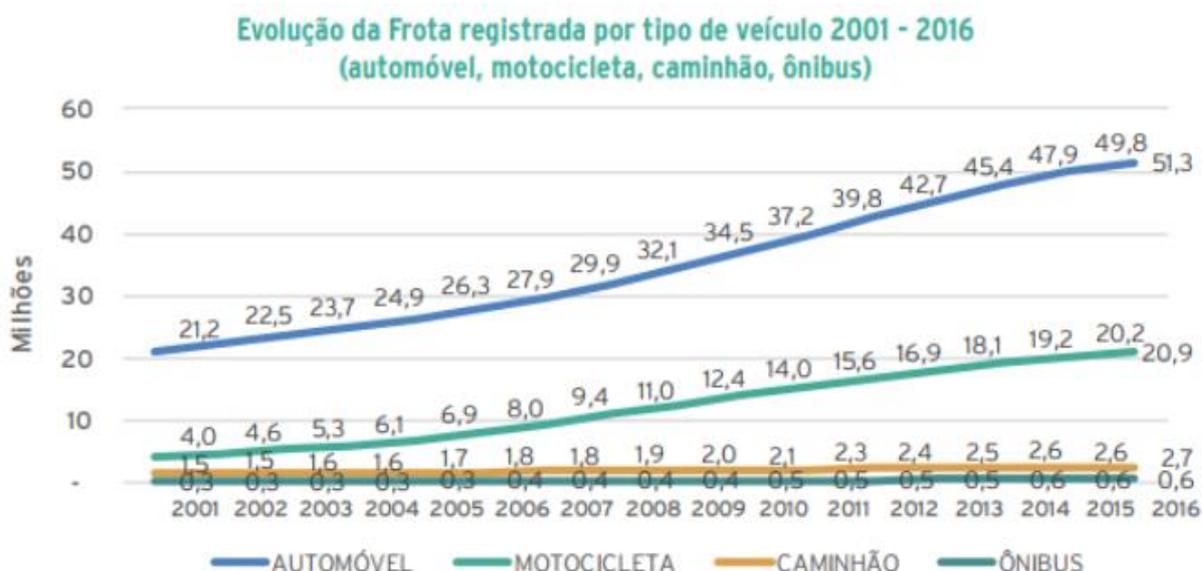
Com o passar dos anos a tecnologia vai melhorando e, conseqüentemente, todos os setores estão sofrendo alterações, como é o caso do transporte terrestre de

cargas. Em épocas anteriores tínhamos trens circulando em nosso país, levando toneladas e mais toneladas de produtos de um lugar para o outro, porém as houve a extinção desses veículos. Os pesos das cargas diminuíram e estão sendo levadas em partes por questões logísticas. Os caminhões ganharam maiores investimentos com a Segunda Guerra Mundial e, a partir do ano 1945, teve um impulso no Brasil.

Nos últimos anos, o Brasil teve um aumento significativo na frota de caminhões, onde houve um crescimento de 84,3% de 2001 para 2016, chegando próximo a 2,7 milhões de caminhões registrados, segundo informações do Anuário do Transporte, realizado pela CNT (Confederação Nacional do Transporte, 2017).

O mercado brasileiro atual oferece e permite situações mais confortáveis para o dia a dia das pessoas, onde são disponibilizadas melhorias continuamente nos produtos para agradar os consumidores.

Gráfico 1 - Crescimento da frota de veículos no Brasil nos últimos anos



Fonte: CNT (Confederação Nacional do Transporte, 2017).

Segundo a mesma pesquisa, os tipos de veículos estão aumentando todos os anos, principalmente automóveis de pequeno porte. O número de caminhões não tem um aumento tão grande quanto de carros, porém esse índice pode ser considerado significativo, diante da possibilidade de geração de resíduos sólidos causados com o descarte incorreto de equipamentos, após o uso.

A partir destes dados, pode-se dizer que quanto maior o número de veículos e o avanço da tecnologia, mais exigentes os caminhoneiros acabam sendo, e criam a

necessidade de possuírem mais conforto em seus caminhões, buscando ter sempre um equipamento novo e com bom funcionamento. Neste sentido, podemos colocar a geladeira para caminhão como sendo um dos equipamentos muito procurados pelos motoristas, assim como fornos e fogões para caminhões.

O problema surge então, quando ao final da vida útil das geladeiras, os consumidores não se preocupam em dar o destino ou descarte correto para os seus equipamentos. As geladeiras possuem componentes que tem vida longa até sua decomposição e componentes nocivos ao meio ambiente, os quais, não podem ser descartados de qualquer forma e necessitam de tratamentos especiais.

2.3 PROBLEMAS AMBIENTAIS VINCULADOS AO DESCARTE INCORRETO DAS GELADEIRAS

As geladeiras para caminhões são compostas por diversos tipos de materiais. As matérias-primas possuem propriedades distintas e que podem causar diferentes danos à natureza, quando não realizados os procedimentos adequados. Para tomar melhor dimensão desta questão, a seguir serão citados todos os materiais componentes da geladeira para caminhões, os problemas ambientais que podem causar quando descartados de forma incorreta, formas de reciclagem e reaproveitamento.

2.3.1 Componente: Óleo

O gerenciamento incorreto dos resíduos deste material pode causar problemas ambientais devastadores, direta e indiretamente aos seres vivos, devido às propriedades químicas presentes nele. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, NBR 10004 (2004), a característica de periculosidade do óleo lubrificante usado é classificada como tóxico e enquadra-se como perigoso, podendo provocar efeitos de grande grau, com consequências principalmente no solo e em rios.

A destinação ideal do óleo está citada na resolução CONAMA 362 (2005), que determina que após o uso do lubrificante, ou que esteja contaminado, deve ser rerrefinado, processo que realiza a extração da matéria-prima. Para isso, existem muitos estabelecimentos que se dispõem a efetuar a coleta de óleo, inclusive

mecânicas automotivas, que destinam à empresas que atuam com rerrefino.

De acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis ANP, (2016), o Brasil possui 15 empresas autorizadas a exercer a atividade de rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado, e no estado do Rio Grande do Sul apenas uma empresa, localizada em Alvorada.

2.3.2 Componente: Poliuretano (PU)

É um polímero muito comum em diversos tipos de produtos devido a sua composição ser variável, podendo ser encontrado frequentemente em: colchões e estofados, nos casos de PU mais flexíveis; na indústria automotiva em partes dos carros como painéis, para-choques e encosto de braço, utilizando PU semi-flexíveis; equipamentos de refrigeração e construções civis que disponibiliza isolamento térmico, para PU rígidos; e tintas, impermeabilizantes, selantes e elastômeros, para poliuretanos sólidos (ALIMENA, 2009).

Formado através da reação química entre o polioli e o isocianato, o tipo de PU utilizado nas geladeiras para caminhões enquadra-se como rígidos, atuando como isolante acústico e térmico, com o principal objetivo de isolar a transferência de calor entre a parte interna e externa do refrigerador.

O PU tem longo período para se degradar naturalmente quando exposto ao meio ambiente. Porém não é a única preocupação em relação a este material, pois ele também pode causar danos diretamente ao ser humano, quando o produto entrar em contato com a pele gerando uma irritação e a dificuldade de remoção do mesmo, porém o maior cuidado que se deve ter em caso de incêndio, onde o PU expedirá fumaça tóxica e problemática ao sistema respiratório humano e irritação nos olhos.

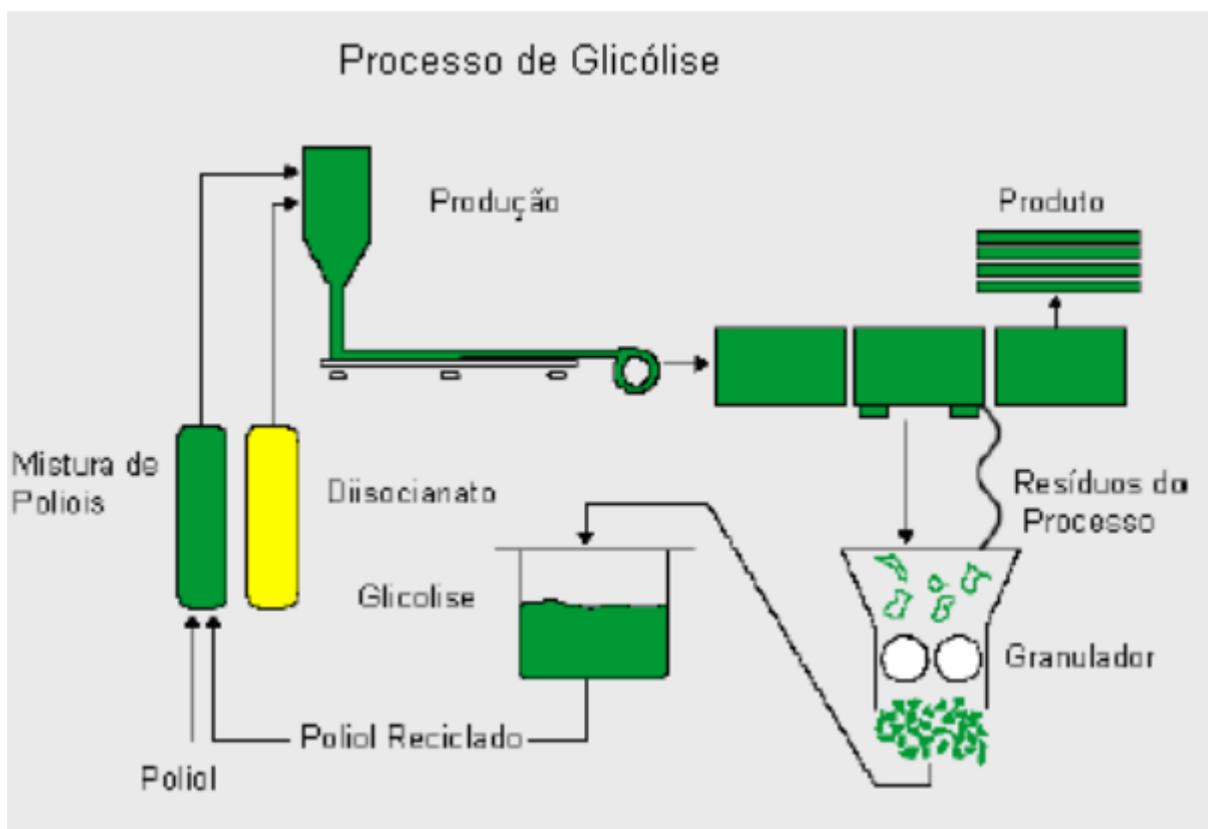
Segundo relata Alimena (2009), a reciclagem pode ser feita através de um processo químico, mecânico ou de incineração.

No processo mecânico, ocorre uma transformação física do material, onde uma das opções pode ser que os resíduos são prensados em altas temperaturas para geração de novos produtos, como placas que possam ser utilizadas na construção civil e no mercado mobiliário, ou outra opção onde os resíduos são

moídos e em alguns casos podem ser aplicados novamente como matéria-prima de origem, onde são misturados com o processo de reação química entre o polioli e o isocianato.

No processo químico, os resíduos de PU passam por um processo de glicólise, onde é gerado novamente o polioli podendo ser matéria-prima da reação química com o isocianato, processo que pode ser visto na figura 1:

Figura 1 - Processo de glicólise do poliuretano



Fonte: Alimena (2009)

A incineração é um processo que gera benefícios e malefícios. O objetivo da queima do PU é para geração de energia, sendo comparável ao carvão como fonte de energia. Enquanto a queima do PU é rápida e diminui a quantidade de resíduos rapidamente, o processo não é considerado o ideal devido a geração de poluentes.

Nas geladeiras para caminhões, o PU é aplicado de forma manual, onde é necessário efetuar a mistura dos componentes formadores e agitá-los até ocorrer a alteração do estado física, sendo do líquido para o sólido. Presente entre as chapas de ferro e chapas de aço inoxidável, o poliuretano é aplicado através do processo de injeção dentro da estrutura montada da geladeira, obtendo o formato físico

adequado.

2.3.3 Componente: Fluido Refrigerante

Os fluidos refrigerantes possuem a função de absorver calor das substâncias do ambiente em que está armazenado e resfriar as mesmas. Segundo FERRAZ e GOMES (2008) não existe um fluido que possua toda as propriedades que são desejáveis, pois uma vez que um determinado tipo de fluido for adequado para um equipamento refrigerador, pode não ser o mais adequado para outro equipamento.

Conforme Ferraz e Gomes (2008), as principais propriedades necessárias para um fluido refrigerante ser considerado bom, são:

- Condensar-se a pressões moderadas;
- Evaporar-se a pressões acima da atmosférica;
- Ter pequeno volume específico (menor trabalho do compressor);
- Ter elevado calor latente de vaporização;
- Ser quimicamente estável (não se altera apesar de suas repetidas mudanças de estado no circuito de refrigeração);
- Não ser corrosivo;
- Não ser inflamável;
- Não ser tóxico;
- Ser inodoro;
- Deve permitir fácil localização de vazamentos;
- Ter miscibilidade com óleo lubrificante e não deve atacá-lo ou ter qualquer efeito indesejável sobre os outros materiais da unidade;
- Em caso de vazamentos, não deve atacar ou deteriorar os alimentos, não deve contribuir para o aquecimento global e não deve atacar a camada de ozônio.

Os CFC's (clorofluorcarbono) são os fluidos mais comuns dentre os gases refrigerantes encontrados, são moléculas formadas por cloro, flúor e carbono. Porém

esses gases foram proibidos para utilização, pois, como muitos acreditam, eles destroem a camada de ozônio em grande escala e com isso os raios ultravioletas geram problemas ambientais, como o efeito estufa, e problemas para a saúde humana, como câncer e doenças de pele.

Através disso, Ferraz e Gomes (2008) afirmam que foram criados dois novos tipos de gases alternativos: HCFC's e HFC's. No primeiro, alguns átomos de cloro são substituídos por hidrogênio, e no segundo todos os átomos de cloro são substituídos por hidrogênio.

Os fluidos refrigeradores possuem uma vida útil longa, somente tornam-se inutilizáveis em caso de contaminação. Em caso de ocorrer essa situação, ainda é possível realizar um processo de regeneração do gás.

O processo de regeneração realiza uma limpeza do fluido, onde são retiradas as impurezas dele, pois normalmente é adquirido partículas de óleo, umidade (água) e gases não condensáveis. A regeneração permite que a composição química seja a mesma do gás novo, então pode ser feita a reutilização do mesmo, evitando que ele seja liberado na atmosfera e, conseqüentemente, preservando a natureza.

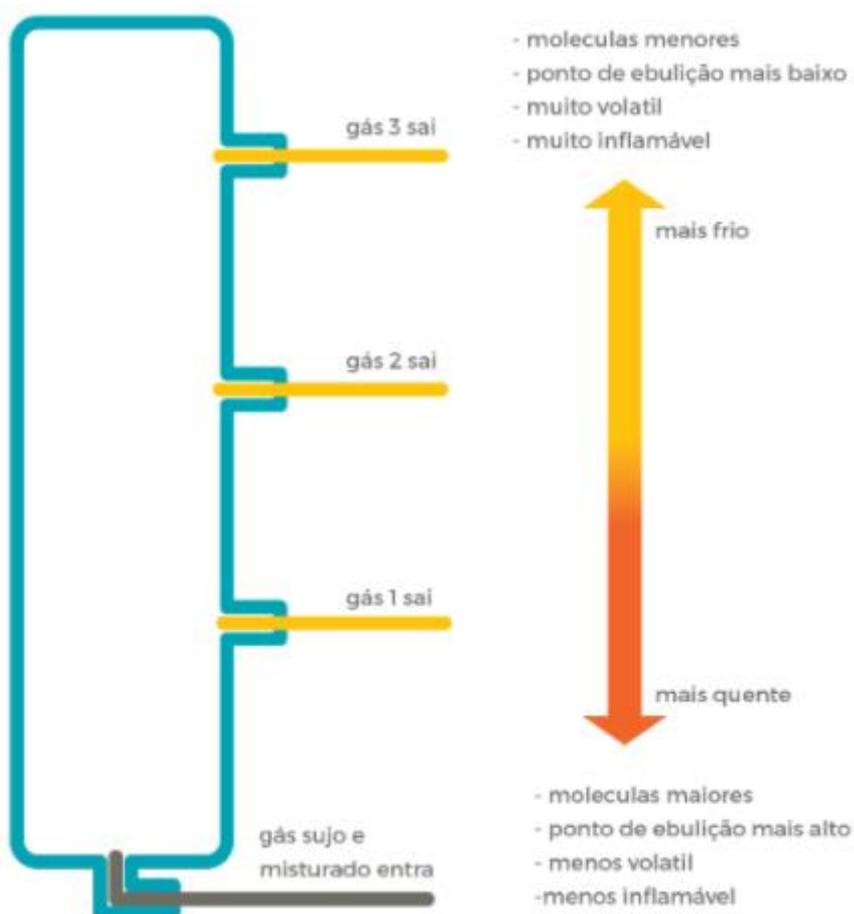
De acordo com levantamento realizado pelo MMA, IBAMA e PNUD no site Protocolo de Montreal (2017), no Brasil são poucas as empresas que realizam a regeneração dos fluidos refrigerantes, tendo disponível uma empresa no estado de Pernambuco, uma empresa no estado do Rio de Janeiro, uma empresa no estado do Rio Grande do Sul e três empresas no estado de São Paulo.

Para realizar o processo de regeneração, as empresas devem enviar o gás para a regeneradora, porém o recolhimento não é um processo simples. É necessário retirar o fluido que está carregado no equipamento de refrigeração e armazená-lo em um recipiente que será destinado a regeneração. Para fazer o recolhimento, existem máquinas recolhedoras que transferem o fluido para um cilindro com vácuo ou bolsa recolhedora.

Assim que o fluido refrigerante chega a Recigases, ele passa por uma análise laboratorial. Essa análise indica o tipo de gás e quais as suas contaminações. A partir dessas informações, o gás passa por uma destilação fracionada, as vezes mais de uma vez. Até que na análise seguinte, feita após o término do processo de destilação, é verificado que o gás encontra-se dentro da norma AHRI 700 (RECIGASES, 2017).

Segundo informações da empresa RECIGASES (2017), a coleta não é realizada localmente nas empresas, deve ser destinado a regeneradora que está localizada no estado do Rio de Janeiro. É possível realizar a regeneração para seu reuso, porém, o grande problema encontrado é a mistura de diferentes gases, que necessita realizar o processo de destilação fracionada, onde o processo está representado na figura 2.

Figura 2 - Processo de destilação de fluidos



Fonte: RECIGASES (2017)

É importante que as empresas consumidoras dos gases destinem para regeneração após o seu uso, pois todos os gases refrigerantes no Brasil são importados e elevam o preço dele. Através da regeneração, é possível diminuir os custos de compra, quando comparados aos fluidos novos.

2.3.4 Componente: Poliestireno expandido

O poliestireno expandido, também conhecido como EPS ou isopor, é um componente muito preocupante e que gera muitos estudos referentes ao descarte incorreto, pois seu potencial de agredir o meio ambiente é muito alto. Normalmente utilizado como embalagens industriais para proteção de equipamentos para a entrega aos clientes, ou para construção civil, conservação de alimentos e outras aplicações, também compõem a geladeira para caminhão da marca Ludwig, situado na parte interna da porta de ferro.

Segundo a Associação Brasileira do Poliestireno Expandido, ABRAPEX (2014) a composição do isopor se dá a 98% de ar e 2% de matéria-prima, quando medido o seu volume. É bom isolante térmico e acústico, possui alta resistência mecânica, quando a temperatura for elevada a 88°C pode perder suas propriedades, é altamente inflamável e possui baixa absorção de água, conforme indica Magrini (2012).

O isopor possui muitas funções no mercado atual, por ser um material barato e com acesso fácil para comprar. Ambrosi (2009) relata que em todo o mundo são consumidos 2,5 milhões de toneladas deste material, e no Brasil o consumo é de 36,5 mil toneladas anualmente. São importadas 2 mil toneladas de isopor junto a equipamentos eletrônicos a cada ano.

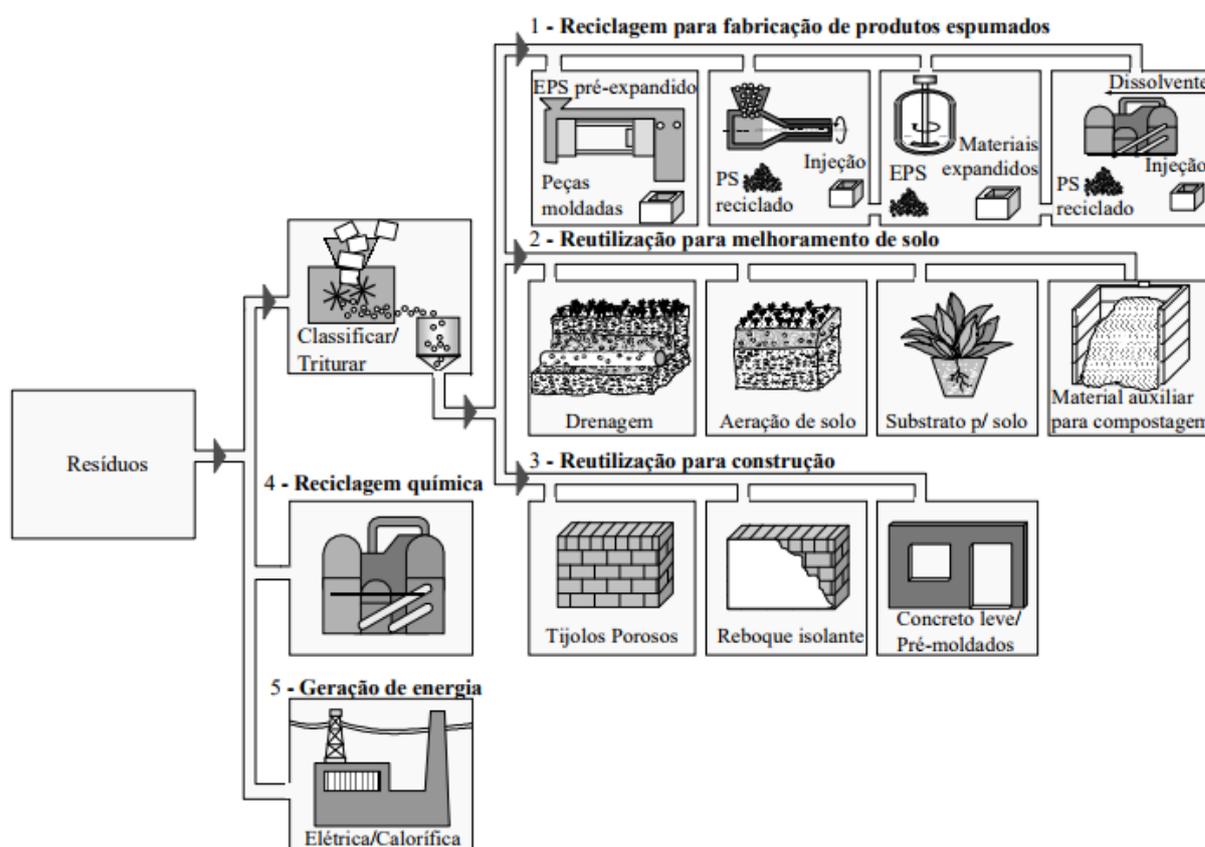
Segundo Fernandes (2006), o EPS pode levar até 150 anos para de decompor no ambiente. Então, levando em consideração a quantidade produzida desse produto e o tempo de degradação, o descarte em aterros é uma das piores formas possível, pois ocupa muito espaço físico que poderia ser utilizado por outros materiais que se decompõem mais rápido.

Segundo Ambrosi (2009), o isopor não possui CFC, ou semelhantes, em sua composição e são 100% reaproveitáveis e recicláveis, podendo ser utilizados novamente como matéria-prima. Portanto, o isopor não contamina o solo, água e ar, podendo ser considerado um produto ecológico, desde que não esteja despejado em locais inadequados, pois muitas vezes é confundido, por animais marinhos, com alimentos e são ingeridos, prejudicando a saúde dos mesmos.

A reciclagem deste material é simples, onde é realizado o derretimento para

remanufaturar a matéria-prima e recolocar no mercado novamente. Porém o reaproveitamento é muito fácil e viável, em relação ao custo. Os resíduos do isopor podem ser utilizados em diversos segmentos de mercado, como: equipamentos de refrigeração, servindo como isoladores térmicos; equipamentos mecânicos, sendo um isolador acústico, diminuindo ruídos; fabricação de novas embalagens, através do processo de compressão, onde os blocos de isopor são prensados; geração de energia elétrica, tendo alto poder de combustão; na construção civil para ajudar no isolamento térmico e acústico de ambientes; melhoria do solo, após a trituração do produto, sendo utilizados para drenagem, aeração do solo e compostagem; dentre outras formas.

Figura 3 - Formas de reaproveitamento do isopor



Fonte: Grote e Silveira (2002).

2.3.5 Componente: Borracha

O uso da borracha vem aumentando cada vez mais em todo o mundo, principalmente no segmento automotivo, onde o consumo de pneus é muito grande. Porém também é comum encontrar a borracha em equipamentos do nosso dia a dia,

que estão presentes nos pés para aumentar o atrito com o chão, em cabos elétricos, isolações térmicas, isolações acústicas, dentre outras aplicações. Nos últimos anos também está crescendo o consumo de borracha para construções civis, sendo blocos cerâmicos, concretos e asfaltos.

O Brasil já foi o maior produtor de borracha no mundo, porém atualmente acaba importando matéria-prima para abastecer o mercado, que a grande parte é destinada a fabricação de pneus. O país consumiu aproximadamente 385 mil toneladas no ano de 2012, onde 247 mil toneladas destas foram importadas, conforme indica Franco (2012).

A borracha utilizada na fabricação de geladeiras não possui a mesma concentração e granulometria que as borrachas de pneus de carros, por exemplo, porém os impactos ambientais são os mesmos. Conforme cita Santos (2005), pode levar mais de 500 anos quando destinados a aterros.

Segundo Coelho et al (2015), em 1999 foi proibida a destinação de produtos feitos de borracha para aterros brasileiros, por diminuir a vida útil dos mesmos. Uma das formas de destinação mais sustentável utilizadas atualmente é na composição da massa asfáltica, que agrega melhora no desempenho dos pavimentos e reduz os custos para construção dessas obras.

2.3.6 Componente: Silicone

O silicone acético possui muitas utilidades nas indústrias e é muito comum encontrá-los em produtos refrigeradores, produtos que não podem sofrer impactos físicos e como material de colagem, pois muitos tipos de materiais possuem aderência muito boa com o silicone.

Segundo a ITW Polymers (2017), o silicone acético, mesmo sendo um polímero derivado do petróleo, não é classificado como inflamável e não apresenta perigo de explosão. Porém este produto pode causar impactos ambientais para a saúde humana e animal, pois em caso de ingestão ou inalação pode gerar problemas graves. O descarte indevido pode chegar a rios e mares, onde peixes e outros animais marinhos acabam sendo prejudicados.

Para reutilizar este material, é necessário fazer a separação de outros

materiais introduzidos, pois normalmente o silicone está colado em peças e absorve sujeira. Após fazer a separação e limpeza, o silicone pode ser moído para ser reutilizado novamente ao introduzir com silicone líquido. Os resíduos também podem ser reaproveitados com o processo de calandra onde são formadas folhas de silicone e recolocados no mercado.

2.3.7 Componente: Ímã

Os ímãs são muito comuns na indústria de vários segmentos, são muito utilizados em diversos tipos de produtos. Em grande volumes podem ser utilizados na produção de uma fábrica, servindo como separados de materiais ferrosos de materiais não ferrosos (como o recolhimento de cavacos junto à sujeira), ou em pequenos volumes sendo utilizados em objetos e equipamentos de uso diário, como por exemplo: telefones, alto-falantes, bússolas, computadores, refrigeradores, enfeites para casa e outros objetos.

Em meio a muitas aplicações dos ímãs no dia a dia das pessoas, existem dois tipos muito comuns utilizados na indústria: ímãs naturais e ímãs artificiais. Enquanto os primeiros são obtidos de recursos naturais denominados magnetita, os artificiais são fabricados magneticamente atraídos por ímãs naturais e adquirem suas propriedades.

Segundo Silva (2014), os ímãs artificiais são mais comuns atualmente por não dependerem totalmente de matérias-primas raras, podem ser de dois tipos: ímãs de neodímio e ímãs de ferrite. São ímãs artificiais que vem ganhando espaço no mercado nacional nos últimos anos e tornam-se mais viáveis financeiramente.

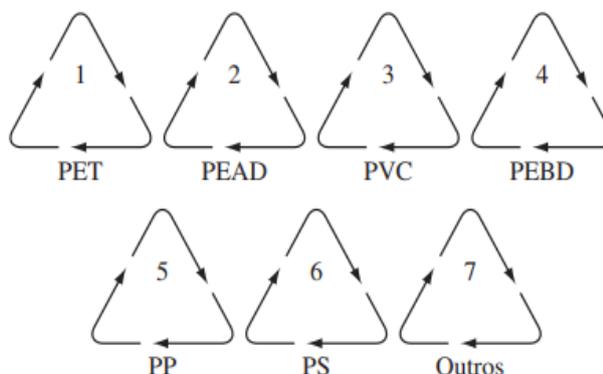
2.3.8 Componente: Partes internas de plástico

Um dos materiais mais comuns nos dias de hoje é o plástico, pois está muito presente em muitos produtos utilizados pelas pessoas, principalmente nas embalagens. O plástico é um material considerado barato e de fácil acesso às empresas, isso gera grandes oportunidades de consumo e produção a elas, sendo muito fáceis de serem processados.

Os plásticos são caracterizados por diferentes propriedades e que separam as suas formas de uso, para isso foi estabelecido no Brasil pela ABNT, através da

Norma NBR 13.230, um sistema de codificação padrão para facilitar a identificação, conforme pode ser visto na figura 4 a seguir:

Figura 4 - Classificação dos tipos de plástico



- 1 - PET - Polietileno tereftalato
- 2 - PEAD - Polietileno de alta densidade
- 3 - PVC - Policloreto de vinila
- 4 - PEBD - Polietileno de baixa densidade
- 5 - PP - Polipropileno
- 6 - PS - Poliestireno
- 7 - Outros

Fonte: ABNT (2008)

Através de informações da ONU (2017), são produzidas mais de 300 milhões de toneladas de todos os tipos de plástico por ano em todo o mundo. Com o aumento da população mundial a cada ano que passa, a tendência é que o consumo deste material também se eleva, onde esta instituição estima que triplique ao atingir a marca de 10 bilhões de pessoas no planeta.

O plástico, no ponto de vista da indústria, é um material muito bom por ser durável, porém ao mesmo tempo é preocupante no ponto de vista do meio ambiente, pelo mesmo motivo. Segundo informações do MMA (2017), são necessários mais de 400 anos para os plásticos se decomponem dentro da natureza. Com isso podemos dizer que praticamente todo plástico produzido no Brasil ainda estão presentes no planeta.

Os números preocupam muito as organizações ambientalistas, que desenvolvem muitos projetos para mudar o cenário global. A grande quantidade de resíduos plásticos e o elevado tempo de degradação são aterrorizantes para o meio ambiente, pois a maior parte de lixo gerado não é reaproveitada ou destinada

corretamente, e sim para rios, mares e oceanos, causando problemas a saúde animal.

Os diferentes tipos de plásticos necessitam processos distintos para reciclagem, pois como as propriedades são diferentes podem ter reações diferentes com o processo aplicado. Porém todos podem ser reciclados e voltar a servirem de matéria-prima.

A reciclagem, conforme cita Zanin e Mancini (2015), por padrão é dividida em tipos de reciclagem de plásticos, sendo eles conceituados como:

- Reciclagem primária: quando a matéria-prima está limpa, livre de contaminantes e confiável, é realizada a moagem, lavagem, secagem e então o reprocessamento, adquirindo propriedades semelhantes à resina virgem;

- Reciclagem secundária: como na primária, o processo é o mesmo, porém as propriedades finais são inferiores à resina virgem;

- Reciclagem terciária: quando o processo utilizado para reciclar é de despolimerização, ou seja, é feita a decomposição química controlada do material, obtendo produtos de substâncias de baixa massa molar, que posteriormente poderão ser processados novamente por polimerização e reutilização;

- Reciclagem quaternária: quando é realizada a combustão dos resíduos plásticos, aproveitando o poder energético e os produtos finais são energia e emissão gasosa.

2.3.9 Componente: Ferro

O ferro pode ser considerado um dos principais materiais da indústria de quase todos os segmentos de mercado, seja na construção, automobilística, de eletrodomésticos e equipamentos em geral, pois possui uma resistência e durabilidade grande, protegendo o produto de impactos. As chapas de ferro são muito utilizadas pela indústria para equipamentos refrigeradores.

Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração, IBRAM (2011), o Brasil é a segunda maior potência de extração mineral de ferro no mundo, produzindo 390 milhões de toneladas e ficando atrás apenas da Austrália, com 480 milhões. Além

disso, o país também é um dos maiores produtores de aço e outros materiais provenientes do ferro.

Exportação de minérios de ferro tem grande influência na economia do Brasil, pois a maior parte produzida não fica no país. Mas este fato não faz com que problemas ambientais gerados pelo descarte incorreto de ferro não exista, fato este porque no Brasil ainda não existe a conscientização de grande parte da população com a reciclagem.

Conforme indica o MMA (2017), os metais demoram mais de 100 anos para se decomporem na natureza. Esse fato é preocupante, porque ainda existe pouco reaproveitamento de metais ferrosos e que poderiam estar sendo usados na indústria novamente.

A reciclagem do ferro normalmente é feita através de processamentos de refundição em fornos de alta temperatura, para em seguida ser colocado novamente no mercado industrial, servindo como material reciclado.

2.3.10 Componente: Aço Inoxidável

O aço inoxidável, também chamado apenas de inox, é formado pelos elementos químicos como, cromo e níquel, garantindo maior resistência à corrosão, causadas pelo ambiente, e durabilidade, sendo conservada a qualidade original do produto (IARTELLI, 2015).

O grande poder do inox na indústria é pela variedade de aplicações que possui, tendo fácil manuseio mecânico, físico e metalúrgico, além de possuir resistência às altas temperaturas e boa soldabilidade, apresenta vantagens estéticas para os equipamentos, de fácil higienização, entre outros valores benéficos.

Muito utilizado em diversos segmentos de mercado, mas principalmente na cutelaria, construção civil, indústria automobilística, indústria de alimentos, bens de consumo duráveis, equipamentos e máquinas de refrigeração, moedas e móveis.

Economicamente, não é uma matéria-prima de custo elevado, porém não é viável para indústrias descartarem o inox junto a outros materiais, pois normalmente são compradas as sucatas de inox, por ser um material 100% reciclável e não ter

perdas no processo de reciclagem. Isso faz com que o inox possa ser chamado de material ecologicamente correto.

Segundo estatísticas levantadas pela Associação Brasileira do Aço Inoxidável, ABINOX (2017), o Brasil consumiu 304,2 mil toneladas de aço inoxidável no ano de 2016 e produziu 378,3 mil toneladas, além de ainda ter importado 70,5 mil toneladas. Nos gráficos 2 e 3 a seguir estão elencados os números dos últimos anos.

Gráfico 2 - Comparativo do consumo de aço inoxidável nos últimos anos no Brasil



Fonte: ABINOX (2017).

Gráfico 3 - Comparativo da produção de aço inoxidável nos últimos anos no Brasil



Fonte: ABINOX (2017)

As formas de reutilização e reciclagem são semelhantes ao do ferro, onde primeiramente são separados de contaminantes e outros materiais, para então ser

introduzidos ao forno de elevadas temperaturas e ser refundido.

2.3.11 Componente: Cobre

São muitas as formas de aplicações do cobre, devido às suas características de condutividade térmica e elétrica, resistência à corrosão, antimicrobiano, versatilidade, estética agradável, oferecendo vantagens mecânicas para a indústria por ser macio, maleável, facilidade na soldagem e polimento.

O cobre está presente em equipamentos elétricos, eletrônicos, fios, cabos, motores, tubos, construções civis, entre outras aplicações. A diversidade ainda aumenta quando o cobre é fortalecido com a adição de outros metais, formando ligas com maior resistência e durabilidade.

Segundo estimativas da PROCOBRE (International Copper Association, 2017), são 550 milhões de toneladas de cobre já produzidas desde o ano de 1900, e cerca de dois terços dessa quantidade ainda estão em uso produtivo. Isso mostra a importância da reciclagem deste material, que após o seu uso ainda pode ser reciclado sem perda de desempenho. Desta forma, não é possível identificar se o cobre utilizado em uma indústria é reciclado ou é de matéria-prima virgem.

Conforme relata a PROCOBRE (2017), aproximadamente 9 milhões de toneladas de cobre são recicladas a cada ano em todo o mundo, correspondendo a 35% da demanda mundial. O processo de reciclagem do cobre consome muito menos energia que a produção primária, sendo em torno de 85% a menos. Com isso, é calculado que anualmente economiza-se 100 milhões de MWh de energia elétrica e 40 milhões de toneladas de CO₂.

Conforme indica a UFRGS (2017), o processo de reciclagem do cobre é parecido com a da maioria dos metais, onde é primeiramente os resíduos são separados de outros materiais e contaminantes, após levados ao forno de alta temperatura até alcançar o ponto de fusão, e então serem conformados e gerados novos produtos do mesmo material.

2.3.12 Componente: Zinco

O zinco é outro metal bastante utilizado na indústria e sua origem é de

recursos naturais disponíveis tanto no solo, no ar ou na água. Muito utilizados em telhados e revestimentos na construção civil, carros, freezers, equipamentos elétricos, misturas com outros materiais na formação de ligas metálicas, etc.

Segundo o Instituto de Metais Não Ferrosos, ICZ (2017), o ciclo de vida do zinco varia de acordo com suas aplicações, sendo que em alguns casos pode levar mais de 200 anos até se decompor.

Segundo indica a UFRGS (2017), as principais fontes de resíduos de zinco são: 32% sucata de latão; 26% sucata de outras ligas de zinco; 23% resíduos da zincagem; 8% pó gerado na fabricação de aços e; 4% resíduos da indústria química.

O processo de reciclagem do zinco é semelhante ao processo dos demais metais comuns no mercado, que é de refusão, onde o resíduo é aquecido em fornos e formado novos produtos.

2.3.13 Componente: Alumínio

Proveniente da bauxita, o alumínio é o terceiro elemento mais encontrado na crosta terrestre, conforme relata Garcia (2014). O alumínio é um dos materiais mais utilizados pela indústria de vários segmentos, devido a facilidade de acesso e baixo custo. Estimativas, segundo a USGS (United States Geological Survey, 2017), é de que o alumínio possui entre 55 e 75 bilhões de toneladas em reservas de todo o mundo, capaz de atender a demanda mundial de metal em longo prazo.

A grande diversidade na aplicação do alumínio em razão de suas características, onde as principais são: baixo peso, alta resistência à corrosão, boa condutividade elétrica, facilidade de processamento e moldagem, impermeável, sem odor, não é inflamável, reciclável, entre outras.

Conforme indica o MMA (2017), o tempo de decomposição do alumínio quando exposto à natureza é de mais de 200 anos. Com isso, podemos concluir que grande parte da produção já realizada no Brasil pode ainda estar ativa de alguma forma no mundo.

A reciclagem do alumínio tem grande importância no setor de energia, pois são necessários apenas 5% da energia consumida no alumínio primário, conforme

indica a ABESCO (Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia, 2015). Além disso, a produção primária ainda tem um grave problema com a emissão de poluentes, mais especificamente o CO₂, que emitiu mais de 2,545 mil toneladas no ano de 2010, para a produção de 1,536 mil toneladas de alumínio, conforme indica a ABAL (2017).

De acordo com a ABRELPE (2017), no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016, o país está na liderança mundial no percentual de reciclagem no segmento de latas de alumínio, onde em 2015 foram 292,5 mil toneladas recicladas, atingindo o índice de 97,9% do total.

O processo de reciclagem do alumínio é parecido ao processo dos demais metais, onde é realizada a separação de impurezas (outros materiais e contaminantes), em seguida os resíduos são aquecidos em fornos, com a adição de sais para evitar a oxidação, para fundir e colocar novamente no mercado.

2.3.14 Componente: Papel

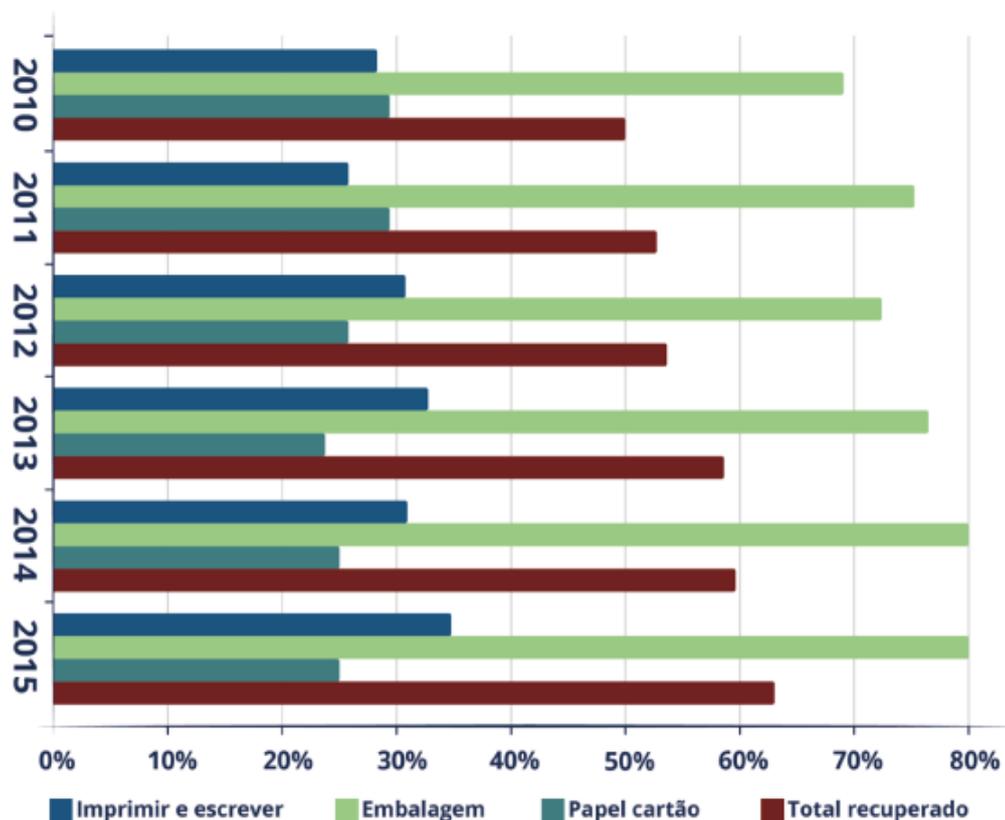
O papel é um material com diversas utilidades nas indústrias, tendo como principal função a impressão de informações a serem transferidas entre as pessoas, seja internamente ou externamente. A sua origem vem das árvores, que necessitam ser derrubadas e processadas, então a grande produção de papel no mundo ocasiona a necessidade de grande quantidade de desmatamento no planeta.

A degradabilidade dos papéis, segundo o MMA (2017), é de 3 a 6 meses expostos no ambiente, variando de acordo com as propriedades físicas do papel.

Segundo o relatório anual do IBÁ (Indústria Brasileira de Árvores, 2017), a produção brasileira de papel, no ano de 2016, foi de 10,3 milhões de toneladas, enquanto em 2015, a produção foi de 10,4 milhões de toneladas. Conforme o mesmo relatório, o Brasil é um dos países com maiores índices de reciclagem do mundo, onde a estimativa é de que 4,8 milhões de toneladas retornam ao processo produtivo.

A quantidade total de reciclagem deste material vem aumentando nos últimos anos, porém pode ser classificada pelo uso dele, conforme mostra o gráfico 4 a seguir:

Gráfico 4 - Percentual de reciclagem do papel por categoria de uso



Fonte: ABRELPE (2017)

Através disso, verifica-se a importância de reciclagem do papel, para além de diminuir a derrubada de árvores, também reduzir os impactos ambientais causados em caso de descarte incorreto, que em muitos casos ocorre a incineração, gerando poluentes e danos ambientais.

O processo de reciclagem do papel é simples e pode até ser feito em casa. Primeiramente o papel é picado em pequenos pedaços e colocado de molho em água, retirando as impurezas. Em seguida é agitado para a formação de uma massa de papel umedecido e então é prensado para a retirada da água. Então é exposto em ambientes para realizar a secagem do papel reciclado e realizado cortes para adquirir a forma desejada.

2.3.15 Componente: Compressor

O "coração", como pode ser chamado, de uma geladeira tem a função de manter o sistema refrigerador em atividade, onde realiza o bombeamento do fluido refrigerador através de todo o sistema, passando em todos os componentes

necessários.

2.3.16 Componente: Unidade Eletrônica

Produtos eletrônicos tornaram-se necessários para as pessoas, pois movem informações de forma rápida e eficiente em diversos setores. A indústria eletrônica é um dos mais importantes mercados no mundo e que mais cresce anualmente (ONU, 2015).

Conforme indica a ONU (2015), no ano de 2014 foram produzidas aproximadamente 42 milhões de toneladas de lixo eletrônico em todo mundo, sendo 1,4 milhões somente no Brasil, e ainda prevê que a quantidade mundial aumente para 50 milhões de toneladas em todo o ano de 2017.

Composta de plásticos e metais, a unidade eletrônica pode ser reciclada por empresas especializadas neste segmento, pois necessitam da separação completa dos materiais.

A forma mais comum de reciclagem é a mecânica, conforme indica Veit (2005), onde as placas passam pelos seguintes processos:

- Cominuição: é uma forma de moagem, onde o produto tem uma redução de tamanho;
- Classificação granulométrica: através de peneiras de diferentes tamanhos, obtendo uma classificação apenas pelo tamanho, pois algumas vezes já é possível separar alguns materiais nessa etapa, pois existe diferença na moagem de materiais dúcteis e frágeis;
- Separação gravimétrica: realizada uma separação dos materiais a partir da densidade que existe entre os tipos de materiais, geralmente aplicados em líquidos de densidade medida;
- Separação magnética: para separação de materiais metálicos e não metálicos;
- Separação a base de propriedade elétricas: os metais se comportam diferente quando aplicadas forças elétricas, havendo a identificação dos mesmos.

2.3.17 Componente: Termostato

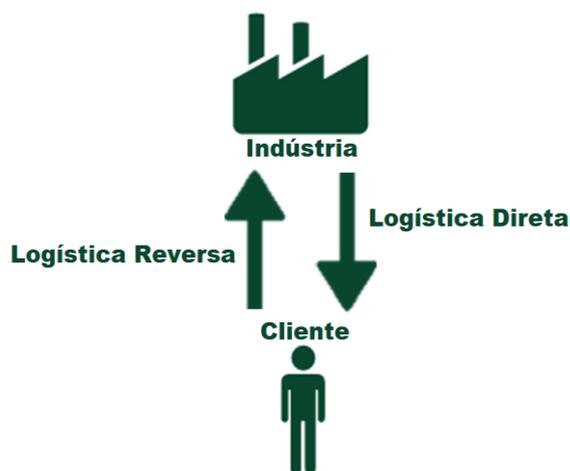
O termostato é um dispositivo que faz a leitura da temperatura e controla a mesma através do acionamento e desacionamento do compressor, ou seja, quando a temperatura está acima do limite superior estipulado aciona-se o sistema de refrigeração até que abaixe a temperatura, até chegar ao limite inferior estipulado, mantendo assim uma temperatura constante dentro de um sistema refrigerador.

O termostato possui plástico e alumínio na sua carcaça, em quanto em seu interior possui o mesmo fluido refrigerante da própria geladeira, que controla a temperatura.

2.4 LOGÍSTICA REVERSA

Em uma empresa, a logística pode ser dividida em duas situações: direta e reversa. Enquanto a primeira trata o gerenciamento do fluxo de materiais que são comprados, que estão estocados, que passam por processamento, que são movimentados internamente, mas principalmente que saem do estabelecimento e são destinados para seus clientes e consumidores, a segunda, é o processo contrário, onde os clientes retornam, pós-consumo, os mesmos produtos que adquiriram para o mesmo fornecedor, para que este possa realizar o encaminhamento do descarte de forma sustentável.

Figura 5 - Diferença entre logística reversa e logística direta



Fonte: Autor (2017).

Segundo Leite (2003), a logística reversa está relacionada a benefícios do

meio ambiente e se refere ao retorno de produtos que poderão ter substituição de materiais, reutilização de materiais obtendo redução de custos para novos produtos, reforma e reparação.

Com a criação da PNRS (2010), a logística reversa é um de seus instrumentos definida pelo seguinte conceito:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (PNRS, 2010).

O conceito de logística reversa não é apenas o recolhimento de produtos defeituosos, mas sim de todos os materiais que poderão ser desmontados e reaproveitados através de processamento dos mesmos como forma sustentável e recolocado ao mercado.

A logística reversa conceitua que os produtos, ao serem descartados, devem retornar a sua origem, conforme é indicado:

Logística reversa cuida dos fluxos de materiais que se iniciam nos pontos de consumo dos produtos e terminam nos pontos de origem, com o objetivo de recapturar valor ou de disposição final (NOVAES, 2004).

O gerenciamento da logística, assim como as atividades realizadas, pode ter um custo significativo para a empresa, por isso as empresas investem em estudos internos para redução dos mesmos. Conforme Guarnieri (2011), descobertas tecnológicas e mercados em evolução geram oportunidades para a reorganização, adaptação e otimização do fluxo de matérias-primas, semi-acabados, peças sobressalentes e materiais reciclados.

Com o aumento da demanda de materiais, maiores serão as quantidades de resíduos gerados, assim as empresas terão uma maior responsabilidade em repensar a diminuição deles. Uma reestruturação do produto pode tornar mais fácil a reutilização dos componentes e causar menos problemas no momento de descartá-los ou reaproveitá-los para novas produções, gerando uma diminuição nos custos da empresa.

Segundo Leite (2003), para o setor de peças de automóveis, em 1997 nos Estados Unidos, cerca de 36 bilhões de dólares foram remanufaturados através da logística reversa já aplicada na época. Já para eletrodomésticos, computadores, equipamentos de automação e embalagens retornáveis, nos Estados Unidos foram 4,7 bilhões de dólares remanufaturados, em 1996.

Segundo a PNRS (2010), devem se adaptar a logística reversa todas as empresas fabricantes, importadoras, distribuidoras e comerciantes dos segmentos de negócio de agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes, e produtos eletroeletrônicos.

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

O estudo deste trabalho envolve o conhecimento da legislação ambiental, sendo voltado especificamente a abordagem da logística reversa de resíduos sólidos no setor de geladeiras para caminhões e empresa localizada no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, tendo como base a PNRS (2010).

A pesquisa abrange o levantamento de informações referente a adequação à PNRS (2010) para implementação do conceito de logística reversa, prevalecendo o tipo exploratório no contexto, assim como a questão do reaproveitamento de peças para novos produtos. Porém também se encontram, em partes importantes da pesquisa, objetivos explicativos, pois envolve a comparação de diferentes tipos de destinação aos resíduos encontrados no descarte dos componentes do produto desmontado.

O desenvolvimento do trabalho é baseado num estudo de caso que envolve um fabricante de geladeiras para caminhões, portanto, a abordagem é qualitativa. Serão analisadas as formas inadequadas mais comuns de descarte incorreto de materiais que compõem a estrutura da geladeira, assim como os impactos e problemas ambientais que causam. Também, serão analisadas as formas ideais de descarte a serem realizadas, no caso de não haver possibilidade de reprocesso ou reaproveitamento.

Será realizado um estudo de caso através do descarte de uma geladeira cedida pela Ludwig Máquinas e Equipamentos LTDA, empresa situada na cidade de Boa Vista do Buricá, estado do Rio Grande do Sul, onde será realizada a manufatura reversa, ou seja, a desmontagem dela para separação dos componentes por tipo de material, verificando formas de reaproveitamento dentro da própria fabricante sempre que possível ou, em caso contrário, a destinação para empresas que realizam a reciclagem do material. Através disso, serão levantadas algumas estratégias para maior envolvimento dos fabricantes como dos consumidores, conscientizando-os com a responsabilidade pós-consumo no descarte desses produtos.

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Trata-se de uma pesquisa exploratória, para identificar as opções de reaproveitamento de materiais e formas de descartes ecologicamente corretos, as técnicas utilizadas consistem primeiramente na pesquisa em livros, artigos, teses, dissertações, normas e legislações para entender os conceitos e políticas para realizar a reutilização ou descarte sem prejudicar do meio ambiente. Também foi realizado a desmontagem de uma geladeira para caminhão concedida pelo fabricante com o uso de algumas ferramentas como: alicate, chave de inglesa, chave de fenda, faca, martelo, rotativa, talhadeira e torques para a verificação das peças que compõem o conjunto da mesma.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 GELADEIRA PARA CAMINHÃO E SEU SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

O sistema de refrigeração das geladeiras para caminhão é o mesmo de geladeiras convencionais, onde os principais componentes e suas principais funções são:

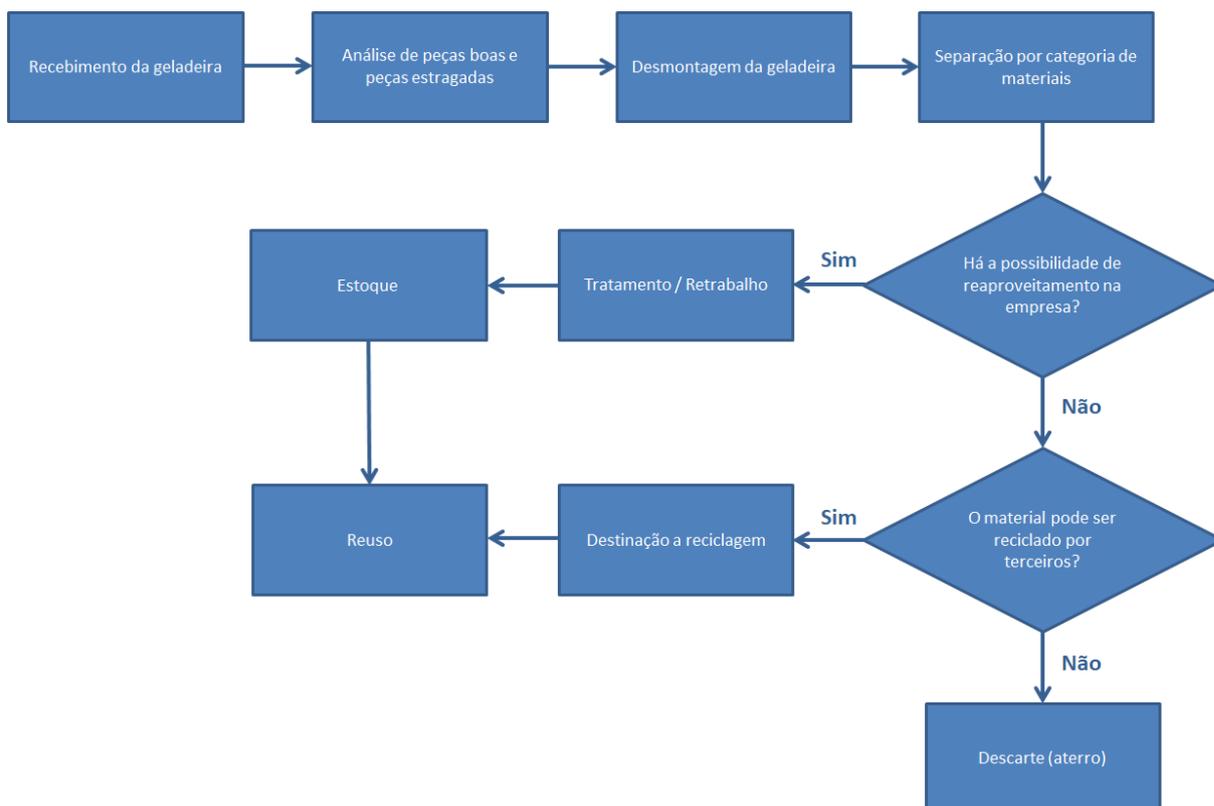
- Compressor: faz o bombeamento do fluido refrigerante (gás) no sistema;
- Condensador: o principal objetivo é realizar a dissipação do calor absorvido pelo fluido refrigerante ao longo do sistema e transforma o gás do estado gasoso para o estado líquido;
- Filtro: tem a finalidade de reter impurezas e/ou umidade;
- Evaporador: também chamado de "congelador", é onde o fluido refrigerante passa do estado líquido para o estado gasoso, absorvendo o calor interno da geladeira.

O sistema funciona da seguinte forma: no compressor, o fluido é comprimido e bombeado até o condensador, onde possui temperaturas mais altas e libera energia para o meio externo, transformando-se em líquido; passa pelo filtro que não deixa passar impurezas para o evaporador; o fluido refrigerante entra no evaporador, retira energia do meio interno e se vaporiza completamente e novamente passa pelo compressor, reiniciando o seu ciclo.

4.2 FORMAS DE REAPROVEITAMENTO DE CADA COMPONENTE

Após o recebimento da geladeira do cliente, a empresa fabricante deverá fazer uma análise geral da mesma, para verificar quais as peças que estão em boas condições de uso e funcionamento, assim como as peças que não estão mais tendo um desempenho ideal. Com isso, as peças em boas condições poderão ser reaproveitadas para as novas geladeiras ou outros produtos desenvolvidos na empresa, caso não for possível o reaproveitamento, será destinado a outras empresas recicladoras e de descarte, conforme pode ser visto na figura 6 do fluxograma:

Figura 6 - Fluxograma de destinação de uma geladeira pós-consumo



Fonte: Autor (2017).

4.2.1 Óleo Lubrificante

O óleo poderá ser reutilizado pela empresa fabricante de geladeiras em questão, caso possua boa qualidade de funcionamento, porém sabe-se que dificilmente ele terá uma vitalidade maior que a da geladeira devolvida pelo cliente. Então o descarte torna-se necessário e, para a empresa, a forma que terá maior viabilidade é encaminhar para outras empresas do município que realizam a coleta ou que destinam para empresas de refinaria, como por exemplo, oficinas mecânicas e postos de combustível, pois existe uma parceria entre a empresa fabricante das geladeiras e estas empresas.

4.2.2 Poliuretano (PU)

Levando em consideração as opções de reciclagem do PU, na região onde a empresa fabricante de geladeiras para caminhões em estudo está instalada, o processo químico não é viável por não estar disponível a glicólise, assim como a incineração não é aconselhada devido a emissão tóxica não ser controlada.

Existe a oportunidade de reaproveitamento dos mesmos na própria empresa, onde pode ser efetuada a moagem e após reintroduzi-los no processo com pequenos percentuais e misturados com uma nova reação química das duas matérias-primas deste material, sendo aplicado não somente em geladeiras para caminhões, mas também em outros equipamentos desenvolvidos pela mesma empresa, como câmaras frias por exemplo.

Através disso, a empresa está sendo sustentável ao reduzir a poluição com o mal descarte e a necessidade de aterros, terá uma redução de consumo de matéria-prima e, conseqüentemente, apresentará uma redução de custos.

4.2.3 Fluido Refrigerante

O gás R134a utilizado nas geladeiras deve ser armazenado novamente em cilindros para não ser evacuado no ar. Para realizar este procedimento, é necessário usar a recolhadora de gás.

Podendo ser reutilizado novamente em geladeiras quando não houver contaminantes, pois o mesmo não perde a qualidade com o tempo. Caso não puder ser reutilizado, é necessário destinar este, para empresas que realizam o recolhimento, como é o caso da empresa Natusomos, de Horizontina, que é uma empresa que faz a destinação correta dos resíduos.

Na empresa em estudo, a verificação da qualidade do gás, se existe contaminante ou não, é obtida através de testes em geladeiras novas, onde é realizada uma análise de desempenho.

4.2.4 Poliestireno Expandido

O isopor pode ser reutilizado para composição de outros equipamentos de refrigeração para isolamento térmico que são fabricados pela empresa. Assim como o poliuretano, os resíduos de isopor podem ser utilizados em câmaras frias no sistema de isolamento térmico, sem a mistura destes produtos, sendo utilizado um ou outro, para facilitar o reaproveitamento do mesmo material em possível manufatura reversa da câmara fria no futuro.

4.2.5 Borracha

A borracha está presente de três formas nas geladeiras para caminhões, a primeira, encontrada na porta interna da geladeira, sendo chamada de gaxeta; a segunda, presente na porta externa da geladeira, sendo chamada de perfil de borracha e; a terceira, junto ao compressor, servindo como calço para o mesmo para evitar ou reduzir vibrações.

No sistema de refrigeração das geladeiras a gaxeta tem papel muito importante, pois realiza o isolamento da parte interna resfriada com a parte externa de temperatura maior, evitando que haja a transferência de calor. Desta forma, a necessidade de que a gaxeta emborrachada esteja com qualidade boa é fundamental, ou seja, caso a borracha esteja ressecada, por exemplo, não fará o isolamento conforme esperado.

A gaxeta é formada pela borracha utilizada para vedação térmica da geladeira e um ímã eletromagnético que age com a chapa de inox, mantendo a porta da geladeira fechada. Para a empresa fabricante das geladeiras, não existem muitas formas de reutilização da gaxeta, pois a necessidade deste material é de estar em ótimas condições de qualidade, tanto para questão funcional quanto para questão de estética do produto.

Quando da aplicação da logística reversa pelo cliente, o fabricante poderá realizar a desmontagem da mesma, para efetuar testes de qualidade do ímã eletromagnético para avaliação da borracha, onde poderão ser tomadas as seguintes ações:

1. Em caso de boas condições de uso de ambos componentes, em que o ímã está agindo normalmente e a borracha estiver inteira, flexível e bonita, será recolocado em estoque para reutilização em outras geladeiras;
2. Em caso de boas condições apenas do ímã e com a borracha danificada, o produto será destinado ao descarte;
3. Em caso de boas condições apenas da borracha e o ímã sem utilidade magnética, o produto será destinado ao descarte, pois a borracha em

torno do ímã será estragada para a retirada do mesmo;

4. Em caso do ímã e da borracha estiverem em más qualidades, o produto será destinado ao descarte.

O perfil de borracha é utilizado para realizar a vedação e proteção da porta externa, junto ao gabinete de ferro, para que não ocorram impactos com a porta da geladeira. A reutilização, por parte da empresa fabricante, poderá ser feita quando estes perfis estejam em boas condições de uso, sem ressecamento e danos físicos, onde o mesmo seja capaz de realizar sua função com mesma eficiência de quando novo.

Junto ao compressor, os seus quatro calços de borracha são pequenos comparados aos demais componentes emborrachados. A possibilidade de reutilização dentro da empresa em estudo é igual do perfil de borracha, pois somente será realizado quando tiver a mesma eficiência de quando novos.

NR9 e a Resídua, são as empresas da região, licenciadas para fazer o recolhimento e a destinação correta dos resíduos de borracha. Caso a fabricante de geladeiras não possa fazer a reutilização das borrachas, poderá contatar com essas empresas para realizar o recolhimento e a destinação correta.

4.2.6 Silicone

O silicone acético utilizado nas geladeiras não possui grande volume, são utilizados para fazer a vedação de buracos internos que são feitos para parafusar as peças internas, garantindo que não haja a perda de temperatura interna, também é utilizado como material de colagem de algumas peças e para vedação do ambiente do compressor para evitar a entrada de sujeira.

Como a quantidade não é muito grande, este material pode ser reutilizado pela empresa na fabricação de novas geladeiras e/ou outros produtos da mesma marca. É necessário aplicar o processo de moagem até formar pequenos pedaços de silicone, para em seguida reintroduzi-los em quantidades pequenas junto ao silicone virgem em forma ainda líquida. Com isso, além da empresa estar ganhando com a redução de custos, não necessita investimento para o descarte e estará contribuindo com o meio ambiente.

4.2.7 Ímã

Ímãs de ferrite são utilizados na composição das geladeiras para caminhões, onde se encontram envoltos de borracha, formando a gaxeta da porta interna. O objetivo do ímã é atrair-se com chapa de aço inoxidável e, assim, manter a porta da geladeira fechada para não ocorrer a troca de calor interno com externo do refrigerador.

Como o ímã possui vida útil muito longa por não perder sua força magnética, ao receber uma geladeira de um cliente, dificilmente a Ludwig necessitará realizar o descarte, porém, em casos de o ímã ser aquecido à alta temperatura ou, principalmente, quebrado, a empresa terá que realizar um levantamento para verificar as possibilidades de reutilização, se pode ser utilizado para fabricação de outros produtos, caso contrário, poderá ser realizada a doação para empresas do município e grupos de ação social que fabricam produtos artesanais para enfeites de geladeiras.

4.2.8 Plástico

As geladeiras para caminhões possui grande volume de plásticos na sua parte interna, o PMMA (acrílico) no aparador de água e no porta-manteiga, o PVC (policloreto de vinila) na porta do evaporador, em cabos elétricos e em mangueira transparente, e ainda o PP (polipropileno) nos porta latas e fixadores do condensador.

Não há uma forma de reciclagem viável dentro da empresa, para estes tipos de plásticos, apenas o reaproveitamento em outras geladeiras em caso de boas condições de uso, por serem materiais específicos da geladeira. Entre as melhores opções para o descarte, pode ser encaminhado para a empresa de coleta municipal que realiza a reciclagem ou descartado junto à empresa recicladora de Horizontina, Natusomos.

4.2.9 Ferro

As geladeiras de caminhão possuem ferro tanto na parte externa, sendo uma chapa de ferro de um milímetro de espessura na porta externa, barras de ferro de 5

milímetros para fixação da geladeira ao caminhão e nas dobradiças da porta externa, assim como na parte interna composta por grades de proteção dos alimentos, no condensador e no compressor.

A fabricante de geladeiras em questão, poderá fazer o reaproveitamento da chapa de ferro e da barra de ferro na fabricação de outros produtos ou da própria geladeira, quando há boas condições. Enquanto que, o condensador e as grades de ferro somente poderão ser reutilizados, pela empresa, em outras geladeiras por serem feitas especificamente a este segmento.

A necessidade de descarte ocorrerá quando esses componentes estiverem danificados fisicamente, seja por quebra ou corrosão. O destino mais adequado deste material é o sucateamento, junto aos demais resíduos da empresa, para a venda à coletores de metais da região.

4.2.10 Aço Inoxidável

Nas geladeiras, o inox está presente em quatro parafusos para fixação da porta interna e também em chapas de um milímetro nas paredes internas das geladeiras, trazendo beleza visual para o equipamento e facilidade de higienização, além de apresentar ótimas condições de uso.

A reutilização deste material pode ser feita em novas geladeiras, sendo aplicados acabamentos superficiais, porém dificilmente a empresa irá recolocar nas geladeiras novamente com o mesmo uso, pois as chapas sofrem danos físicos, principalmente de riscos que acabam afetando a parte estética do produto. Sendo assim, pode ser reutilizado para fabricação de outros produtos, como brindes aos clientes.

Entretanto, a remanufatura das chapas de inox para outros produtos poderá gerar novos resíduos, em menores quantidade que, neste caso, serão sucateados junto aos demais resíduos deste material ocorridos na fabricação de diversos produtos da mesma marca. Após o recolhimento e armazenagem adequada, de quantidades relevantes de sucata, será realizada a venda para coletores.

4.2.11 Cobre

Nas geladeiras para caminhões da empresa fabricante em questão, o cobre está presente em:

- Tubulações que saem do compressor e chegam ao condensador, fazendo a transição do gás refrigerante sem perdas de temperatura;
- Filtro secador entre o condensador e o compressor;
- Fiações elétricas da geladeira ligadas a bateria do caminhão.

A reutilização somente poderá ser feita quando esses componentes estiverem sem danos físicos, sendo em outras geladeiras ou outros equipamentos fabricados pela empresa, caso contrário, pode ser destinado para descarte e reciclagem em empresa especializada, que neste caso pode ser a de coleta seletiva do município, que possui parceiros de reciclagem deste material, ou então junto a empresa Natusomos, que faz a destinação correta.

4.2.12 Zinco

Nas geladeiras são utilizadas chapas de zinco galvanizado de espessura de meio milímetro, no revestimento externo da geladeira. Apenas serão reutilizadas chapas em boas condições de qualidade e estética, podendo ser em outras geladeiras ou demais produtos fabricados pela empresa, principalmente em bebedouros.

Também existe a presença de zinco em parafusos para fixação de alguns componentes como grades internas de ferro, condensador, termostato, compressor, entre outros, e em barras roscadas que servem para fixação do evaporador e da sua porta. Este itens poderão ser reutilizados na empresa com as mesmas finalidades ou para outros produtos, se caso não houver um desgaste nas roscas.

Se houver a necessidade de descarte, a forma mais adequada, é armazenar junto com as sucatas de zinco para a venda posterior, ou de descartar junto com as demais peças da geladeira, enviando para a recicladora Natusomos.

4.2.13 Alumínio

Nas geladeiras para caminhões, o alumínio está presente em rebites para fixação de outros componentes e no evaporador. São quantidades muito pequenas de rebite, porém o evaporador possui uma quantidade relevante.

Os rebites não podem ser reaproveitados porque não é possível voltar a estrutura original. Desta forma, podem ser armazenados junto com resíduos da produção de outros produtos da marca Ludwig, para serem destinados a terceiros, em maiores volumes, para fazer a reciclagem.

O evaporador pode ser reaproveitado apenas quando houver a mesma qualidade de origem, pois é um elemento importante no funcionamento da geladeira. Em caso contrário, o mesmo será descartado juntamente com os resíduos do mesmo material para reciclagem.

A empresa responsável pela coleta seletiva do município de Boa Vista do Buricá além de buscar o resíduo na Ludwig, também realiza a reciclagem de alumínio e revende como matéria-prima para indústrias que remanufaturam o mesmo.

4.2.14 Papel

Nas geladeiras Ludwig, o papel é encontrado em adesivos com o logotipo da marca e com informações de uso e funcionamento. Não há formas de reaproveitamento interno ou reciclagem destes, pois existe a necessidade de haver boas condições de estética por parte da empresa. O descarte pode ser feito quando houver quantidades maiores de papel a partir de outros processos internos. O papel pode ser encaminhado à empresa de coleta seletiva do município, que realiza a reciclagem, ou também para a empresa Boa Vista Reciclagem, que compra papel para reciclar.

4.2.15 Compressor

O compressor da geladeira é constituído em uma carcaça de ferro, onde a Ludwig não realiza a abertura do mesmo para não estragar, podendo ser reutilizado pela própria fabricante, ou reciclada por empresa especializadas.

O compressor possui óleo lubrificante em seu interior para seu funcionamento, que deve ser retirado para não vazarem e contaminar a natureza, sendo destinado separadamente após seu uso.

Em casos de descarte, a empresa poderá destinar da seguinte forma:

- Enviar de volta, no sistema de logística reversa, para a empresa que lhe forneceu e está localizada na cidade de Porto Alegre - RS.

- Encaminhar para empresa recicladora, onde poderá haver um custo (quando descartado apenas este material individualmente), além do transporte, para ser destinado, que é localizada na cidade de Horizontina - RS.

4.2.16 Unidade Eletrônica

A unidade eletrônica de uma geladeira tem função de controlar os demais componentes. Ela é uma placa eletrônica revestida por uma camada de plástico. A empresa fabricante das geladeiras, não possui forma de reaproveitamento, enquanto, igual ao compressor, pode ser destinado a seu fornecedor, aplicando a logística reversa, ou para empresa especializada em reciclagem, como a Natusomos.

4.2.17 Termostato

O termostato da geladeira para caminhões está fixado internamente, próximo ao compressor. Possui um bulbo de alumínio que passa pelo local onde está o poliuretano e chega no interior da geladeira, onde realiza a leitura da temperatura interna e controla a mesma.

Não há possibilidade de reaproveitamento, pela empresa Ludwig, quando este estiver estragado e o descarte é necessário. As opções são de encaminhamento para o fornecedor do mesmo, através da logística reversa, ou da destinação para empresa de reciclagem Natusomos.

4.3 DESCARTE DE UMA GELADEIRA

A empresa fabricante de geladeiras, Ludwig, cedeu para o desenvolvimento deste estudo, uma geladeira para caminhões que chegou ao fim de sua vida útil,

conforme a empresa, ela deveria ser descartada.

Para a escolha da geladeira a ser realizado o estudo de caso, foi levado em conta a questão dos principais motivos de descarte da mesma. Com isso, verificou-se que os clientes, em primeiro momento, destinam a geladeira para a empresa orçar o conserto, para em seguida avaliar o valor proposto e este, quando é alto e inviável a manutenção, acabam deixando para descarte.

No estudo de caso, o cliente entregou a mesma porque não estava mais funcionando, onde solicitou um orçamento para conserto. Após a análise do sistema de refrigeração, foi constatado que esta geladeira estava com diversos problemas e necessitava a troca de alguns componentes como: compressor, unidade eletrônica, evaporador e gás. Como o orçamento do conserto tornou-se elevado, o cliente resolveu se desfazer da mesma, na própria empresa através da logística reversa.

Figura 7 - Fotos da geladeira utilizada para estudo de caso.



Fonte: Autor (2017).

4.3.1 Desmontagem e Separação dos Componentes

O processo de desmontagem da geladeira foi realizado manualmente, para que as peças em bom estado de funcionamento, pudessem ser reaproveitadas novamente na empresa.

4.3.2 Reaproveitamento de Componentes

Os porta latas estão em ótimo estado, conforme figura 8, necessitando

apenas de limpeza. Poderão ser reutilizado em outra geladeira.

O porta manteiga possui bom estado, como pode ser visto na figura 8, está inteiro, porém apresenta uma cor escura comparado à um novo, necessita apenas de limpeza. Poderá ser entregue à um cliente em forma de brinde.

A porta do evaporador está em ótimo estado, de acordo com a figura 8, necessita apenas de limpeza. Poderá ser reutilizado em outra geladeira.

Figura 8 - Componentes internos de plásticos



Fonte: Autor (2017).

Os fixadores, conforme figura 9, do condensador possuem ótimas condições de reuso, necessitam apenas de uma limpeza. Poderão ser reutilizados em outras geladeiras.

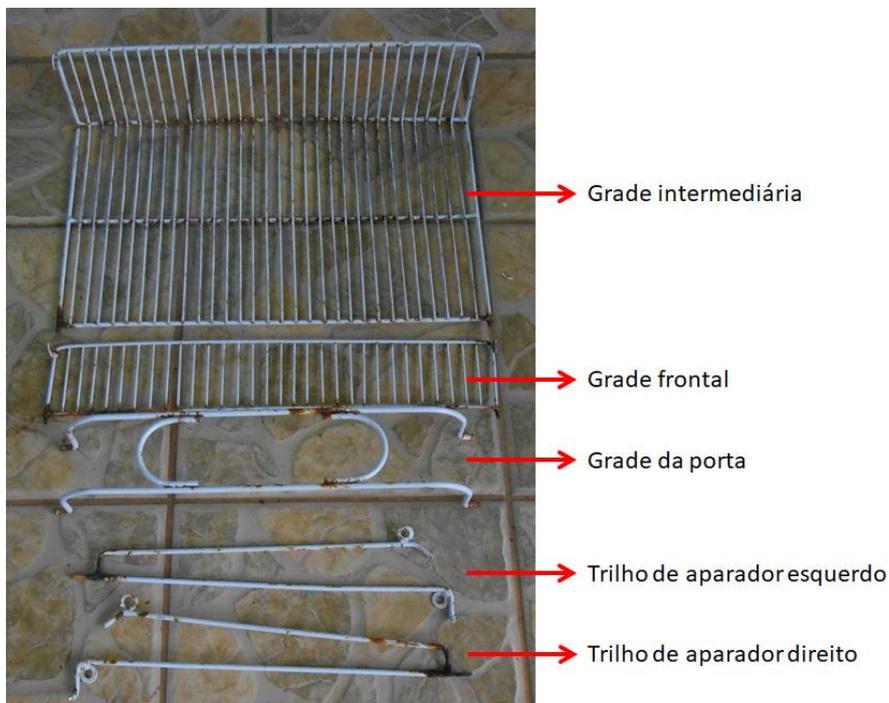
Figura 9 - Fixadores do condensador



Fonte: Autor (2017).

As grades internas (frontal, intermediária, da porta e trilhos do aparador), vistas na figura 10, precisam ser lixadas e pintadas novamente. Poderão ser reutilizadas em outras geladeiras.

Figura 10 - Componentes internos de ferro



Fonte: Autor (2017).

Os parafusos de zinco, somente 10, poderão ser reutilizados novamente em geladeiras, pois possuem a rosca inteira, necessitam apenas limpeza. Em quanto que 11 parafusos de zinco necessitam de descarte.

Figura 11 - Alguns parafusos, porcas e arruelas de zinco



Fonte: Autor (2017).

Os parafusos de inox, juntamente com as porcas, estão em ótimo estado, necessitam apenas de limpeza. Poderão ser reutilizados em outras geladeiras.

Figura 12 - Parafusos e porcas de inox



Fonte: Autor (2017).

As barras roscadas estão em bom estado, necessitam apenas de limpeza. Poderão ser reutilizadas novamente em outras geladeiras.

Figura 13 - Barras roscadas de zinco



Fonte: Autor (2017).

O isopor sofreu alguns danos, onde apresenta alguns amassados e sujeira. Não poderá ser reutilizado em geladeiras por questões estéticas, porém, poderá ser quebrado em pequenos pedaços e reutilizado na produção de uma câmara fria, como isolante térmico.

Figura 14 - Isopor



Fonte: Autor (2017).

O poliuretano está em estado adequado para reuso com o mesmo objetivo, porém necessita ser moído para ser reutilizado novamente em geladeiras ou demais produtos da empresa.

Figura 15 - Poliuretano



Fonte: Autor (2017).

As dobradiças e a alavanca da porta externa estão em ótimo estado, necessitam de limpeza e pintura. Poderão ser reutilizadas novamente em outras geladeiras.

As barras chatas somente serão reutilizadas as partes que estão inteiras, que necessitam ser lixadas e pintadas para novas geladeiras. Enquanto que, as partes que foram cortadas, serão descartadas pois financeiramente não é viável a remanufatura.

Figura 16 - Molduras do gabinete externo



Fonte: Autor (2017).

As chapas de zinco galvanizado serão cortadas as partes boas, que não possuem furos e que possuem condições de reuso, em torno de 40%, podem ser reutilizadas na fabricação de bebedouros, que necessitam pequenas quantidades deste material. Enquanto que, o restante, será dado o destino correto.

Figura 17 - Chapas de zinco galvanizado



Fonte: Autor (2017).

O gabinete interno de inox está em bom estado, necessita de limpeza e polimento. Poderá ser reutilizado em outras geladeiras.

Figura 18 - Gabinete interno e moldura de inox



Fonte: Autor (2017).

A plaqueta, o botão e os parafusos de fixação do termostato estão em ótimo estado, necessitam apenas de limpeza. Serão estocados para uma possível recolocação em geladeiras usadas, pois é muito comum ocorrer a perda destes, como forma de brinde.

Os cabos elétricos têm condições de serem reutilizados, mesmo que não esteticamente, necessitam apenas de limpeza pois ficam internamente, não visíveis. Podem ser reutilizados novamente em produtos da empresa.

Figura 19 - Cabos elétricos



Fonte: Autor (2017).

4.3.3 Encaminhamento para reciclagem externa

O aparador de água está quebrado em alguns lugares. Será encaminhado para a empresa de coleta seletiva do município, que realizará a reciclagem.

A mangueira de PVC transparente está ressecada e não possui as propriedades necessárias para reutilização. Será encaminhado para a empresa de coleta seletiva do município, que realizará a reciclagem.

Figura 20 - Pedacos de mangueira de PVC transparente



Fonte: Autor (2017).

A gaxeta, apresenta a borracha ressecada e não apresenta boa estética. Será desmontada, separando a borracha do ímã e destinada separadamente, onde a borracha será encaminhada para uma empresa que faz coleta seletiva e o ímã doado a grupo de artesanato da cidade que fazem enfeites natalinos para o município.

Figura 21 - Gaxeta da geladeira



Fonte: Autor (2017).

A porta interna não está em condições de ser reutilizada. Será encaminhada para uma empresa que faz coleta seletiva.

Figura 22 - Porta interna da geladeira



Fonte: Autor (2017).

Os parafusos de zinco que necessitam descarte serão encaminhados juntamente com os demais resíduos deste material, para a venda.

Figura 23 - Parafusos de zinco reutilizáveis e que serão descartados



Fonte: Autor (2017).

Os rebites foram danificados fisicamente na remoção. Serão destinados, juntamente com os demais resíduos deste material, à coleta seletiva do município que realiza a reciclagem do material.

Figura 24 - Pedacos de rebites



Fonte: Autor (2017).

O adesivo de papel não poderá ser reutilizado por não apresentar condições e estética suficiente. Será destinado, juntamente com os demais resíduos, a empresa Boa Vista Reciclagem que realiza a reciclagem do material.

Figura 25 - Adesivos de papel



Fonte: Autor (2017).

Os perfis de borracha e os calços do compressor estão ressecados e serão descartados, junto com as borrachas da gaxeta. Poderão ser encaminhados a uma borracharia que faz o descarte com empresas especializadas.

Figura 26 - Perfis de borracha



Fonte: Autor (2017).

Figura 27 - Calços para fixação do compressor



Fonte: Autor (2017).

O evaporador, o condensador, o filtro e tubos de cobre estão com alguns danos físicos, apresentando condições ruins de estética e possíveis problemas de funcionamento. Serão descartados, juntamente com os demais resíduos de alumínio, ferro e cobre, respectivamente, à empresa de coleta seletiva de Boa Vista do Buricá, que realiza a reciclagem, no caso do alumínio e cobre, enquanto que, o ferro será vendido à coletores deste tipo de material.

Figura 28 - Evaporador



Fonte: Autor (2017).

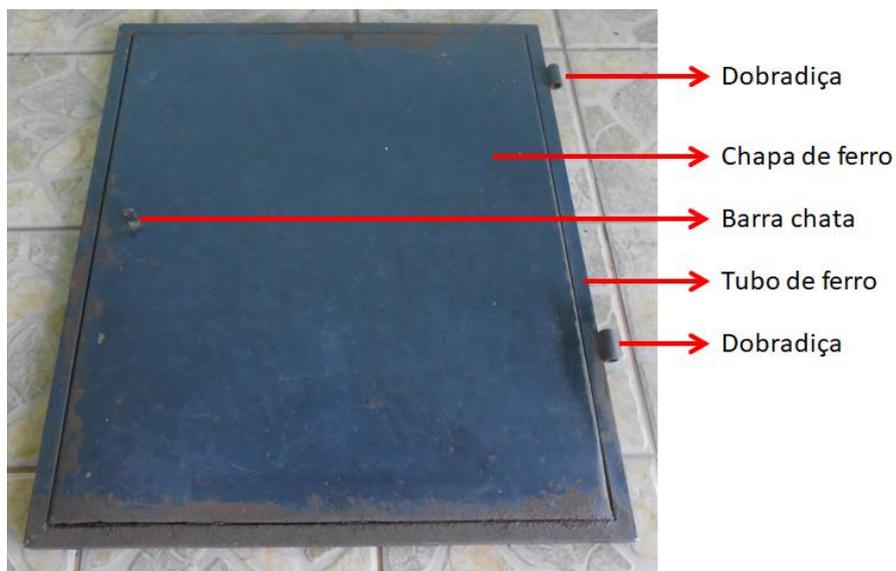
Figura 29 - Condensador e filtro de cobre



Fonte: Autor (2017).

A moldura da porta e porta externa apresentam condições ruins de estética. Serão retiradas as dobradiças, que podem ser reutilizadas, e o restante é necessário o descarte junto aos demais resíduos de ferro, para a venda à coletores deste tipo de material.

Figura 30 - Porta externa de ferro



Fonte: Autor (2017).

As partes das barras chatas que serão descartadas, serão destinadas junto aos resíduos de ferro da empresa, para serem vendidos posteriormente.

As chapas de zinco galvanizado, após a retirada das partes boas a serem reutilizadas, será descartado junto aos demais resíduos deste material para posteriormente serem vendidos.

A moldura de inox do gabinete interno, não apresenta bom estado. Será descartado com os demais resíduos deste material para posteriormente serem vendidos.

O termostato, compressor e a unidade eletrônica estão estragados. Serão destinados a recicladora Natusomos.

ambiente traseiro, onde fica compressor, unidade eletrônica, termostato, entre outros;

- 8 rebites de alumínio;
- 1 adesivo de papel;
- Gás R134a;
- Alguns pedaços de silicone.

Provavelmente, foram perdidos pelo proprietário da geladeira devido ao desgaste e tempo de uso. Como o condensador e o filtro apresentaram danos, provavelmente o gás R134a foi eliminado no ambiente, antes mesmo, que a geladeira retornasse ao fabricante.

4.3.4 Relação final dos custos

Através dos materiais reaproveitados e da necessidade de descarte junto a empresas especializadas, foi realizado o levantamento de custos de entrada (apresentados na cor verde) e de saída (apresentados na cor vermelha) para a Ludwig, como pode ser visto na tabela 2.

Tabela 2 - Custos de reaproveitamento interno e destinação à terceiros

Componente	Reaproveitado internamente (%)	Valor	Destinado à terceiros (%)	Valor
Porta-latas	100%	R\$ 11,00	-	R\$ -
Porta-manteiga	100%	R\$ -	-	R\$ -
Aparador de água	-	R\$ -	100%	R\$ -
Porta do evaporador	100%	R\$ 33,00	-	R\$ -
Fixadores do condensador	100%	R\$ 2,00	-	R\$ -
Mangueira de PVC transparente	-	R\$ -	100%	R\$ -
Grade frontal	100%	R\$ 10,00	-	R\$ -
Grade intermediária	100%	R\$ 20,00	-	R\$ -
Grade da porta	100%	R\$ 15,00	-	R\$ -
Trilhos de aparador	100%	R\$ 6,20	-	R\$ -
Gaxeta (Borracha + Ímã)	-	R\$ -	100%	R\$ -
Porta interna	-	R\$ -	100%	R\$ -
Parafusos de zinco	48%	R\$ 3,50	52%	R\$ 0,00
Parafusos de inox	100%	R\$ 1,40	-	R\$ -
Porcas de inox	100%	R\$ 1,40	-	R\$ -
Barras roscadas	100%	R\$ 1,50	-	R\$ -
Rebites	-	R\$ -	100%	R\$ -
Adesivos de papel	-	R\$ -	100%	R\$ 0,00
Isopor	100%	R\$ 4,00	-	R\$ -
Poliuretano	100%	R\$ 85,00	-	R\$ -
Perfis de borracha	-	R\$ -	100%	R\$ -
Calço do compressor	-	R\$ -	100%	R\$ -
Evaporador	-	R\$ -	100%	R\$ -
Condensador	-	R\$ -	100%	R\$ 0,10
Filtro de cobre	-	R\$ -	100%	R\$ -
Tubo de cobre	-	R\$ -	100%	R\$ -
Porta externa	-	R\$ -	100%	R\$ 0,25
Dobradiças da porta externa	100%	R\$ 7,60	-	R\$ -
Moldura da porta externa	-	R\$ -	100%	R\$ 0,20
Alavanca da porta	100%	R\$ 7,00	-	
Barras chatas	70%	R\$ 57,00	30%	R\$ 0,25
Chapas de zinco galvanizado	40%	R\$ 23,20	60%	R\$ 3,60
Moldura de inox	-	R\$ -	100%	R\$ 1,05
Gabinete interno	100%	R\$ 108,00	-	R\$ -
Termostato	-	R\$ -	100%	R\$ 3,00
Plaqueta do termostato	100%	R\$ -	-	R\$ -
Botão do termostato	100%	R\$ -	-	R\$ -
Parafusos do termostato	100%	R\$ -	-	R\$ -
Silicone	100%	R\$ 15,00	-	R\$ -
Óleo lubrificante	-	R\$ -	100%	R\$ -
Compressor	-	R\$ -	100%	R\$ 3,00
Unidade eletrônica	-	R\$ -	100%	R\$ 3,00
Cabos elétricos	100%	R\$ 5,40	-	R\$ -
	TOTAL	R\$ 417,20	TOTAL	R\$ 3,55
Custo de mão de obra de processos para reuso		R\$ 30,00		

Fonte: Autor (2017).

CONCLUSÃO

Como apresentado no decorrer deste trabalho, a produção de equipamentos para melhorar a vida das pessoas é muito grande e vem aumentando cada vez mais no decorrer dos anos. O avanço da tecnologia não é necessário apenas para conquistar os consumidores, mas também para o bem do meio ambiente, de forma que evite, ou pelo menos diminua, o descarte incorreto de resíduos industriais. Percebe-se que o Brasil carece de investimentos para reciclagem de materiais devido à alta demanda existente em todos os setores.

A logística reversa de equipamentos traz benefícios ao meio ambiente, como foi previsto na PNRS, além de apresentar vantagens para as indústrias como forma de redução de custos na produção de novos produtos. Esse fato poderá ter maior relevância no momento em que houverem maiores incentivos, seja por parte do governo ou por parte das próprias empresas, em relação aos consumidores ter o conhecimento destes fatos e a consciência de buscarem as melhores formas de descarte.

Implantando um sistema de logística reversa, a empresa fabricante precisa abordar um planejamento bem desenvolvido na estrutura de seus produtos, para facilitar a destinação dos materiais utilizados no final de suas vidas úteis, visto que a empresa é a principal responsável pelos mesmos.

Como a frota de caminhões vem crescendo nos últimos anos, a tendência de aumento na demanda de produção de geladeiras para caminhões, cresce cada vez mais, pois os motoristas procuram maior conforto, comodidade e tecnologias em suas viagens.

As geladeiras para caminhões possuem diferentes tipos de materiais e que podem agravar os impactos ambientais cada vez mais. Porém, esta situação pode ser evitada quando realizado o descarte junto a fabricante, que tem potencial de evitá-los fazendo a manufatura reversa e reaproveitando parte dos componentes ou destinando de forma ecologicamente correta ao descarte.

A quantidade diversificada de tipos de materiais causa uma preocupação para a empresa em relação ao descarte deles, pois mesmo que alguns possam ser reaproveitados com certos reprocessamentos, outros não podem ser colocados

novamente no mercado pela fabricante de geladeiras, pois não terão a mesma qualidade e eficiência como no seu primeiro uso.

O reaproveitamento de alguns materiais realizado pela Ludwig pode gerar uma economia significativa para fabricação de diversos produtos, tendo um percentual bem alto nos custos dos mesmos. Os valores obtidos variam a cada ocorrência de devolução dos clientes, onde os componentes podem sofrer diferentes resultados, ou seja, em alguns casos os componentes a serem reaproveitados podem não ser os mesmos que em outros casos.

Sobre as hipóteses levantadas neste trabalho, podemos afirmar que além de redução dos impactos ambientais, seja pelo descarte ou mineração de matéria-prima, e de redução de custos para as empresas que reutilizam os resíduos, ainda existem ganhos no setor de marketing das empresas, onde podem adotar o título de empresas sustentáveis, ganhando muito mais força no mercado atual.

Dentre as formas de descarte possíveis para a Ludwig, a possibilidade que se tem junto à empresa Natusomos, da cidade de Horizontina-RS, ganha maior relevância em situações em que a geladeira possui muitos danos e pouco valor de componentes reaproveitáveis, devido a recicladora aceitar gratuitamente o refrigerador quando estiver inteiro.

Em relação aos objetivos propostos neste trabalho, foi possível identificar todos os componentes e algumas formas de reciclagem e reaproveitamento dos mesmos que estão presentes nas geladeiras para caminhões, assim como formas de descarte, quando necessário, na região em que a empresa está situada.

Na verificação dos instrumentos estabelecidos pela PNRS, principalmente a logística reversa, podemos afirmar que não há impedimentos quanto ao descarte de geladeiras para caminhões, no final de sua vida útil, no Brasil. Porém, existem muitas oportunidades para novas empresas surgirem ou de empresas atuantes crescerem no mercado de coleta e reciclagem de resíduos.

Novas pesquisas podem ser realizadas para buscar resultados mais aprofundados em relação a viabilidade de reaproveitamentos internos, levando em consideração que a empresa fabricante de geladeiras para caminhões terá de fazer novos investimentos ou reestruturar alguns produtos e/ou planejar novos produtos,

onde aumente as possibilidades de reuso dos componentes, tendo sempre em mente a preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABAL - Associação Brasileira do Alumínio. **Mudanças Climáticas**. Disponível em: <<http://abal.org.br/sustentabilidade/mudancas-climaticas/>>. Acesso em: 5 out 2017.

ABESCO - Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. **Elevado custo da energia afeta cadeia do alumínio**. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/novidade/elevado-custo-da-energia-afeta-cadeia-do-aluminio/>>. Acesso em: 5 out 2017.

ABINOX - Associação Brasileira do Aço Inoxidável. **Estatísticas anuais**. Disponível em: <<http://www.abinox.org.br/site/aco-inox-estatisticas-anuais.php>>. Acesso em: 3 out 2017.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13230: **Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia**. Rio de Janeiro, 2008.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004: **Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

ABRAPEX - Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. **O que é EPS?** Disponível em: <<http://www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.html>>. Acesso em: 20 set 2017.

ABRELPE - Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 12 out 2017.

ALIMENA, Luiz A. M. **Estudo comparativo do coeficiente de condutividade térmica de espuma rígida de poliuretano obtida por reciclagem mecânica e química**. Disponível em: <<http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/3260/1/000418067-Texto%2bCompleto-0.pdf>>. Acesso em: 20 set 2017.

AMBROSI, Tuilara V. **Logística reversa de embalagens de isopor**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Empresas autorizadas a exercer a atividade de rerefino de óleo lubrificante usado ou contaminado**. Disponível em: <anp.gov.br/wwwanp/?dw=3298>. Acesso em: 4 out 2017.

CNT - Confederação Nacional do Transporte. **Anuário rodoviário 2017**. Disponível em: <<http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Anu%C3%A1rio/anuario%20rodoviar%20io.pdf>>. Acesso em: 11 set 2017.

COELHO, Alaíde L. et al. **Impactos ambientais causados pelo descarte incorreto dos**

pneus inservíveis, e a sua utilização na massa asfáltica. Anuário de Produções Acadêmico-Científicas dos Discentes da Faculdade Araguaia. v.3, 2015. Disponível em: <<http://www.fara.edu.br/sipe/index.php/anuario/article/viewFile/285/257>>. Acesso em: 23 set 2017.

FERNANDES, L. **Influência do uso de água, plastificantes e PVA nas propriedades mecânicas e de barreira de espumas de amido.** Disponível em: <<https://www.ipen.br/biblioteca/2006/cbecimat/12631.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2017.

FERRAZ, Fábio; GOMES, Marcio. **O Histórico da Refrigeração - Fluidos Refrigerantes - Ozônio/processo de formação/destruição - Sistemas de refrigeração - Componentes de um Sistema de Refrigeração.** Santo Amaro - BA, 2008. Disponível em: <<http://fabioferrazdr.files.wordpress.com/2008/08/ref1.pdf>>. Acesso em: 16 set 2017.

FRANCO, Luciana. **Mercado da borracha sofre com recessão na Europa.** Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI302360-18071,00-MERCADO+DA+BORRACHA+SOFRE+COM+RECESSAO+NA+EUROPA.html>>. Acesso em: 23 set 2017.

GARCIA, Roseli M. **Determinação de Alumínio em arroz cozido em panela de alumínio e sua possível relação para a saúde.** 2014. Monografia (Bacharel em Farmácia) – Fundação Universitária Vida Cristã – FUNVIC, Faculdade de Pindamonhangaba – SP, 2014. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.funvicpinda.org.br:8080/jspui/bitstream/123456789/237/1/RoseliGARCIA.pdf>>. Acesso em: 13 out 2017.

GROTE, Zilmara V.; SILVEIRA, José L. Estudo energético e econômico aplicado a um processo de reciclagem de poliestireno expandido (isopor). **IX Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências Térmicas.** Guaratinguetá, 2002. Disponível em: <<http://abcm.org.br/anais/encit/2002/Paper-title/26/CIT02-0119.PDF>>. Acesso em: 20 set 2017.

GUARNIERI, Patrícia. **LOGÍSTICA REVERSA: Em busca do equilíbrio econômico e ambiental.** 1. ed. Recife: Ed. Clube de Autores, 2011. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=I-worBqsMTcC&printsec=frontcover&dq=logistica+reversa&hl=pt-BR&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true>. Acesso em: 12 set 2017.

IARTELLI, Alexandre. **Avaliação de defeitos tipo "gouge" em tubos de aço inox 304L utilizados na fabricação de agulhas hipodérmicas.** Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39682658/27236.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1509575940&Signature=y6DRrFE35f6ksRUyGGvhIIHyLpQ%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAVALIACAO_DE_DEFEITOS_TIPO_GOUGE_EM_TUBO.pdf>. Acesso em: 3 out 2017.

IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório 2017.** Disponível em:

<http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 10 out 2017.

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração. **Informações e análise da economia mineral brasileira**. 7. ed. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00004035.pdf>>. Acesso em: 3 out 2017.

ICZ - Instituto de Metais Não Ferrosos. **O Zinco e o Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.icz.org.br/zinco-meio-ambiente.php>>. Acesso em: 4 out 2017.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Brasil perde R\$ 8 bilhões anualmente por não reciclar**. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&id=1170>. Acesso em: 9 abr 2017.

ITW Polymers. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos Siloc Silicone Acético Branco**. Disponível em: <<http://www.itwpolymers.com.br/files/Arquivos/Siloc%20Silicone%20Acetico%20Branco.pdf/>>. Acesso em: 24 set 2017.

KLAIME FILHO, M. **A importância de conquistar a ISO 14001**. Disponível em: <<https://www.campograndenews.com.br/artigos/a-importancia-de-conquistar-a-iso-14001>>. Acesso em: 9 abr 2017.

LEITE, Paulo R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. 1ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

MAGRINI, Alessandra. **Impactos ambientais causados pelos plásticos: uma discussão abrangente sobre os mitos e os dados científicos**. Rio de Janeiro. Editora e-papers, 2012.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Impacto das embalagens no meio ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/consumo-consciente-de-embalagem/impacto-das-embalagens-no-meio-ambiente>>. Acesso em: 2 out 2017.

_____. **Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>>. Acesso em: 9 abr 2017.

MMA - Ministério do Meio Ambiente; IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Recolhimento, reciclagem e regeneração de fluidos refrigerantes: bom para o Meio Ambiente, bom para você!**. Disponível em: <http://www.protocolodemontreal.org.br/site/images/publicacoes/programa_brasileiro_eliminao_hcfc/Recolhimento_Reciclagem_e_Regenerao_de_Fluidos_Refrigerantes.pdf>.

Acesso em: 20 set 2017.

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: Estratégia, Operação e Avaliação**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Brasil produziu 1,4 milhão de toneladas de resíduos eletrônicos em 2014, afirma novo relatório da ONU**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/brasil-produziu-14-milhao-de-toneladas-de-residuos-eletronicos-em-2014-afirma-novo-relatorio-da-onu/>>. Acesso em: 9 abr 2017.

_____. **ONU: o plástico está cobrindo e destruindo nosso planeta**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?time_continue=453&v=3dmZrzeg2e0>. Acesso em: 2 out 2017.

_____. **ONU prevê que mundo terá 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico em 2017**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/onu-preve-que-mundo-tera-50-milhoes-de-toneladas-de-lixo-eletronico-em-2017/>>. Acesso em: 31 out 2017.

PNRS - Política Nacional dos Resíduos Sólidos. **Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 9 abr 2017.

PROCOBRE - International Copper Association. **O cobre é importante para o meio ambiente!**. Disponível em: <<http://procobre.org/media-center/pt-br/component/jdownloads/send/3-infografico/118-infografico-o-cobre-e-o-meio-ambiente.html>>. Acesso em: 4 out 2017.

RECIGASES. **Compra de gás**. Disponível em: <http://www.recigases.com/compra_fluido_refrigerante.html>. Acesso em: 20 set 2017.

SANTOS, Antônio C. **Avaliação do comportamento do concreto com adição de borracha obtida a partir da reciclagem de pneus com aplicação em placas pré-moldadas**. Maceió: UFAL, 2005. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2005.

SILVA, Adilson. **Neodímio X ímã de Ferrite**. Disponível em: <<http://www.italpro.com.br/neodimio/neodimio-x-ima-de-ferrite>>. Acesso em: 25 set 2017.

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Reciclagem de Materiais metálicos: Zinco**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/reciclagem-materiais-metalicos/pag12.php>>. Acesso em: 4 out 2017.

_____. **Reciclagem de Materiais metálicos: Cobre**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/reciclagem-materiais-metalicos/pag9.php>>.

Acesso em: 4 out 2017.

USGS - United States Geological Survey. **Aluminum**. Disponível em: <<https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/aluminum/mcs-2017-alumi.pdf>>. Acesso em: 5 out 2017.

VEIT, Hugo M. **Reciclagem de cobre de sucatas de placas de circuito impresso**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia/ Ciência e Tecnologia dos Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6530/000486549.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 31 out 2017.

ZANIN, Maria; MANCINI, Sandro D. **Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia**. São Carlos. Editora EdUFSCar, 2015.