



# **Estudo da viabilidade técnica do sistema de logística reversa de embalagens de lubrificantes pós-consumo do Município do Rio de Janeiro.**

**Mariana Moura Sampaio de Arruda.**

**Vanessa Akeda.**

## **Projeto de Final de Curso**

### **Orientadores**

**Prof<sup>a</sup> Juacyara Carbonelli Campos, D. Sc., UFRJ.**

**Prof<sup>a</sup> Maria José O. C. Guimarães, D. Sc., UFRJ.**

**Prof. Harley M. Martins, M. Sc., IFRJ.**

**Junho de 2013.**

**ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DO SISTEMA DE  
LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS DE LUBRIFICANTES  
PÓS-CONSUMO DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO.**

**Mariana Moura Sampaio de Arruda.**

**Vanessa Akeda.**

Projeto de Final de Curso submetido ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Química.

Aprovado por:

---

Carlos Augusto Machado da Costa e Silva, M.Sc.

---

Alexandre Lioi Nascentes, M.Sc.

---

Leila Yone Reznik, D.Sc.

Orientado por:

---

Juacyara C. Campos . D.Sc.

---

Maria José de O. C. Guimarães. D.Sc.

---

Harley M. Martins. M.Sc.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

Junho de 2013.

## **Ficha Catalográfica**

Arruda, Mariana Moura Sampaio

Akeda, Vanessa

Estudo e melhorias do sistema de logística reversa e reciclagem de embalagens de lubrificantes pós-consumo do Município do Rio de Janeiro. / Mariana Moura Sampaio de Arruda e Vanessa Akeda. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2013.

x, 52 p.; il.

(Projeto Final de Curso) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2013.

Orientadores: Juacyara Carbonelli Campos, Maria José O. C. Guimarães e Harley M. Martins.

1. Logística Reversa. 2. Reciclagem PEAD. 3. Embalagem óleo lubrificante. 4. Projeto Final de Curso. (Graduação – UFRJ/EQ). 5. Juacyara Carbonelli Campos, Maria José O. C. Guimarães e Harley M. Martins. I. Estudo e melhorias do sistema de logística reversa e reciclagem de embalagens de lubrificantes pós-consumo do Município do Rio de Janeiro.

## **Dedicatória:**

Dedicamos este trabalho a duas pessoas muito especiais em nossas vidas, mas que por ordem do destino e desígnios de Deus não se encontram mais conosco fisicamente:

Ao Sr. Yoshio Akeda (in memoriam), pai de Vanessa Akeda que sempre a incentivou a fazer o melhor e a lutar por seus objetivos e sonhos se fazendo presente dentro dos seus pensamentos e contribuindo na formação de uma excelente profissional. Abaixo um fragmento escrito de filha para o seu querido pai no dia de seu aniversário, em que ele completaria 63 anos:

“A vida é muito curta... Talvez você nunca entenda o real sentido dessa frase até perder alguém, deixar pra depois um momento que você nunca mais poderá recuperar ou não repetir um gesto que se tornou uma rotina, como um simples "boa noite"... Sim. A vida voa! E algumas pessoas também voam. Enfim, estou apenas tentando aprender a dar valor para as coisas certas...

Feliz aniversário, pai.”

Ao Sr. Valdir Pinto Vargas (in memoriam), tio e padrinho de Mariana Moura que mostrou a ela que o impossível não existe quando se sonha, que amor de pai e filha nasce quando o coração deseja e não quando a biologia manda, e acima de tudo que o amor não morre com a morte, ele parte se transfere para outros e se aquieta dentro do peito se transformando em saudade. Muitas vezes sua seriedade foi confundida como ignorância, e poucos entenderam a grandiosidade que existia dentro de você. Felicidade é ter você em minha vida, mesmo que não no âmbito físico, mas te sinto vivo dentro de mim. Muito obrigada pelos seus ensinamentos e por me fazer esse alguém de personalidade que sou hoje. Eu te amo sempre e para sempre.

**Citação:**

"Impossível é uma palavra que existe só nos dicionários dos fracos".

**Napoleão Bonaparte.**

## **Agradecimentos:**

Agradecemos em primeiro lugar a Deus, por nos guiar no caminho do bem e nos dar forças para seguir e lutar nos momentos de angústia, tristeza e solidão durante a longa jornada da graduação na EQ.

Agradecemos também aos nossos pais (Yoshio (in memoriam), Edna, Noaldo e Ivanilda) que nos amam e lutam por nossos ideais conosco como se fossem seus próprios objetivos. Obrigada por cada minuto de dedicação e carinho dispensado a nós a todo o momento de nossas vidas.

Às nossas irmãs (Christiane Akeda e Vivian Moura) pelo companheirismo. Vocês foram escolhidas a dedo por Deus para estarem junto a nós nessa longa caminhada chamada vida.

Ao querido Rodrigo Cruz (marido de Mariana Moura) por todo o seu desprendimento a nos ajudar sempre que necessário para a conclusão deste trabalho. Obrigada pela parceria, carinho, dedicação e apoio oferecidos a nós duas durante grande parte da graduação.

Aos nossos amigos, sejam eles da faculdade, do colégio, do cursinho, de infância, ou aqueles que entraram em nossas vidas por simples obra do acaso, o nosso muito obrigada. Obrigada pelas festas, pelas noites de estudo viradas, pela compreensão quando não pudemos estar junto a vocês devido às obrigações de ser um aluno da EQ, e o mais importante, obrigado por serem nossos amigos e se fazerem presentes sempre que precisamos.

Aos nossos orientadores que nos ofereceram seus conhecimentos estando sempre disponíveis quando solicitamos sua ajuda. Obrigada por desprenderem de seu espaço, seus equipamentos, seu tempo para tornar viável a realização deste trabalho.

Aos nossos novos e dedicados amigos do laboratório I-161, em especial ao Gabriel, Yasmin, Alex e Rafaela que nos prestaram total assistência e ajuda tanto na realização experimental como na obtenção de resultados estatísticos, tornando mais eficiente a realização deste trabalho.

E finalmente, o nosso muito obrigada a toda Escola de Química, que nos acolheu e durante todos esses anos nos ajudou na transformação de adolescentes em profissionais de excelência.

Resumo do Projeto Final de Curso apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Química.

## **ESTUDO DO SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA E RECICLAGEM DE EMBALAGENS DE LUBRIFICANTES PÓS- CONSUMO DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO.**

Mariana Moura Sampaio de Arruda.

Vanessa Akeda.

Junho, 2013.

Orientadores: Prof<sup>ª</sup> Juacyara Carbonelli Campos, Doutora.

Prof<sup>ª</sup> Maria José O. C. Guimarães, Doutora.

Prof. Harley M. Martins, Mestre.

O presente trabalho apresenta avaliação do cenário atual de gerenciamento das embalagens pós-consumo de lubrificantes automotivos no Município do Rio de Janeiro propondo metodologia alternativa para logística reversa desse tipo de resíduo. O diagnóstico realizado considerou análise das práticas atuais através de pesquisa de campo com entrevista estruturada. O procedimento experimental realizado proporcionou a escolha de uma condição com boa relação custo benefício entre o gasto de energia com aquecimento e a inclinação da embalagem de lubrificante para o escoamento eficiente do óleo residual. As melhorias sugeridas na sistemática atual contemplam aspectos econômicos, logísticos, técnicos e ambientais e pretende direcionar as ações dos envolvidos na cadeia produtiva de óleos lubrificantes automotivos no sentido da implantação de um sistema de coleta, descontaminação, armazenamento temporário, transporte e reciclagem dos frascos pós-abastecimento, que se apresente como viável à escala real e capaz de cumprir os preceitos preconizados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, especificamente no que se refere ao inciso IV, artigo 33 da Lei 12.305/10.

# ÍNDICE

1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	4
3. Revisão Bibliográfica .....	5
3.1. Obtenção do PEAD, suas utilizações e transformados plásticos .....	5
3.2. Gerenciamento de resíduos de embalagens lubrificantes .....	8
3.3. Política Nacional de Resíduos Sólidos .....	13
3.4. Iniciativas de gerenciamento de embalagens lubrificantes no Brasil .....	16
3.5. O Programa Jogue Limpo .....	17
3.6. Aspectos mercadológicos no cenário atual .....	20
4. Materiais e Métodos .....	23
4.1. Pesquisa de campo realizada em cooperação entre UFRJ e IFRJ .....	23
4.1.1. Seleção da área de estudo .....	23
4.1.2. Metodologia de entrevista estruturada.....	25
4.1.3. Planejamento das entrevistas realizadas .....	25
4.2. Otimização das condições de remoção do resíduo oleoso .....	25
4.2.1. Definição do óleo lubrificante utilizado .....	26
4.2.2. Posicionamento da embalagem .....	27
4.2.3. Aquecimento da embalagem .....	27
4.2.4. Planejamento experimental.....	27
4.2.5. Procedimento experimental .....	28
4.2.6. Definição do percentual de remoção a ser definido como meta para análise estatística .....	31
5. Resultados e Discussão.....	33
5.1. Dados obtidos na pesquisa de campo realizada em cooperação entre UFRJ e IFRJ .....	33
5.2. Otimização das condições de remoção do resíduo oleoso .....	37
5.2.1. Análise do percentual de remoção .....	37
5.2.2. Análise e definição do ponto ótimo para o escoamento.....	39
6. Conclusões.....	46
7. Referências Bibliográficas.....	48
<b>APÊNDICE A</b> .....	<b>52</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Consumo de eteno na produção de seus derivados (%) em 2011. ....	5
Figura 2: Ciclo de vida da cadeia de polímeros – 2012.....	6
Figura 3: Cadeia petroquímica e de plástico. ....	7
Figura 4: Produção mundial de plásticos em 2011 em milhões de toneladas.....	7
Figura 5: Demanda de PEAD por segmento. ....	8
Figura 6: Simbologia indicativa na identificação de materiais plásticos.....	9
Figura 7: Principais etapas da reciclagem mecânica de plásticos.....	10
Figura 8: Evolução na quantidade de empresas da indústria de reciclagem mecânica de plásticos no Brasil. ...	10
Figura 9: Índice de Reciclagem Mecânica de Plásticos Pós-Consumo – Brasil no contexto mundial. ....	11
Figura 10: Reciclagem de resíduo plástico por tipo de resina. ....	12
Figura 11(a) e (b) Armazenamento temporário das embalagens e caminhão de coleta e envio à reciclagem. ...	17
Figura 12: Regiões territoriais abrangidas pelo programa “Jogue Limpo” até maio, 2013.....	18
Figura 13: Quantidade de embalagens destinadas à reciclagem pelo programa “Jogue Limpo” até maio, 2013. .....	19
Figura 14: Produção anual de lubrificantes automotivos de empresas filiadas ao SINDICOM.....	19
Figura 15: Projeção da produção mundial de veículos automotivos até 2019.....	20
Figura 16: Distribuição mercadológica do setor de lubrificantes no Brasil em 2010.....	21
Figura 17: Panorama do uso final no mercado de lubrificantes em 2010.....	21
Figura 18: Distribuição regional da demanda do mercado de lubrificantes no Brasil em 2010. ....	22
Figura 19: Mapa Regional do Município do Rio de Janeiro indicando os locais das entrevistas.....	23
Figura 20 (a) e (b): Aquecimento da embalagem e estabilização da temperatura. ....	29
Figura 21: Ajuste da angulação e do nível de bolha de ar. ....	29
Figura 22: Experimentos sendo realizados a 70 e 45 graus de inclinação, respectivamente.....	30
Figura 23: Experimento realizado a 27°C e inclinação de 70 graus.....	30
Figura 24: Momento de queda de uma gota e posterior aferição na balança.....	31
Figura 25: Fotos da utilização inadequada do aparato coletor de óleo.....	34
Figura 26: Resíduos destampados durante o armazenamento. ....	35
Figura 27: Fotos do armazenamento temporário inadequado das embalagens. ....	36
Figura 28: Curvas de remoção de óleo em relação ao tempo de escoamento. ....	37
Figura 29: Curvas comparativas de remoção de óleo a temperatura ambiente e com aquecimento. ....	39
Figura 30: Resultados do STATISTICA 8.0 para o corte em 10 minutos (a) Pareto, (b) 2D, (c) 3D. ....	41
Figura 31: Resultados do STATISTICA 8.0 para o corte em 20 minutos: (a) Pareto, (b) 2D, (c) 3D. ....	43
Figura 32: Resultados do STATISTICA 8.0 para o corte em 30 minutos (a) Pareto, (b) 2D, (c) 3D. ....	45

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Indicadores brasileiros na evolução da reciclagem nos anos de 2010 e 2011. ....	11
Tabela 2: Números do programa Jogue Limpo. ....	18
Tabela 3: Áreas de planejamento e regiões administrativas do Município do Rio de Janeiro – 2010 .....	24
Tabela 4: Especificações do óleo Lubrax SN 15W/40 .....	26
Tabela 5: Planejamento para experimentos à temperatura ambiente.....	27
Tabela 6: Planejamento experimental utilizado do tipo fatorial 2n com triplicata do ponto central .....	28
Tabela 7: Distribuição das massas dos frascos vazios utilizados nos ensaios do presente trabalho.....	32
Tabela 8: Cálculos realizados para definição do padrão de remoção. ....	32
Tabela 9: Síntese de parâmetros analisados durante a pesquisa. ....	33
Tabela 10: Fatores encontrados durante a pesquisa.....	35
Tabela 11: Formas inadequadas de armazenamento de embalagens pós-consumo.....	36

## NOMENCLATURA

ABNT – Associação Brasileira de Norma Técnicas  
ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis  
BRIC – Sigla de países que se destacaram no cenário econômico atual como países em desenvolvimento (Brasil, Rússia, Índia, China)  
COPLAST/ABIQUIM – Comissão Setorial de Resinas Termoplásticas da Associação Brasileira da Indústria Química  
DCE – 1,2 Dicloroetano  
EB – Etilbenzeno  
EG – Etileno Glicol (do inglês, Ethylene Glycol)  
EO – Óxido de Etileno (do inglês, Ethylene Oxide)  
FECOMBUSTÍVEIS – Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e Lubrificantes  
FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo  
FISPQ – Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IFRJ – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
IRMP – Índice de Reciclagem Mecânica de Plástico Pós-Consumo  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
PE – Polietileno  
PEAD – Polietileno de Alta de Densidade  
PEBD – Polietileno de Baixa Densidade  
PELBD – Polietileno Linear de Baixa Densidade  
PET - Politereftalato de Etileno  
Plastivida – Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos  
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos  
PP – Polipropileno  
PS – Poliestireno  
PVA – Polinivil Álcool  
PVC – Policloreto de Vinila  
PWC – Empresa (do inglês, PriceWaterhouseCoopers)  
RECAP – Sindicato do Comércio Varejista de Derivados de Petróleo de Campinas e Região  
SEMA/FEPAM – Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul e Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS  
SINDICOM – Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes  
SINIR – Sistema de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos  
SM – Monômero de Estireno (do inglês, Styrene Monomer)  
STATISTICA – Software de métodos estatísticos produzido pela StatSoft.  
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro  
WEForum – Fórum Mundial de Economia (do inglês The World Economic Forum)

## 1. Introdução

Nas últimas décadas tem crescido consideravelmente a preocupação no que diz respeito às questões ambientais. A sociedade como um todo vem questionando qual legado deve ser deixado e como estará o mundo para a sobrevivência das gerações futuras. Dentro dessa temática, encontra-se o gerenciamento de resíduos sólidos.

Os plásticos tiveram seu uso disseminado como solução industrial em diversos segmentos devido as suas propriedades singulares tais como: facilidade à moldagem, baixo peso, baixo custo e alta resistência ao impacto. Em todo o mundo, o setor de plásticos não ficou imune à crise econômica global em 2008. Porém em 2010 e 2011, houve a recuperação do setor. A produção global de plásticos aumentou de 10 milhões de toneladas em 1950 para cerca de 280 milhões de toneladas em 2011, dando continuidade ao padrão de crescimento que a indústria tem desfrutado desde 1950 cerca de 9% ao ano (Plastics-the Fact, 2012).

Novas considerações ambientais, econômicas e petrolíferas têm induzido a comunidade científica a lidar com polímeros reciclados (Fall e colaboradores., 2010; Salmiaton and Garforth, 2007; Taurino e colaboradores., 2010).

Segundo Pacheco e colaboradores (2012), a conservação de recursos naturais não renováveis como o petróleo, que é matéria prima para os materiais plásticos é um fator benéfico e pode ser realizado através da reciclagem. Os materiais mais reciclados mundialmente são papéis e plásticos. A vida útil dos plásticos pode ser aumentada através da reciclagem, que reduz a necessidade de resinas virgens para produtos que possibilitam a utilização de plástico reciclado. Num âmbito social, a reciclagem é extremamente válida, pois gera empregos diretos e indiretos, transformando resíduos em artefatos de considerável valor agregado. A geração de empregos é um aspecto importante principalmente para países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil.

A composição do resíduo sólido no Brasil é indicada através de estudos que encontraram o valor de 30% de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) do total de resinas rígidas coletadas atingindo o segundo lugar, perdendo apenas para o PET (Poli (tereftalato de etileno)) com 60% do total (Mancini e colaboradores, 2004).

O tipo de plástico a ser utilizado depende de cada necessidade da aplicação final variando as propriedades especificamente. São largamente aplicados em embalagens, sendo este o maior mercado consumidor, representando 39,4% da demanda europeia em 2011 (Plastics-the-Fact, 2012).

O PE (Polietileno) é um dos principais polímeros dentre as resinas termoplásticas, originado a partir do eteno obtido do refino de petróleo. O PEAD é um dos polímeros mais comumente utilizados ao redor do mundo, geralmente encontrado em sacos plásticos, garrafas plásticas, tampas de refrigerante, potes para freezer e garrações de água mineral, além de brinquedos e eletrodomésticos, cerdas de vassoura e escovas, fitas adesivas, entre outros. O PEAD tem propriedades que o tornam ideal para o mercado de embalagens. Ele é mais resistente que o PE de baixa densidade, atua como uma barreira contra a umidade e se mantém sólido numa ampla faixa de temperatura. Resiste a insetos, decomposição e a outros químicos (COPLAST/ABIQUIM, 2012; Reis e colaboradores., 2013).

Dessa forma, a indústria de lubrificantes optou através das características acima mencionadas, pelo PEAD para constituir o corpo do frasco das embalagens de óleo lubrificante. No Brasil, a troca de óleo lubrificante é comumente realizada em postos de combustíveis em embalagens de 1L de óleo e o frasco pós-consumo se torna um problema ao meio ambiente. Segundo Lei e Wu (2011), esse tipo de material pode levar 1000 anos para se decompor.

Os frascos do produto pós-consumo, contaminados com resíduo oleoso e seus aditivos, permanecem até que sejam coletados e, na grande maioria dos casos, destinados para lixões ou aterros (FIESP, 2007). Esse fator se deve principalmente ao fato de parte do óleo lubrificante permanecer dentro da embalagem após a utilização, constituindo o conjunto frasco de PEAD e óleo lubrificante residual um resíduo perigoso classe I, segundo a norma NBR 10.004/04, da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), devendo ser adequadamente destinado e obedecendo a requisitos para armazenamento temporário e transporte do mesmo. Além disso, conforme Xavier e colaboradores (2005), com confirmação do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2011), a presença de óleo lubrificante remanescente nos frascos de PEAD impõe periculosidade ainda maior ao resíduo em questão, quando considerado o potencial de contaminação do meio por esse hidrocarboneto e seus aditivos, através de diversas vias (solo, meio aquoso e atmosférico – queima).

Em relação ao impacto ambiental de poluição de rios e lençóis freáticos, Lei & Wu (2011) afirmam que um galão de óleo tem o potencial para contaminar até um milhão de galões de água potável.

O estudo de Xavier e colaboradores (2005) determina que o teor de óleo que permanece na embalagem após o abastecimento – chamado de resíduo de abastecimento – é de, aproximadamente, 3% do óleo envasado.

Assim como na pesquisa realizada por AMBIENTE BRASIL (2012), procurou-se encontrar o valor médio de óleo residual. Quando descartados, os frascos de óleo lubrificante ainda mantêm importante quantidade de óleo. Em cada frasco de 1L de lubrificante restam em média 20 mililitros de óleo.

Conforme Silva (2006), o óleo residual presente nas embalagens de lubrificantes pós-consumidas dificulta a reciclagem, uma vez que aumenta o índice de fluidez do material quando submetido ao processo de extrusão sem lavagem prévia.

Outro aspecto crítico, citado por Lei & Wu (2009), tem relação com o controle rígido da temperatura necessário durante a reciclagem, uma vez que os pesquisadores afirmam que temperaturas superiores a 200°C podem levar à degradação térmica do resíduo oleoso, transmitindo forte odor ao plástico reciclado.

As recicladoras atualmente instaladas no país tiveram que se adaptar a má qualidade de sua matéria-prima e implantaram sistemas de reciclagem mecânica que precisam ser precedidos de processos de separação e limpeza (Silvério, 2007).

Para o caso dos frascos de lubrificantes pós-consumo contaminados com resíduo oleoso, as empresas incluem etapas de lavagem e secagem, com consumo de grandes quantidades de água e energia, além da geração de significativo volume de efluentes a serem tratados. Os custos de alguns dos sistemas de coleta seletiva implantados são extremamente elevados, assumindo valores até três vezes maiores que aqueles associados à produção de resinas virgens (Santos e colaboradores, 2004).

Assim, faz-se necessária a tomada de medidas que tornem viável a reciclagem desses resíduos para melhoria em aspectos ambientais e econômicos no gerenciamento de embalagens de lubrificantes pós-consumo.

## 2. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é avaliar as práticas atuais do sistema de logística reversa e reciclagem de embalagens de lubrificantes pós-consumo do Município do Rio de Janeiro.

Como objetivos específicos:

- Verificação da situação atual nos postos de combustíveis em relação à comercialização e armazenamentos das embalagens de óleos lubrificantes;
- Proposição de sistemáticas de adequação à legislação ambiental vigente tendo como princípio a simplicidade e a viabilidade econômica de acordo com a realidade brasileira;
- Busca por alternativa tecnológica de fácil aplicação no estudo do escoamento do óleo residual dessas embalagens de modo a contribuir com a remoção de forma mais eficaz do que é feito atualmente, encontrando-se assim, o par ângulo de inclinação e temperatura com melhor custo/benefício.

### 3. Revisão Bibliográfica

#### 3.1. Obtenção do PEAD, suas utilizações e transformados plásticos

O etileno é uma olefina obtida principalmente a partir da fração Gás Combustível ( $C_1-C_2$ ) ou do craqueamento da nafta ambos oriundos do refino do petróleo. O eteno sofre transformação gerando enorme árvore petroquímica, destacando-se algumas rotas para formação dos seguintes produtos: Etanolaminas a partir de óxidos de etilenos (EO/EG) para utilização em absorção de gases, detergentes e inibidores de corrosão; PVC (Policloreto de Vinila) a partir de 1,2 dicloroeteno (DCE); PVA (Poli(álcool vinílico)); PS (Poliestireno) a partir de etilbenzeno (EB/SM); Propanol que atua como intermediário e solvente; Ácido Propanóico que é preservativo de cereais; Polietilenos (PEAD, PEBD, PELBD). A Figura 1 mostra que o maior uso do etileno na indústria é na formação de seus polímeros:

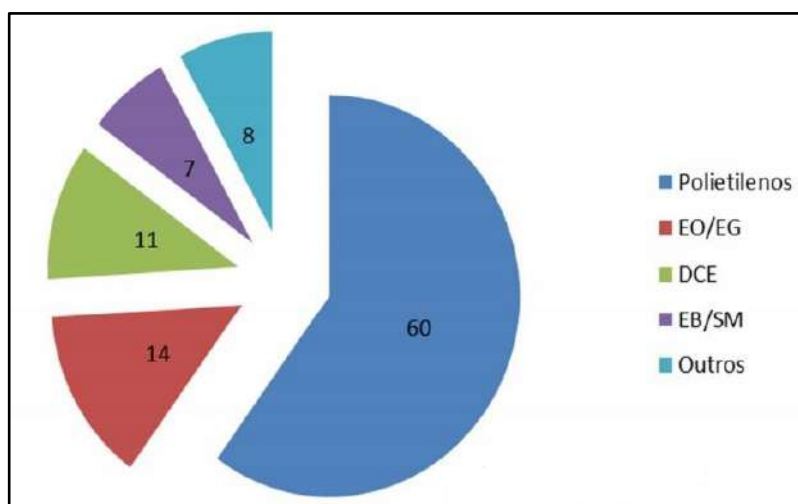


Figura 1: Consumo de eteno na produção de seus derivados (%) em 2011.

Fonte: Elaboração própria baseado em Eramo, 2012.

Outra forma de obtenção de polietileno e atualmente já disseminada é o Polietileno Verde da BRASKEM. O polímero é obtido a partir da desidratação de etanol originado da cana-de-açúcar. A empresa investiu desde 2007 US\$ 290 milhões de dólares na planta da empresa em Triunfo-RS de 200 mil toneladas/ano de PE a partir de fonte renovável (Braskem, 2013). A empresa garante que o PE verde possui as mesmas características e especificações do PE de origem fóssil. O produto já recebeu diversos certificados de sustentabilidade e inovação (Braskem, 2013).

O ciclo de vida na inovação de tecnologias mostra que com sucessivos grupos de consumidores adotando a nova tecnologia, o percentual de mercado acabará por atingir o nível de saturação e conseqüentemente o envelhecimento da tecnologia. O marketing deve ser estabelecido de acordo com o tipo de público que se visa atingir em cada etapa de disseminação.



Para a cadeia de polímeros, a tecnologia não atua de modo diferente. As resinas termoplásticas como o PP (polipropileno), PS, PVC e PE, que é o foco desse estudo, já se mostram como polímeros maduros, ou seja, já foram suficientemente disseminados e no futuro serão resinas em envelhecimento. A Figura 2 mostra exatamente este contexto do cenário atual:

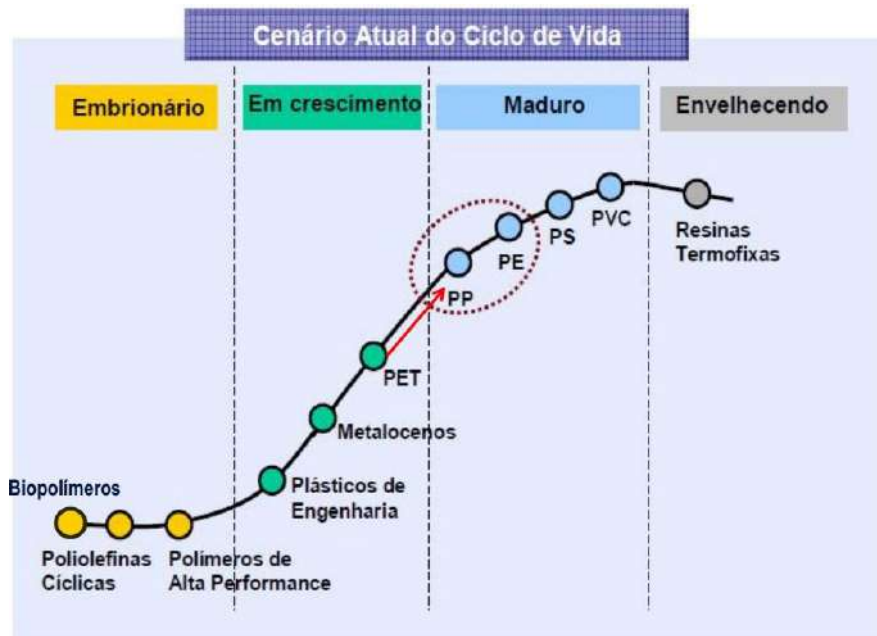


Figura 2: Ciclo de vida da cadeia de polímeros – 2012.

Fonte: Elaboração própria baseado em nota de aula da disciplina “Gestão da Inovação da Indústria de Polímeros”, 2012.

Os termoplásticos podem ser processados mais de uma vez. Ou seja, podem ser aquecidos ou resfriados, alterando seu estado físico, mas sem que ocorra alguma modificação em sua estrutura química. Estes são os plásticos mais utilizados no Brasil devido ao seu processamento e suas aplicações. A estrutura da cadeia petroquímica e de plástico é segmentada em “três gerações”. A indústria de transformação de plástico compõe a terceira geração dessa cadeia, a qual transforma a resina em produtos que poderão ser destinados ao mercado consumidor, conforme mostra a Figura 3.

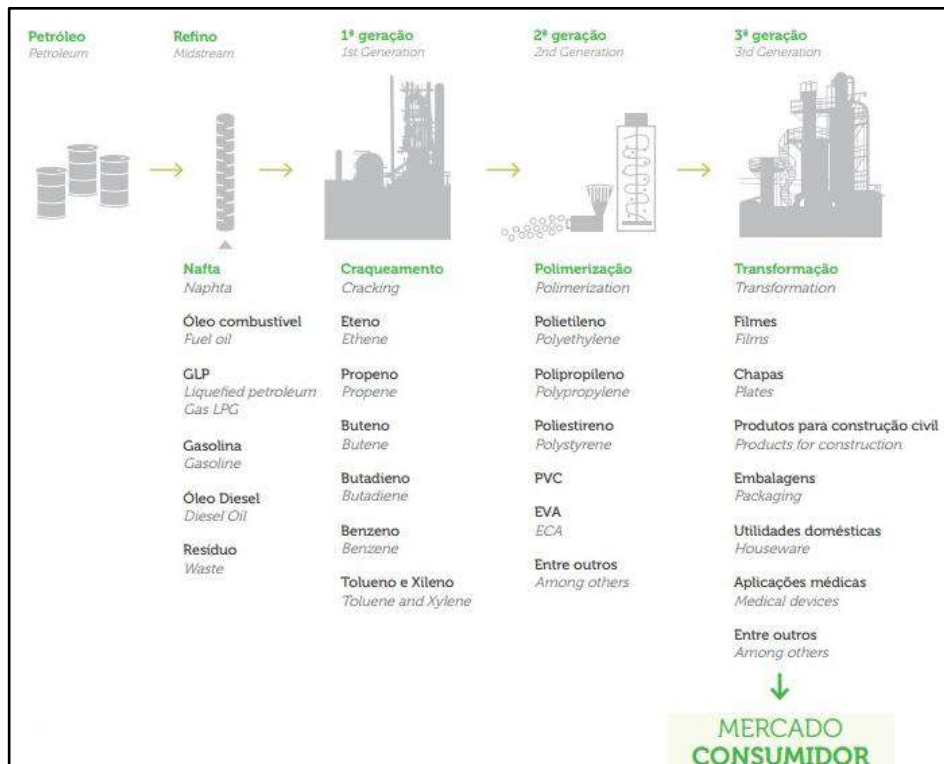


Figura 3: Cadeia petroquímica e de plástico.  
Fonte: Abiplast, 2012.

A produção mundial de plásticos em 2011 alcançou em torno de 280 milhões de toneladas, um crescimento de 4% em relação a 2010. O Brasil produz o equivalente a 2% da produção mundial de plástico. A Figura 4 mostra os principais produtores mundiais de plásticos.

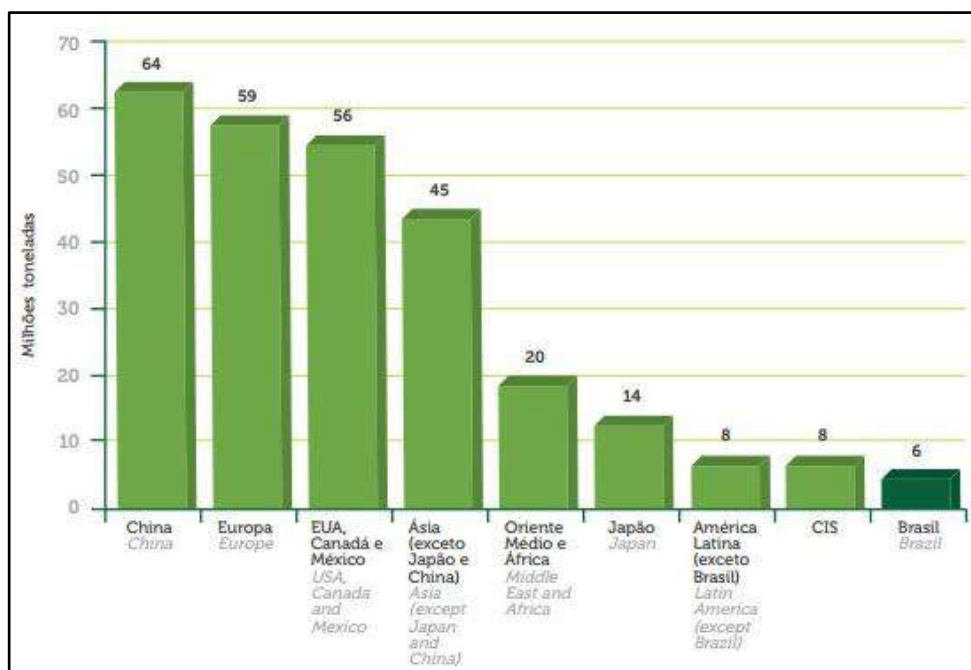


Figura 4: Produção mundial de plásticos em 2011 em milhões de toneladas.  
Fonte: Abiplast, 2012.

O PEAD é um material opaco devido a sua maior densidade, possui alto grau de cristalinidade e melhores propriedades mecânicas que o PEBD (Polietileno de Baixa Densidade) e

PELBD (Polietileno Linear de Baixa Densidade), mais resistente e mais fácil de ser processado. Resistente à maioria das substâncias químicas, porém não resiste a fortes agentes oxidantes (Abiplast, 2005). É utilizado principalmente no acondicionamento de óleos, graxas e detergentes, em sacolas de supermercados, tampas, tambores para tintas, potes, utilidades domésticas, entre outros.

Em pesquisa feita por Austin (2011), aproximadamente 34% de toda produção brasileira de PEAD é destinada à revenda. A produção de embalagens para produtos alimentícios, higiene e limpeza e cosméticos ocupa um lugar de destaque com 32% de toda a demanda nacional. Em virtude de sua rigidez, fácil manuseio e custo acessível o PEAD é bastante usado na construção civil e cerca 10% de sua produção é utilizado para este fim. A indústria automobilística, por sua vez, responde por aproximadamente 6% da demanda interna da resina. A Figura 5 mostra a divisão percentual da utilização final de PEAD:

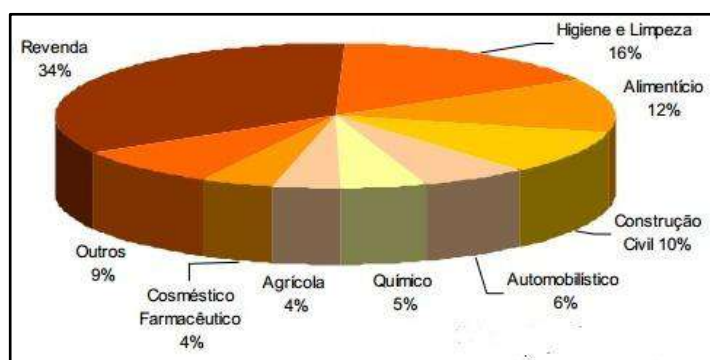


Figura 5: Demanda de PEAD por segmento.

Fonte: Análise setorial de Plásticos AUSTIN ASIS – Maio 2011 *apud* Leite, L. F., 2012.

### 3.2. Gerenciamento de resíduos de embalagens lubrificantes

Programas de gerenciamento desse tipo de resíduo devem considerar o emprego de métodos que assegurem a remoção máxima do material oleoso, de forma a reduzir a periculosidade do rejeito plástico e facilitar os processos de disposição escolhidos. Lei e Wu (2011) informam que nos Estados Unidos 20 milhões de galões de óleo residual são dispostos no ambiente a cada ano e afirmam que tal resíduo oleoso faz com que as embalagens plásticas de óleos lubrificantes pós-consumo não sejam aceitas na maioria dos programas de reciclagem existentes naquele país.

Segundo Pacheco e colaboradores (2012), no Estado do Rio de Janeiro a capacidade das empresas recicladoras está muito abaixo da necessidade de demanda da região metropolitana. Outro fator importante nessa questão é que 60% do plástico reciclado no estado é coletado por catadores em lixões e aterros (Pacheco e colaboradores, 2012). Destaca-se ainda a necessidade da coleta seletiva como a força motriz para a viabilização dos processos de reciclagem, obtendo-se produtos com maior qualidade e menor custo. A reciclagem mecânica é o processo de reciclagem disseminado no Brasil. Consiste basicamente em processos físicos transformando resíduos

plásticos em grânulos que misturados ou não com resinas virgens, originam artefatos plásticos como sacos de lixo, vassouras, conduítes, mangueiras entre outros (Silvério, 2007). Esse tipo de procedimento pode ou não ser precedido de etapas como separação, triagem e limpeza.

A etapa de separação é feita manualmente através de operários que realizam o procedimento através do conhecimento do tipo de embalagem e identificação contida no plástico pós-consumo (D'Almeida; Vilhena, 2000; Spinacé; De Paoli, 2005). A simbologia de identificação de materiais plásticos é definida através da norma NBR 13.230 da ABNT conforme Figura 6.

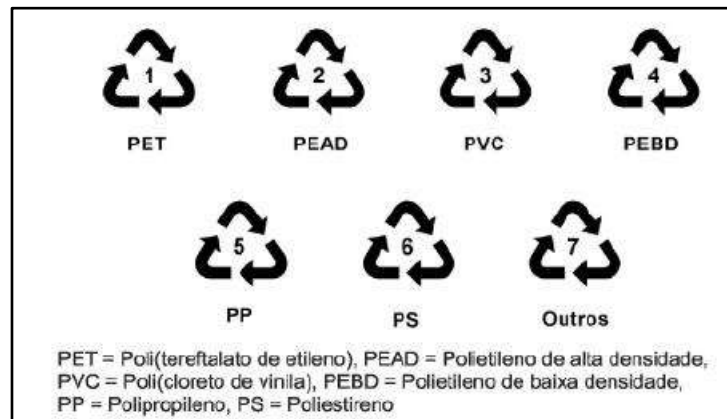


Figura 6: Simbologia indicativa na identificação de materiais plásticos.

Fonte: Spinacé; De Paoli, 2005.

A vantagem deste tipo de reciclagem é a facilidade na obtenção de matérias primas de baixo custo. Porém, para o caso de embalagens de óleo lubrificante pós-consumo são necessárias etapas de lavagem e secagem, o que torna o processo mais caro, visto que há significativa geração de efluentes.

Segundo Martins (2005), essas operações adicionais são conduzidas em equipamentos de custo elevado de aquisição e manutenção. O conjunto lavadora mais secadora de plásticos representa cerca de 30% do investimento inicial do reciclador.

A Figura 7 mostra um esquema simplificado da reciclagem mecânica.

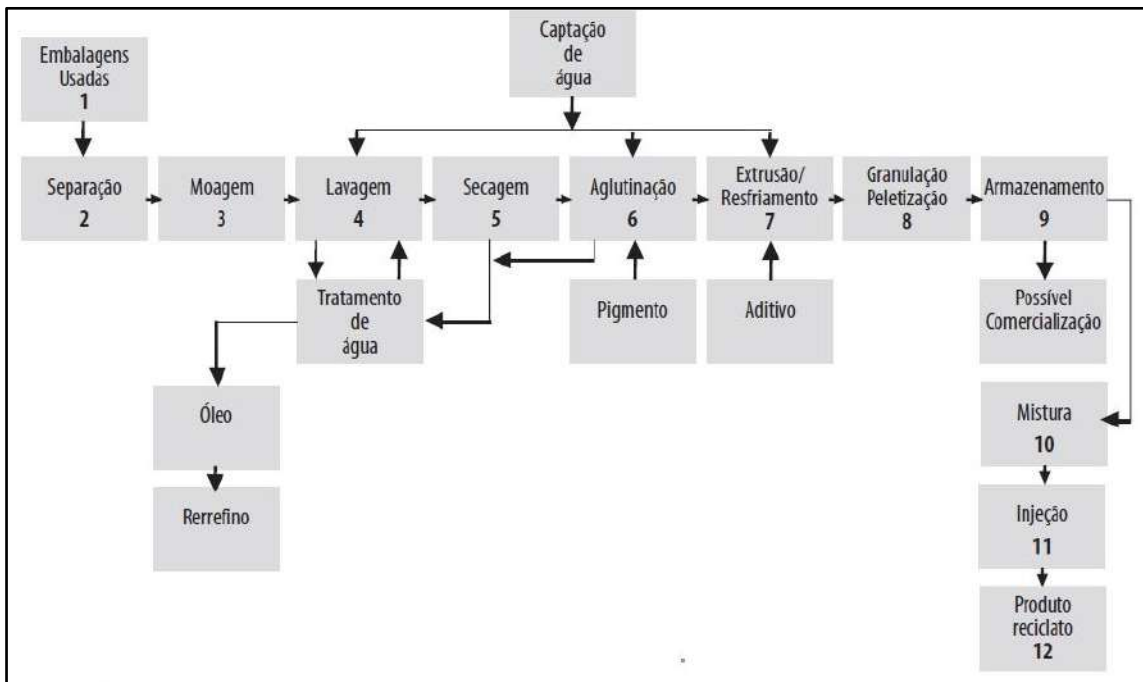


Figura 7: Principais etapas da reciclagem mecânica de plásticos.

Fonte: FIESP, 2007.

A Figura 8 evidencia um aumento significativo de empresas de reciclagem mecânica no Brasil, esse número se mostra insuficiente frente à demanda de resíduos.

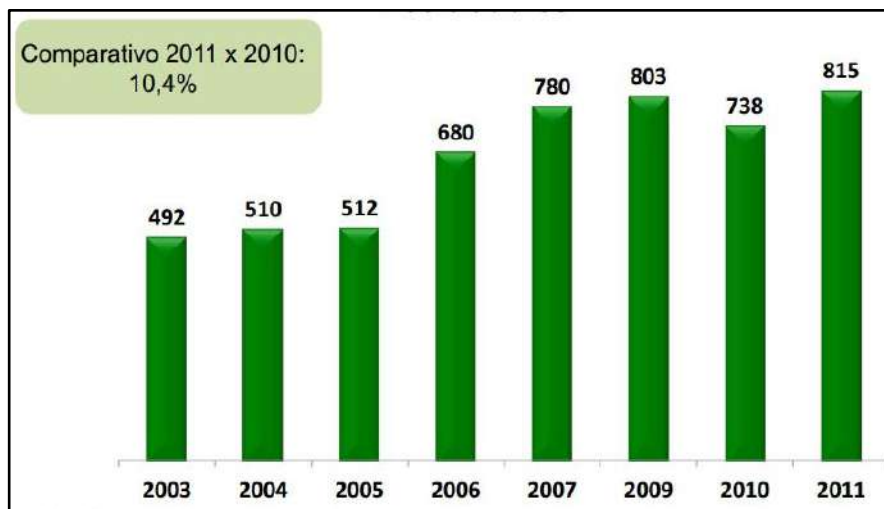


Figura 8: Evolução na quantidade de empresas da indústria de reciclagem mecânica de plásticos no Brasil.

Fonte: Plastivida, 2012.

Apesar do aumento do número de empresas recicladoras no Brasil, a crescente geração de empregos e aumento no faturamento, nota-se uma considerável diferença na capacidade instalada e na produção de plásticos reciclados. Assim, observa-se que parte da capacidade de reciclagem está ociosa, por falta de material a ser reciclado, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Indicadores brasileiros na evolução da reciclagem nos anos de 2010 e 2011.

Indicadores	2010	2011	Crescimento
Recicladores	738	815	10,4%
Empregados diretos	18.288	22.705	24,2%
Faturamento bruto (R\$mil)	1.947	2.393	22,9%
Preço médio de venda (R\$/ton)	2.044	2.223	8,8%
Capacidade instalada (ton mil)	1.477	1.716	16,2%
Quantidade de plástico reciclado (ton mil)	953	1.077	13,0%

Fonte: Plastivida, 2012.

No contexto mundial, o Brasil se encontra entre os dez países com maior Índice de Reciclagem Mecânica de Plástico Pós-Consumo (IRMP), porém ainda está atrasado na reciclagem como um todo se comparado aos países com grande desempenho em reciclagem, como o Japão e países europeus onde as reciclagens química e energética são mais disseminadas. Isso se deve a alguns entraves para o desenvolvimento dessa atividade no país, como: o aumento no preço do polímero reciclado se comparado à resina virgem; altos custos com utilidades; má qualidade da matéria prima; baixa confiabilidade do consumidor final na utilização de produtos reciclados; falta de apoio governamental, além da pouca aplicação da PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos) por todos os atores envolvidos na cadeia (Plastivida, 2012). A Figura 9 mostra o IRMP comparativo entre o Brasil e os países europeus.

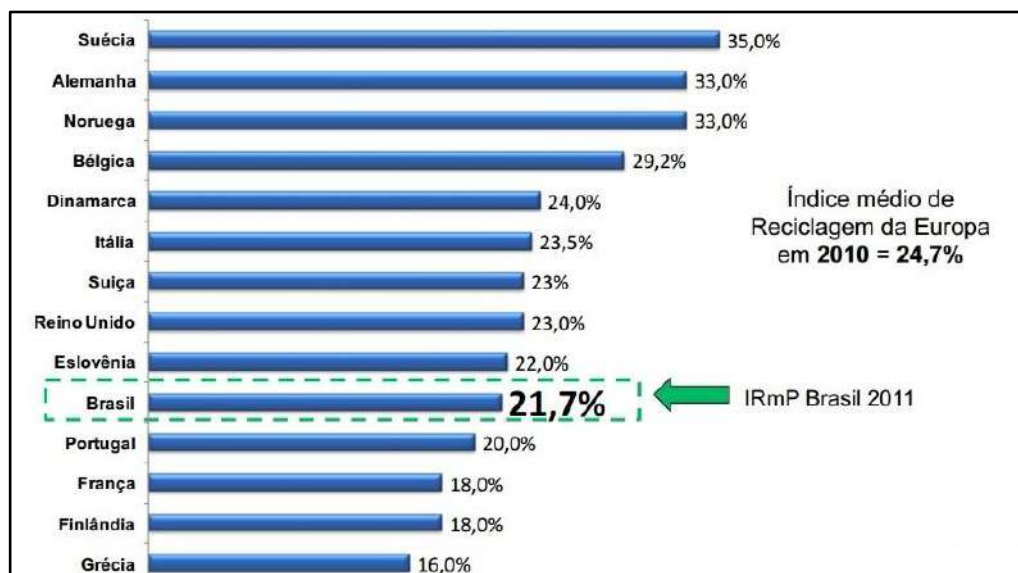


Figura 9: Índice de Reciclagem Mecânica de Plásticos Pós-Consumo – Brasil no contexto mundial.

Nota: Índice de reciclagem mecânica = (resíduo reciclado + resíduo exportado para reciclagem) / resíduo plástico gerado.

Fonte: Plastivida, 2012.

O PET ainda é o material plástico mais reciclado no Brasil, seguido pelos produtos de polietileno (PEBD, PEBDL e PEAD), os quais são na sua maioria embalagens de alimentos e bebidas. A Figura 10 representa o percentual de reciclagem de cada tipo de resina plástica em 2010.

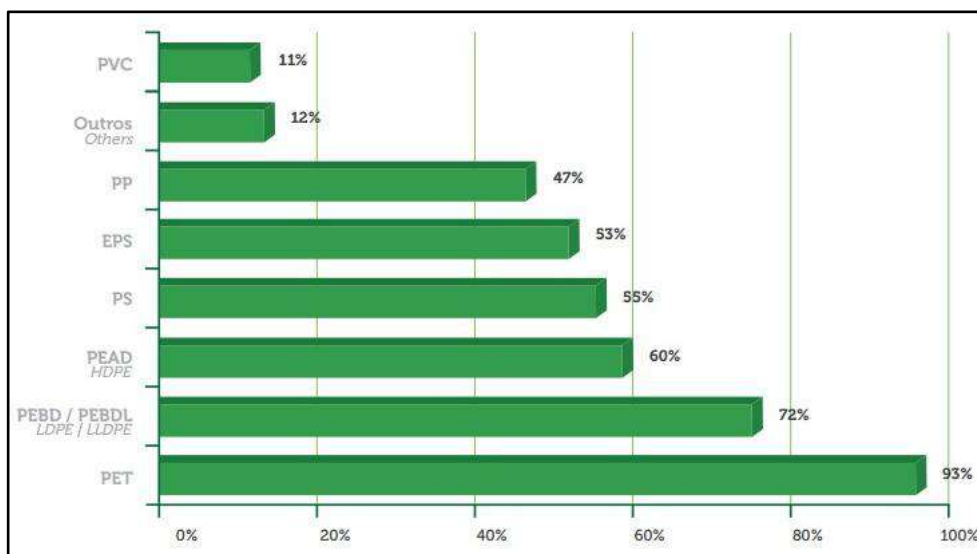


Figura 10: Reciclagem de resíduo plástico por tipo de resina.

Fonte: Abiplast, 2012.

Pesquisas recentes como Lei e Wu (2011) e Kudrjawzew (2009), buscam estratégias para a reciclagem direta do conjunto embalagem lubrificante + resíduo oleoso, porém essas alternativas se restringem a processos de extrusão e injeção com aplicações específicas e geração de produtos com baixo valor agregado.

Através de visita realizada anteriormente por Martins (2012) à recicladora LMG em Duque de Caxias, Município do Estado Rio de Janeiro, a reciclagem de embalagens de lubrificantes usadas é feita diretamente, pois etapas de limpeza inviabilizam o processo de produção devido a custos maiores com água, energia e tratamento de efluentes gerados. Observou-se também que a resina produzida é extrusada ou injetada e os artefatos produzidos apresentam odor de óleo, além de serem de baixo valor comercial. Além disso, a quantidade de óleo residual presente nas embalagens inviabiliza o processo de injeção por sopro para confecção de peças ocas e de maior valor comercial, além da obtenção de peças deformadas quando injetadas.

Na pesquisa de Lei e Wu (2011), o óleo residual foi removido por drenagem com percentuais de retenção abaixo de 6% em massa do frasco vazio e o material foi reciclado diretamente, obtendo-se um compósito de madeira plástica, que é um material com valor comercial.

Dessa forma, é de suma importância ambiental a definição de metodologia adequada para o recolhimento desse resíduo perigoso na fonte geradora, separação e aproveitamento da fração

oleosa, acondicionamento e transporte do material plástico à reciclagem. Além disso, os processos de reciclagem adotados devem ser coerentes com a realidade brasileira e ter como princípio a simplicidade operacional, minimizando o consumo de recursos (insumos e energia) e a minimização da geração de efluentes.

### **3.3. Política Nacional de Resíduos Sólidos**

O Programa de Resíduos Sólidos Urbanos, de âmbito nacional, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), atua no apoio ao desenvolvimento de processos de gestão integrada de resíduos na busca de possíveis alternativas para os graves problemas ambientais, sociais e de saúde.

A Lei nº 12.305/10 e o Decreto 7.404/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é bastante atual e contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao país no enfrentamento de problemáticas decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos (MMA, 2013).

O artigo 1º da PNRS resume seus objetivos: disciplinar a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos, fazendo uso de princípios, objetivos e instrumentos que a viabilizem, e atribuindo responsabilidade aos geradores, ao poder público e às pessoas físicas ou jurídicas que, direta ou indiretamente, são responsáveis pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão de resíduos sólidos.

A PNRS propõe a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos, reduzindo assim a geração de resíduos. Cria metas importantes que irão contribuir para a eliminação dos lixões e institui instrumentos de planejamento; além de impor que os particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Também coloca o Brasil em patamar de igualdade aos principais países desenvolvidos no que concerne ao marco legal. Além disso, os instrumentos da PNRS ajudarão o Brasil a atingir uma das metas do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, que é de alcançar o índice de reciclagem de resíduos de 20% em 2015 (MMA, 2013).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2013), a Lei sancionada incorpora conceitos modernos de gestão de resíduos sólidos e se dispõe a trazer novas ferramentas à legislação ambiental brasileira. Ressaltam-se alguns desses aspectos quais sejam:



- Acordo Setorial: ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto;
- Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos pela minimização do volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como pela redução dos impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei; Esses objetivos envolvem a sociedade na discussão de temas como a reavaliação dos padrões de consumo, reciclagem de materiais, diminuição dos impactos ambientais inerentes ao modo de vida atual e inclusão social.
- Coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;
- Sistema de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR): tem como objetivo armazenar, tratar e fornecer informações que apoiem as funções ou processos de uma organização;
- Planos de Resíduos Sólidos: O Plano Nacional de Resíduos Sólidos a ser elaborado com ampla participação social, contendo metas e estratégias nacionais sobre o tema. Também estão previstos planos estaduais, microrregionais, de regiões metropolitanas, planos intermunicipais, municipais de gestão integrada de resíduos sólidos e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos.
- Logística Reversa: 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.

A logística reversa engloba diferentes atores sociais na responsabilização da destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. A partir da PNRS (ART. 33), o sistema de logística reversa se tornou obrigatório para as seguintes cadeias:

- agrotóxicos, seus resíduos e embalagens;
- pilhas e baterias;
- pneus;
- óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

- lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- produtos eletroeletrônicos e seus componentes;
- produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro.

Referente a essas responsabilidades, os consumidores deverão efetuar a devolução após o uso, aos comerciantes ou distribuidores, dos produtos e das embalagens e de outros produtos ou embalagens que sejam objeto de logística reversa. Os comerciantes e distribuidores por sua vez deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reunidos ou devolvidos, que então darão destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada, na forma estabelecida pelo órgão competente do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama) e, se houver, pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

O Governo Federal instalou, no dia 17 de fevereiro de 2011, o Comitê Orientador para Implementação de Sistemas de Logística Reversa, formado pelos ministérios do Meio Ambiente, da Saúde, da Fazenda, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e tem por finalidade definir as regras para devolução à indústria dos resíduos que possuem valor econômico e podem ser reciclados ou reutilizados.

O Grupo Técnico de Assessoramento (GTA), que funciona como instância de assessoramento para instrução das matérias a serem submetidas à deliberação do Comitê Orientador, criou cinco Grupos Técnicos Temáticos (GTT) que discutem a Logística Reversa para cinco cadeias:

- descarte de medicamentos;
- embalagens em geral;
- embalagens de óleos lubrificantes e seus resíduos;
- lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- eletroeletrônicos.

Esses grupos tem por finalidade elaborar propostas de modelagem da Logística Reversa e subsídios para o edital de chamamento para o Acordo Setorial e para o estudo de viabilidade técnica e econômica.

Os sistemas de devolução dos resíduos aos geradores serão implementados principalmente por meio de acordos setoriais com a indústria. Para a implantação da PNRS em relação a embalagens plásticas de óleos lubrificantes, foi assinado um acordo em 19/12/2012 (MMA, 2013).

O GTT de embalagens de óleos lubrificantes e seus resíduos é coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e tem por objetivo elaborar proposta de modelagem da Logística Reversa e subsídios para elaboração do Edital de chamamento para Acordo Setorial, com o propósito de subsidiar o GTA e o Comitê Orientador na tomada de decisões pertinentes ao tema.

A logística reversa de óleos lubrificantes é realizada no país desde os anos 50, do século passado, e seu aperfeiçoamento tem se dado com as Resoluções Normativas da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), com as Portarias Interministeriais MMA/MME e com a Resolução Conama Nº 362/2005 que dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.

Para as embalagens, não existe a estruturação de logística reversa em âmbito nacional, com exceção, de experimentos de produtores de óleos lubrificantes, localizados em alguns municípios que começam a expandir seus esforços para todo o país.

De acordo com a Lei Nº 12.305, os consumidores que descumprirem as respectivas obrigações previstas nos sistemas de logística reversa e de coleta seletiva, consoante com as responsabilidades específicas estabelecidas para o referido sistema, estarão sujeitos à penalidade de advertência e no caso de reincidência no cometimento da infração prevista anteriormente, poderá ser aplicada a penalidade de multa, que pode variar de cinco mil a cinquenta milhões de reais.

### **3.4. Iniciativas de gerenciamento de embalagens lubrificantes no Brasil**

Esforços vêm sendo tomados para a melhoria da reciclagem das embalagens e redução do problema ambiental. No Estado do Rio de Janeiro foi aprovada, em 2000, a lei estadual 3369 relacionada ao gerenciamento ambientalmente adequado desse tipo de resíduo, impondo obrigações a “todas as empresas que utilizam garrafas e embalagens plásticas na comercialização de seus produtos”.

Algumas medidas a fim de reduzir a quantidade de embalagens contaminadas de óleo lubrificante em lixões e aterros sanitários já aconteciam mesmo antes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, como a Legislação criada no Rio Grande do Sul, que foi o primeiro Estado a implementar a logística reversa de embalagens de lubrificantes no Brasil através da Portaria SEMA/FEPAM 001/2003. Esta norma estabeleceu a obrigatoriedade da destinação ambientalmente adequada das embalagens de lubrificantes usadas.

Nos últimos anos, cabe ressaltar a iniciativa da RECAP (Sindicato dos Revendedores de Campinas e região) juntamente com empresas provedoras de coleta e reciclagem, que instauraram um programa que coleta, separando as embalagens e transformando-as em um composto plástico de aplicação comercial com características de madeira. Através desse projeto, o RECAP conquistou o prêmio Responsabilidade Social e Sustentabilidade, pela Fundação Getúlio Vargas em 2010 (FECOMBUSTÍVEIS, 2011). As Figuras 11 (a) e (b) ilustram fotos da atuação do programa.



Figura 11(a) e (b) Armazenamento temporário das embalagens e caminhão de coleta e envio à reciclagem.

Fonte: FECOMBUSTÍVEIS, 2011.

### 3.5. O Programa Jogue Limpo

O Programa Jogue Limpo é um sistema de logística reversa de embalagens de lubrificantes pós-consumo instituído pelo SINDICOM (Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes) para seus afiliados onde as embalagens são pesadas e transportadas por caminhões até empresas de reciclagem (Jogue Limpo, 2013). Segundo, Martins (2005), as leis estaduais do Rio de Janeiro e do Rio Grande do Sul foram o ponto de partida do programa. No caso do Rio de Janeiro, algumas empresas distribuidoras se associaram ao SINDICOM para promover a coleta e destinação à reciclagem das embalagens de lubrificante utilizadas nos postos combustíveis do Município do Rio de Janeiro. Tal programa foi então intitulado “Jogue Limpo” e as embalagens eram então coletadas nos postos por uma cooperativa chamada Rio Coop 2000 que destinava as embalagens à empresa MBP para reciclagem, onde o PEAD era reciclado mecanicamente com etapas de lavagem e secagem.

Ainda segundo Martins (2005), o programa Jogue Limpo encontra-se em operação desde o final de 2003 com o objetivo de adequar às afiliadas ao SINDICOM a legislação estadual vigente.

Segundo dados do SINDICOM (2012), o Jogue Limpo teve suas operações iniciadas oficialmente no estado do Rio Grande do Sul em 2005 e sua expansão em 2008 para o Estado do Paraná. Em 2010, o programa foi estendido aos Estados do Rio de Janeiro, Santa Catarina, e o Município de São Paulo. Investimentos foram realizados nos anos de 2009 e 2010 com a finalidade de expansão da frota de caminhões para atender a estrutura logística do programa. A Tabela 2 mostra o avanço do Jogue Limpo até 2012.

Tabela 2: Números do programa Jogue Limpo.

Local	Início da Coleta	Nº centrais	Nº veículos	Total Coletado (ton.)
Estado RS	2005	4	12	903
Estado PR	2008	3	8	638
Estado SC	2010	2	4	276
Estado RJ	2010	1	8	223
Município SP	2010	1	6	169
<b>Total</b>		<b>11</b>	<b>38</b>	<b>2.209</b>

Fonte: SINDICOM, 2012.

Em março de 2013, foi assinado um termo de compromisso entre o SINDICOM, o governo Distrital e Sindicombustíveis-DF (Sindicato das empresas distribuidoras de combustíveis e lubrificantes) para implementação do programa no Distrito Federal. O programa também está sendo expandido para Minas Gerais e para o estado de São Paulo. O SINDICOM planeja estar presente até 2016 nos Estados do Espírito Santo, Bahia, Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará (SINDICOM, 2013). A Figura 12 mostra a abrangência atual do programa “Jogue Limpo” no Brasil até a conclusão deste trabalho:



Figura 12: Regiões territoriais abrangidas pelo programa “Jogue Limpo” até maio, 2013.

Fonte: Programa Jogue Limpo (2013).

O programa Jogue Limpo terá gestão independente com a criação do Instituto Jogue Limpo que será independente ao SINDICOM até o fim de 2013. O Instituto será sediado na cidade do Rio de Janeiro e terá independência devido às proporções tomadas pelo programa além de sua importância para a adequação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (SINDICOM, 2013).

Segundo dados do SINDICOM em 2012 foram coletadas 57 milhões de embalagens pelo Programa Jogue Limpo, considerando que cada embalagem tem cerca de 50g, e reciclou-se em torno de 2,8 mil toneladas de PEAD pós-consumo, como mostra a Figura 13.

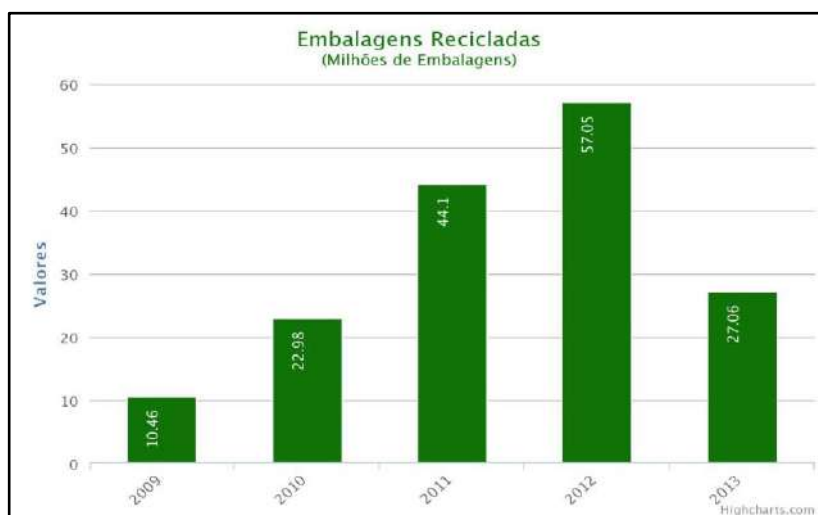


Figura 13: Quantidade de embalagens destinadas à reciclagem pelo programa “Jogue Limpo” até maio, 2013.

Fonte: Programa Jogue Limpo (2013).

A meta estipulada é de recolher 88 milhões de embalagens por ano até 2016, o que equivale a 4,4 mil toneladas de PEAD (SINDICOM, 2013).

Embora esses números sejam animadores, a situação atual ainda está muito longe do ideal ou de atingir valores significativos à produção de lubrificantes automotivos. Os dados mostrados na Figura 14 foram obtidos a partir das estatísticas do SINDICOM.

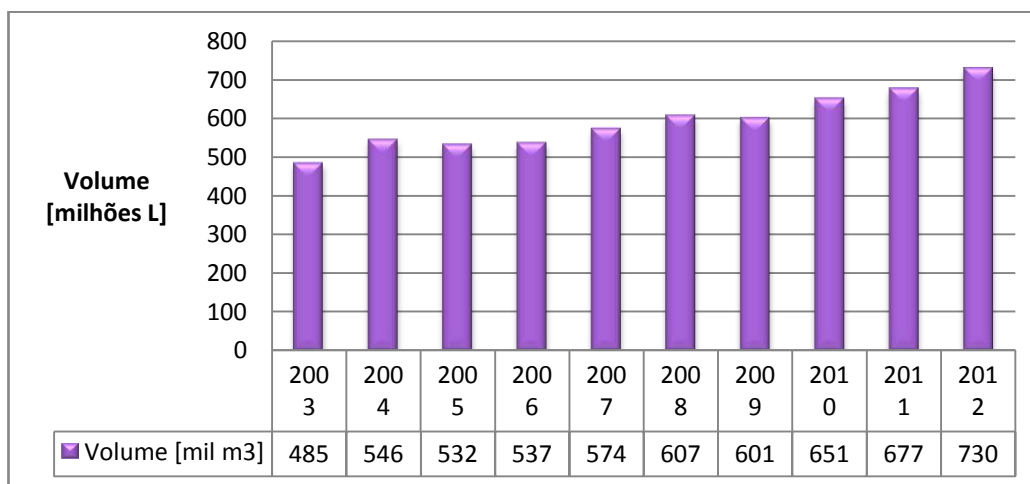


Figura 14: Produção anual de lubrificantes automotivos de empresas filiadas ao SINDICOM.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SINDICOM, 2013.

O percentual de destinação de embalagens de lubrificantes automotivos por afiliadas ao SINDICOM resultou em 7,8% das embalagens produzidas. Além disso, esse percentual não abrange empresas e postos não vinculados ao SINDICOM, os chamados “Bandeira Branca”.

Segundo Martins (2012), de acordo com as características operacionais e logísticas adotadas pelo programa, ressalta-se que o “Jogue Limpo” já foi alvo de estudos que constataram que seus objetivos se restringem ao transporte dos frascos dos postos de serviços até recicladoras, sem qualquer preocupação com a remoção do óleo residual ou com a viabilidade econômica do processo de reciclagem. Quando comparada à situação verificada em 2004 e 2005 por Martins (2005) nota-se que a situação não foi alterada. Ainda segundo Martins (2012) existe um entrave logístico com relação ao transporte da embalagem sem compactação, que acarreta em interrupção da coleta por preenchimento total da capacidade de volume do caminhão.

### 3.6. Aspectos mercadológicos no cenário atual

A produção de óleo lubrificante no Brasil é impulsionada pelo crescimento da economia e pelo setor automotivo. Segundo pesquisa realizada pela empresa PWC e divulgada no WEFForum (Fórum Mundial de Economia, 2012), a expectativa da produção mundial de veículos é crescente e alavancada pelos países do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China), conforme mostra a Figura 15.

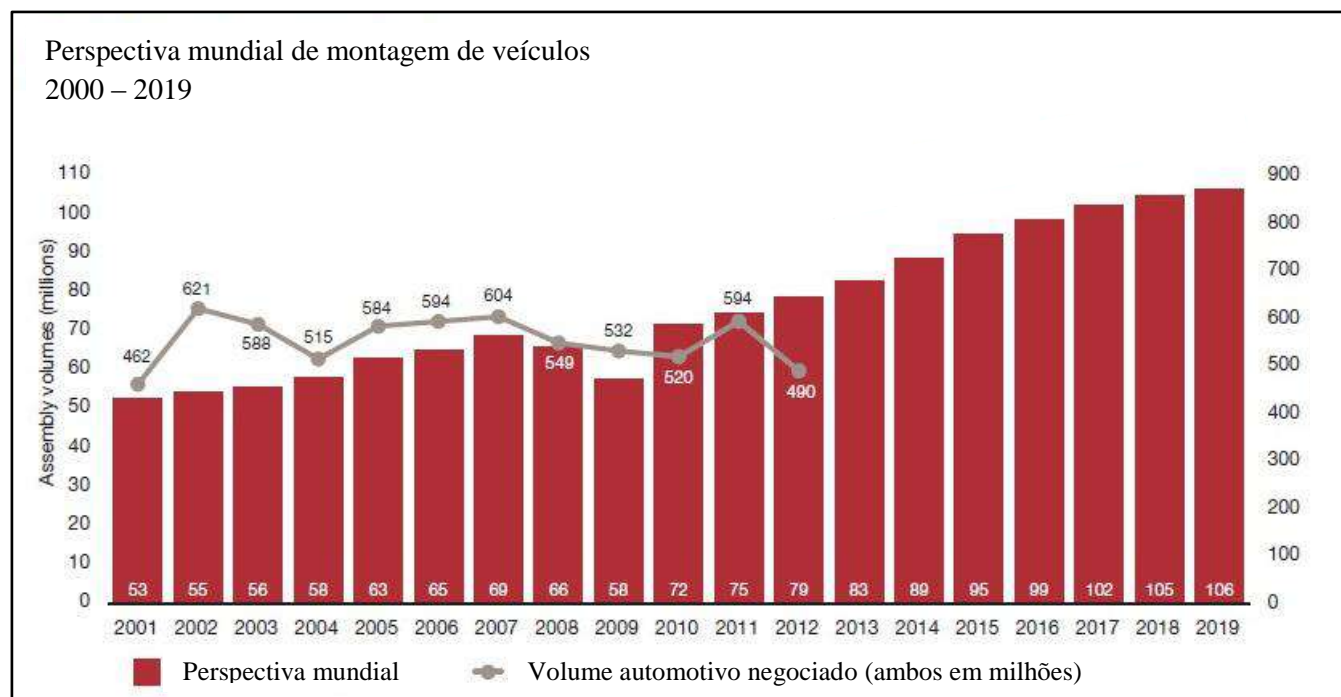


Figura 15: Projeção da produção mundial de veículos automotivos até 2019.

Fonte: Driving Value, 2012 Automotive M&A Insights.

Movido por essa demanda de carros novos, além dos já existentes na frota veicular brasileira, o mercado de óleo lubrificante em 2010 movimentou 1,02 milhão m<sup>3</sup>, superando até a

soma do consumo dos principais mercados da América Latina. A Figura 16 mostra a divisão percentual das empresas do mercado de óleos lubrificantes automotivos em 2010.

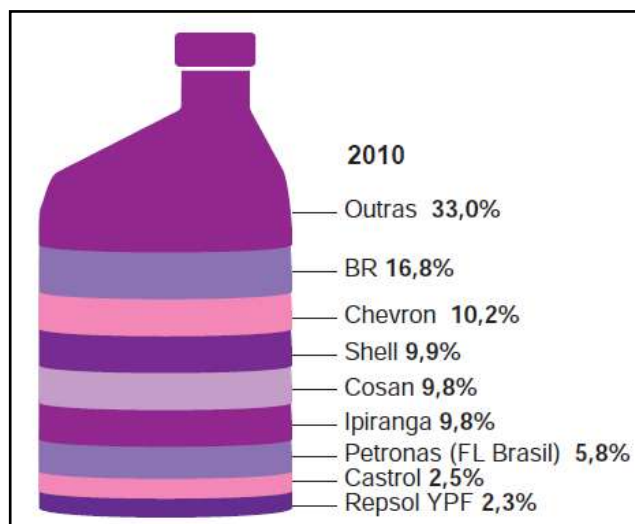


Figura 16: Distribuição mercadológica do setor de lubrificantes no Brasil em 2010.  
Fonte: Relatório anual da FECOMBUSTÍVEIS (2011).

A fatia do mercado de óleos lubrificantes para fins automotivos tem maior significância sendo a maior parte dos lubrificantes produzidos utilizada em postos de gasolina, centros de troca, concessionárias de veículos e oficinas mecânicas, necessitando do envolvimento da cadeia produtiva no que diz respeito à questão ambiental. O gráfico da Figura 17 retrata a utilização final no ano de 2010.

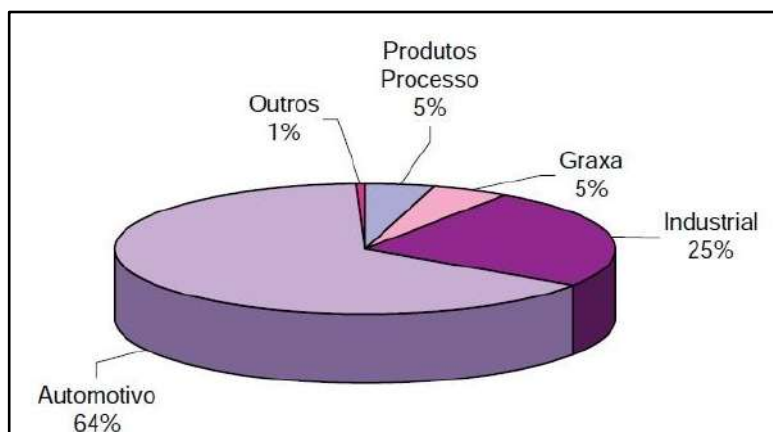


Figura 17: Panorama do uso final no mercado de lubrificantes em 2010.  
Fonte: Relatório anual da FECOMBUSTÍVEIS (2011).

A Figura 18 mostra a proporção da demanda do mercado de lubrificantes por região do Brasil no ano de 2010.



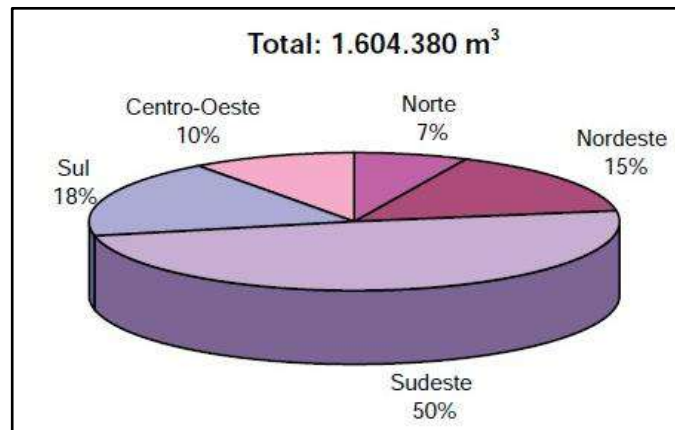


Figura 18: Distribuição regional da demanda do mercado de lubrificantes no Brasil em 2010.

Fonte: Relatório anual da FECOMBUSTÍVEIS (2011).

Dentro desse contexto, é evidente que a maior frota de veículos automotores se concentra na região dos grandes centros urbanos, sendo esses os locais de maior preocupação no que tange a questão da logística reversa dessas embalagens.

Portanto, faz-se necessária a tomada de medidas que tornem viável a reciclagem desses resíduos para melhoria em aspectos ambientais e econômicos no gerenciamento de embalagens de lubrificantes pós-consumo.

## 4. Materiais e Métodos

### 4.1. Pesquisa de campo realizada em cooperação entre UFRJ e IFRJ

A pesquisa de campo que será detalhada a seguir foi realizada entre as integrantes desse trabalho conjuntamente com aluna Camila Bruni, aluna de Tecnologia de Gestão Ambiental do IFRJ.

#### 4.1.1. Seleção da área de estudo

A pesquisa foi conduzida em postos de combustíveis da região metropolitana do Rio de Janeiro, onde há pontos de troca de óleo.

Como visto anteriormente na Figura 18, a região Sudeste é responsável por 50% da demanda de embalagens de óleos lubrificantes do país. Isso pode ser explicado devido ao fato da região Sudeste possuir os maiores centros urbanos do país, como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, com uma grande frota de veículos que são os usuários do serviço de troca de lubrificante automotivo.

Segundo o Censo populacional 2010 realizado pelo IBGE o município do Rio de Janeiro é o mais populoso do estado com uma densidade demográfica de 5265,81 habitantes/km<sup>2</sup>, compreendendo 39,52% de toda a população do estado.

As regiões dentro do município onde foram realizadas as visitas aos postos são mostradas na Figura 19.



Figura 19: Mapa Regional do Município do Rio de Janeiro indicando os locais das entrevistas.

Fonte: Bruni, 2013.

Em pesquisa em 2010, o Instituto Pereira Passos juntamente com o IBGE, divulgou a distribuição do município do Rio de Janeiro em cinco grandes áreas e suas regiões administrativas, conforme Tabela 3.

Tabela 3: Áreas de planejamento e regiões administrativas do Município do Rio de Janeiro – 2010

Áreas de Planejamento e Regiões Administrativas	Postos Visitados	Percentual
<b>Total</b>	<b>56</b>	100,00%
<b>Área de Planejamento 1</b>	<b>2</b>	<b>3,57%</b>
I Portuária		
II Centro	1	1,79%
III Rio Comprido		
VII São Cristovão	1	1,79%
XXI Ilha de Paquetá		
XXIII Santa Teresa		
<b>Área de Planejamento 2</b>	<b>20</b>	<b>35,71%</b>
IV Botafogo	7	12,50%
V Copacabana		
VI Lagoa		
VIII Tijuca	6	10,71%
IX Vila Isabel	7	12,50%
XXVII Rocinha		
<b>Área de Planejamento 3</b>	<b>17</b>	<b>30,36%</b>
X Ramos		
XI Penha		
XII Inhaúma	6	10,71%
XIII Méier	3	5,36%
XIV Irajá	4	7,14%
XV Madureira		
XX Ilha do Governador		
XXII Anchieta		
XXV Pavuna	4	7,14%
XXVIII Jacarezinho		
XXIX Complexo do Alemão		
XXX Maré		
XXXI Vigário Geral		
<b>Área de Planejamento 4</b>	<b>9</b>	<b>16,07%</b>
XVI Jacarepaguá	4	7,14%
XXIV Barra da Tijuca	5	8,93%
XXXIV Cidade de Deus		
<b>Área de Planejamento 5</b>	<b>8</b>	<b>14,29%</b>
XVII Bangu	5	8,93%
XVIII Campo Grande		
XIX Santa Cruz		
XXVI Guaratiba		
XXXIII Realengo	3	5,36%

Fonte: Adaptado de Instituto Pereira Passos.

Os postos visitados pela pesquisa estão localizados dentro das cinco grandes áreas da cidade, que compreendem toda a população do município, mostrando a significância e uma maior homogeneidade na pesquisa.

#### **4.1.2. Metodologia de entrevista estruturada**

Utilizou-se como recurso metodológico para a pesquisa de campo, seguindo uma abordagem qualitativa, uma entrevista estruturada, que é uma maneira de coletar dados em entrevistas seguindo cronograma com questões pré-estabelecidas, facilitando assim a consolidação dos dados obtidos.

Esse tipo de pesquisa tem por objetivo extrair informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese, que se queira comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações com eles (Marconi e Lakatos, 2005).

Utilizou-se, então, questionário padrão contendo as questões críticas já observadas anteriormente no trabalho realizado por Martins (2005) para a realização de pesquisa em todos os postos entrevistados, conforme modelo apresentado no Apêndice A.

#### **4.1.3. Planejamento das entrevistas realizadas**

Foram visitados 56 postos combustíveis de variadas bandeiras para garantir homogeneidade na pesquisa, entre as quais, Ale, BR - Petrobras Distribuidora, Esso, Forza, Ipiranga, Shell; além de postos “Bandeira Branca”.

Segundo dados da ANP (2013), estão autorizados e em operação 773 postos revendedores de combustíveis no município do Rio de Janeiro. Desse modo a abrangência da pesquisa de campo atuou em 7,24% da totalidade das amostras disponíveis no município.

Durante o levantamento de campo foi observada e registrada a metodologia vigente para escoamento do óleo residual, a estrutura e utilização do aparato coletor, as sistemáticas de manuseio e armazenamento temporário, entre outras.

#### **4.2. Otimização das condições de remoção do resíduo oleoso**

Os experimentos desta etapa foram realizados no Laboratório do Departamento de Processos Orgânicos da UFRJ, Edifício do Centro de Tecnologia, sala I 161. Buscou-se encontrar a melhor inclinação para a remoção efetiva do óleo residual das embalagens e como a temperatura afeta o escoamento. O estudo da variação de temperatura e inclinação de escoamento da embalagem foi realizado conjuntamente.

Para uma melhor compreensão dos dados a serem apresentados neste trabalho, optou-se por estabelecer um padrão na forma de apresentação e escrita de temperaturas e posições, de forma a evitar conflitos de informações. Assim, as temperaturas serão representadas com o símbolo ( $^{\circ}\text{C}$ ) e inclinações serão representadas por o termo extenso (graus).

Os equipamentos, instrumentos e materiais utilizados nesta etapa são mencionados a seguir:

- Balança analítica SHIMADZU – AUY220;
- Regulador de potência Fisatom Mod. 407 – 115-230V;
- Estabilizador APC Cubic – 300W 115V;
- Medidor de ângulo Bosch DWM40L;
- Cronômetro CronoBio SW2018;
- Fita de aquecimento Fisatom Mod.5-2,5cmX1,2m-115V;
- Óleo Lubrax SN 15W-40 Tecno Semissintético;
- Embalagens virgens de lubrificante de 1L de capacidade;
- Termômetro de Mercúrio;
- Termômetro infravermelho Equitherm TR-300;
- Suporte de bancada universal;
- Bécher 500mL;
- Bécher 100mL;
- Garras;
- Mufas.

#### 4.2.1. Definição do óleo lubrificante utilizado

Como visto na Figura 16, a BR distribuidora é a empresa com maior participação no mercado de lubrificantes (16,8%). Além disso, através da pesquisa de campo, verificou-se que o óleo mais consumido nos postos de abastecimento do município do Rio de Janeiro é o do tipo Semissintético. Logo, optou-se pelo óleo Lubrax SN 15W-40, conforme especificações dadas na Tabela 4.

Tabela 4: Especificações do óleo Lubrax SN 15W/40

GRAU SAE		15W/40
Densidade a 20/4°C		0,8808
Ponto de Fulgor (VA)	(°C)	240
Ponto de Fluidez	(°C)	-33
Viscosidade a 40°C	(cSt)	97,3
Viscosidade a 100°C	(cSt)	14,5
Índice de Viscosidade		155
Cinzas Sulfatadas	(%peso)	0,90

Fonte: LUBRAX, 2013.

De acordo com o teor de óleo que permanece na embalagem após o abastecimento estudado por Xavier e colaboradores (2005) e AMBIENTE BRASIL (2012), foram adicionados 20g de óleo lubrificante determinado em cada frasco virgem de 1L de capacidade.

#### 4.2.2. Posicionamento da embalagem

O estudo da influência do posicionamento da embalagem de lubrificante durante escoamento gravitacional foi realizado através da inclinação em relação à horizontal, ajustada manualmente por um medidor de ângulo, variando entre 45 graus e 90 graus.

Foram realizadas análises à temperatura ambiente em todas as inclinações do planejamento experimental, obtido através do software STATISTICA 8.0 que será explicitado a seguir, a fim de verificar o ganho de remoção no processo de aquecimento. Para minimizar os erros de temperatura, os ensaios foram realizados todos no mesmo dia e com a mesma temperatura. A tabela 5 mostra as angulações analisados nos experimentos realizados à temperatura ambiente.

Tabela 5: Planejamento para experimentos à temperatura ambiente.

Corrida	Temperatura [oC]	Posição [graus]
1	27	45
2	27	60
3	27	70
4	27	75
5	27	90

#### 4.2.3. Aquecimento da embalagem

Conforme dados da Tabela 4, observa-se que a viscosidade do óleo lubrificante escolhido tem sensível diminuição com o aumento da temperatura, tornando-se mais fluido quando submetido a aquecimento. De forma concomitante com a variação da inclinação do frasco realizou-se seu aquecimento controlado estabelecido através da fita de aquecimento e do regulador de potência e verificado através de termômetro de mercúrio inserido no interior da embalagem, com temperaturas variando entre 30°C e 60°C. Para um melhor controle da estabilização e acompanhamento da temperatura do sistema, a temperatura da fita de aquecimento foi medida continuamente através do termômetro infravermelho.

A faixa de temperatura definida acima tem como objetivo principal o aumento da fluidez do óleo. Porém há de se ter um cuidado com o nível desse aquecimento que não deve ultrapassar faixas superiores à 60°C que segundo a própria FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico) do óleo afirma que se o material for exposto a fontes de calor acima desta temperatura podem se formar vapores tóxicos e mal cheirosos devido à decomposição do produto.

#### 4.2.4. Planejamento experimental

Utilizou-se o software STATISTICA 8.0 para geração do planejamento experimental do tipo fatorial 2n com triplicata do ponto central, considerando temperaturas entre 30°C e 60°C e inclinações entre 45 e 90 graus.

O número de embalagens virgens disponíveis foi determinante na escolha do planejamento adequado, que otimiza o número de combinações de pontos a serem estudados. O planejamento obtido é mostrado na Tabela 6.

Para uso de planejamento experimental, o STATISTICA utiliza testes de hipótese com significância padrão de 95%.

Tabela 6: Planejamento experimental utilizado do tipo fatorial  $2^n$  com triplicata do ponto central

2 <sup>**</sup> (2) composto central, nc=4 ns=4 n0=12 Corridas=10 (Planilha2) + 1 ponto central			
Corrida Padrão	Temperatura	Posição	Resposta
1	40	60	
2	40	75	
3	50	60	
4	50	75	
5	30	70	
6	60	70	
7	45	45	
8	45	90	
9 [C]	45	70	
10 [C]	45	70	
11 [C]	45	70	

#### 4.2.5. Procedimento experimental

Realizado com a presença de dois operadores, que foram os mesmos para todos os experimentos. Através da balança analítica determinou-se a massa do frasco vazio. Tarou-se a balança e adicionou-se 20 g de óleo à embalagem virgem, homogeneizando-a com cuidado para não haver perda de óleo. A embalagem contendo óleo foi então envolvida por papel de alumínio e posteriormente pela fita de aquecimento para garantir uma melhor distribuição da temperatura. O conjunto foi então ligado à energia elétrica e o aquecimento controlado através do Regulador de Potência e a resposta mostrada através da temperatura que foi definida conforme planejamento experimental mostrado acima. As fotos da Figura 20 mostram os procedimentos de aquecimento da embalagem e estabilização da temperatura requerida, respectivamente.



Figura 20 (a) e (b): Aquecimento da embalagem e estabilização da temperatura.

Após 10 minutos da temperatura requerida estabilizada, realiza-se então o experimento com escoamento. O conjunto (frasco+óleo+papel+fita de aquecimento) é preso no medidor de ângulo com fita adesiva e barbante. O medidor de ângulo é então ajustado ao ângulo pré-definido. O equipamento também possibilitou a exatidão na padronização da vertical por possuir nível de bolha de ar. A Figura 21 mostra o medidor de ângulo ajustado em 20 graus de inclinação.



Figura 21: Ajuste da angulação e do nível de bolha de ar.

Cabe ressaltar que as inclinações definidas pelo planejamento experimental são em relação a horizontal e o medidor foi preso na vertical, assim, o ângulo mostrado acima representa a inclinação de 70 graus do planejamento.



O bécher é então tarado na balança e o suporte é preparado com as garras e mufas. O frasco é então virado para escoamento gravitacional durante 30 minutos. O medidor de ângulo foi preso ao suporte verificando no mostrador a posição retilínea do mesmo. A seguir verifica-se o registro fotográfico durante a realização de dois experimentos a diferentes posições.

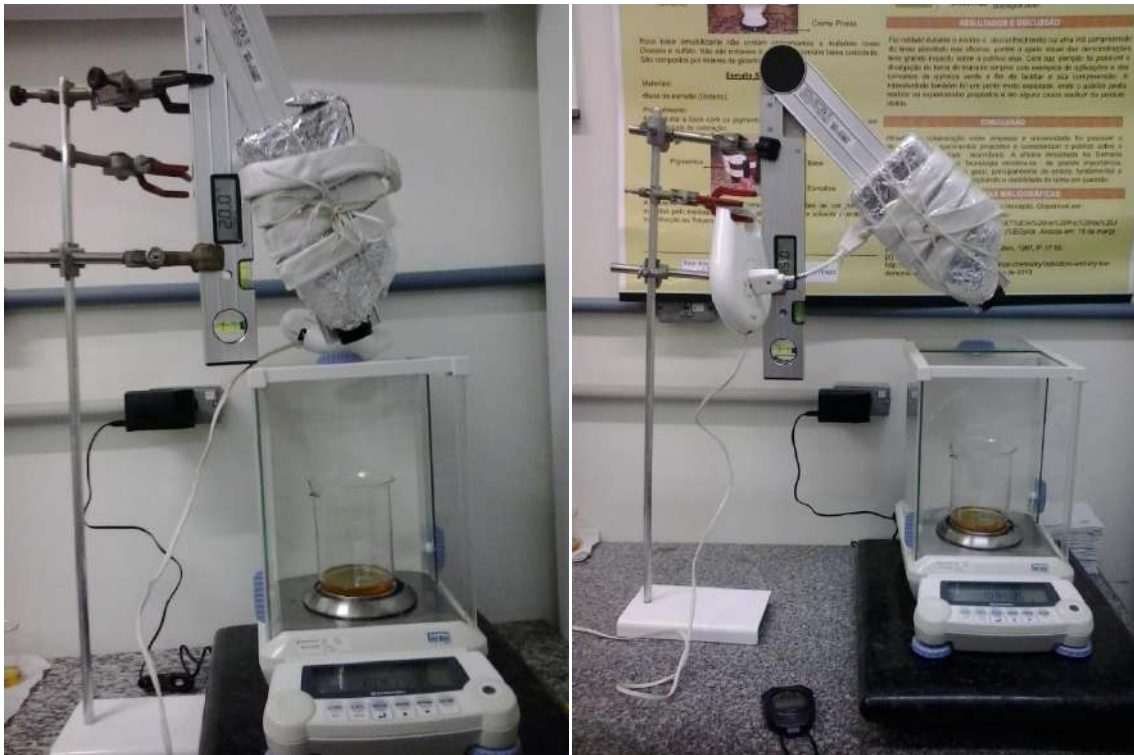


Figura 22: Experimentos sendo realizados a 70 e 45 graus de inclinação, respectivamente.

A Figura 23 é o registro de um dos ensaios realizados à temperatura ambiente. Estes testes foram realizados anteriormente aos ensaios com aquecimento da embalagem.



Figura 23: Experimento realizado a 27°C e inclinação de 70 graus.

As massas obtidas na balança foram registradas a cada 30 segundos obtendo-se como resultado massa em função do tempo para cada ensaio proposto.



Figura 24: Momento de queda de uma gota e posterior aferição na balança.

#### **4.2.6. Definição do percentual de remoção a ser definido como meta para análise estatística**

A temática proposta por Lei e Wu (2011) estipula que a massa ótima de óleo residual deve ser menor que 6% da massa do frasco vazio para que a reciclagem direta de embalagens de lubrificantes pós-consumo seja viável. Cabe ressaltar que este valor definido por Lei e Wu leva em conta a aplicação final do PEAD reciclado unicamente para a confecção de madeira plástica, onde o óleo lubrificante serve como plastificante do material obtido, sendo então considerado uma das matérias primas.

Na pesquisa realizada por Pires (2004), foram estudadas alternativas de remoção do resíduo oleoso, reciclagem e posterior análise do reciclado obtido. A pesquisa mostrou que apenas a extração com solvente do óleo e lavagem do frasco com detergente apresentaram resultados aceitáveis ao PEAD reciclado, sem conferir odor e imperfeições ao mesmo. Com isso, o estabelecimento de um menor percentual (nesse caso, 2%) se reforça considerando que esse cenário representa uma maior remoção de óleo e que o valor de 6% pode não ser satisfatório para aplicações em que o óleo é considerado um contaminante ou inerte indesejável.

Para análise dos dados no STATISTICA 8.0 e consolidação dos resultados, estipulou-se um percentual padrão de remoção do óleo residual. Para isso, calculou-se um valor padrão da massa do frasco, já que as embalagens utilizadas nos experimentos possuem massas variadas, e então um padrão de óleo residual baseado neste valor. Para o cálculo desse padrão, a Tabela 7 ilustra as

massas dos frascos vazios utilizados e a Tabela 8 ilustra os padrões estabelecidos encontrados em função da distribuição das massas das embalagens.

Tabela 7: Distribuição das massas dos frascos vazios utilizados nos ensaios do presente trabalho.

<b>Distribuição das massas das embalagens utilizadas no experimento (g)</b>			
50,6594	63,0938	50,0233	50,7512
50,7886	49,9988	63,8747	62,7255
51,3200	50,3697	50,0433	50,0768
49,9988	64,4356	50,0433	51,5023

Tabela 8: Cálculos realizados para definição do padrão de remoção.

<b>Padrão Utilizado</b>	<b>Massa de Frasco Vazio (g)</b>	<b>Padrão de Óleo Residual (g)</b>	<b>Média de Remoção (%)</b>
Mmédia	53,7316	1,07463	94,6298
Mmediana	50,7053	1,01411	94,9323
Mmínima	49,9988	0,99998	95,0029
Mmed-desvpad	47,8593	0,95719	95,2167

Calculou-se as massas: média, mediana, mínima e média menos o desvio padrão. Assim, obteve-se os 2% em massa desses valores, que é a meta estabelecida anteriormente para reciclagem direta, obtida então como Padrão de Óleo Residual da Tabela 8.

A média de massa de óleo colocada nos frascos para os ensaios foi de 20,0110g (massa inicial). Relacionando esse valor com o Padrão de Óleo Residual (massa final), chega-se aos valores percentuais de óleo remanescente após o escoamento. Fazendo 100% menos esse valor chega-se ao valor da Média de Remoção (%) obtida na Tabela 8.

Ficou estabelecido através dos cálculos realizados que o padrão de remoção a ser utilizado como base comparativa para todos os pontos experimentais seria de 95%, que é aproximadamente a média dos valores obtidos acima.

## 5. Resultados e Discussão

### 5.1. Dados obtidos na pesquisa de campo realizada em cooperação entre UFRJ e IFRJ

A metodologia utilizada atualmente para destinação das embalagens de PEAD com resíduo de abastecimento conta apenas com o transporte dessas embalagens sem retirada do resíduo oleoso ou então a utilização de um aparato coletor de óleo para escoamento, mas sem qualquer padrão de tempo ou posição do escoamento.

Através da aplicação do formulário já explicitado no Apêndice A, foi possível obter os resultados estatísticos compilados que seguem na Tabela 9.

Tabela 9: Síntese de parâmetros analisados durante a pesquisa.

<b>Detalhes observados na pesquisa</b>	<b>Valor obtido/Total</b>	<b>Valor Percentual</b>
Postos que possuem aparato coletor de óleo	51/56	91,1%
Existe um tempo mínimo de escoamento definido	2/56	3,6%
Posicionamento do frasco é padronizado	2/56	3,6%
Fazem o escoamento gravitacional adequado	0/56	0,0%
Utilizam aparato para colocação de outros materiais	35/56	62,5%
Os frascos são mantidos em posição que permite o escoamento	9/56	16,1%
Há utilização do aparato para escoamento do óleo residual	20/56	35,7%

A partir da tabela acima pode-se observar que 91,1% dos postos entrevistados possuem um aparato coletor de óleo comumente chamado de “pingadeira”, que é uma espécie de funil metálico com pouca, ou nenhuma inclinação com a horizontal, com a finalidade de escorrer o óleo residual, porém a inclinação contribui de forma deficiente para o escoamento do resíduo. Além disso, apenas 35,7% do total de postos utilizam de fato o aparato para escoamento do resíduo oleoso, o que contribui para a contaminação e dificulta o processo de reciclagem.

Segundo Martins (2005), esse escoamento deficiente se deve não somente à questão da inclinação, mas também por muitas vezes as embalagens serem deixadas deitadas no aparato, o que impede totalmente a remoção gravitacional de óleo. As fotos mostradas na Figura 25 evidenciam essa situação que compromete toda a cadeia de logística reversa:



Figura 25: Fotos da utilização inadequada do aparato coletor de óleo

Através das imagens se confirma o que foi observado na pesquisa de campo e o que já havia sido relatado por Martins (2005), que apenas 16,1% dos postos entrevistados mantêm posição adequada para que haja escoamento do óleo restante no frasco. Além disso, observa-se que 62,5% utilizam o aparato para disposição de outros materiais, situação registrada pelas imagens acima.

Ademais, constata-se na pesquisa realizada que apenas 3,6% dos postos fazem escoamento do óleo e utilizam um tempo mínimo para o escoamento. Este tempo não foi informado devido ao fato de não existir um padrão estabelecido para este parâmetro. A maioria dos funcionários

entrevistados relatou que o tempo de escoamento dos frascos no aparato coletor depende da variação da demanda de troca de lubrificantes nos postos, não havendo, portanto, metodologia definida para tal escoamento.

Visando a investigação da situação dos programas de logística reversa e a abrangência dos mesmos, os postos entrevistados foram perguntados sobre programas de coleta e destinação à reciclagem das embalagens pós-consumo, e o resultado obtido foi que 92,9% afirmaram possuir programa de coleta para reciclagem, porém apenas 48,2% possuíam documento comprobatório de tal programa. Esses dados estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Fatores encontrados durante a pesquisa.

<b>Detalhes observados</b>	<b>Valor obtido/Total</b>	<b>Valor Percentual</b>
Postos que possuem programa de coleta para reciclagem	52/56	92,9%
Postos que possuem documento comprobatório de tal programa	27/56	48,2%
Armazenam embalagens destampadas	42/56	75,0%
Há escoamento de óleo para o solo	7/56	12,5%
Existe compactação das embalagens	0/56	0,0%

Destaca-se ainda que as embalagens são estocadas destampadas em 75% dos casos, o que representa um maior risco de contaminação na armazenagem e durante o transporte. A Figura 26 mostra a realidade encontrada.



Figura 26: Resíduos destampados durante o armazenamento.

Outro fator importante observado durante a pesquisa foi o modo como os postos armazenam suas embalagens de PEAD pós-consumo. Os resultados mostraram que 82,1% dos postos utilizam sacos plásticos para a estocagem das embalagens, e que também são utilizados tambores para armazenagem dessas embalagens, representando 16,1% dos casos. Ademais, verificou-se que

3,6% dos entrevistados não armazenam seus frascos e os destinam ao lixo comum. Esses dados podem ser observados na Tabela 11.

Tabela 11: Formas inadequadas de armazenamento de embalagens pós-consumo.

Armazenamento das embalagens	Valor obtido/Total	Valor Percentual
Sacos de Lixo	46/56	82,1%
Tambores	9/56	16,1%
Não armazena	2/56	3,6%
Outros	1/56	1,8%

As imagens a seguir evidenciam o armazenamento indevido observado nos postos. Na Figura 27 (a), pode-se observar que o saco de armazenamento das embalagens encontra-se preso junto ao extintor de incêndio, representando também um risco à segurança do estabelecimento. A Figura 27 (b) mostra os frascos sendo armazenados junto com outros tipos de resíduos que não seguem nenhum tipo de organização, além disso, no chão há manchas de óleo que representa contaminação do solo. A Figura 27 (c) também mostra que não há organização no armazenamento das embalagens, além de não seguirem um padrão e haver tampas das embalagens no chão.



Figura 27: Fotos do armazenamento temporário inadequado das embalagens.

## 5.2. Otimização das condições de remoção do resíduo oleoso

### 5.2.1. Análise do percentual de remoção

De acordo com o planejamento experimental obtido, o estudo conjunto da variação de temperatura e inclinação de escoamento do resíduo oleoso foi conduzido de acordo com o software STATISTICA 8.0 e o resultado de porcentagem de remoção de óleo pelo tempo nas diversas condições de temperatura (TX) e inclinação angular (AY) é apresentado no gráfico da Figura 28.

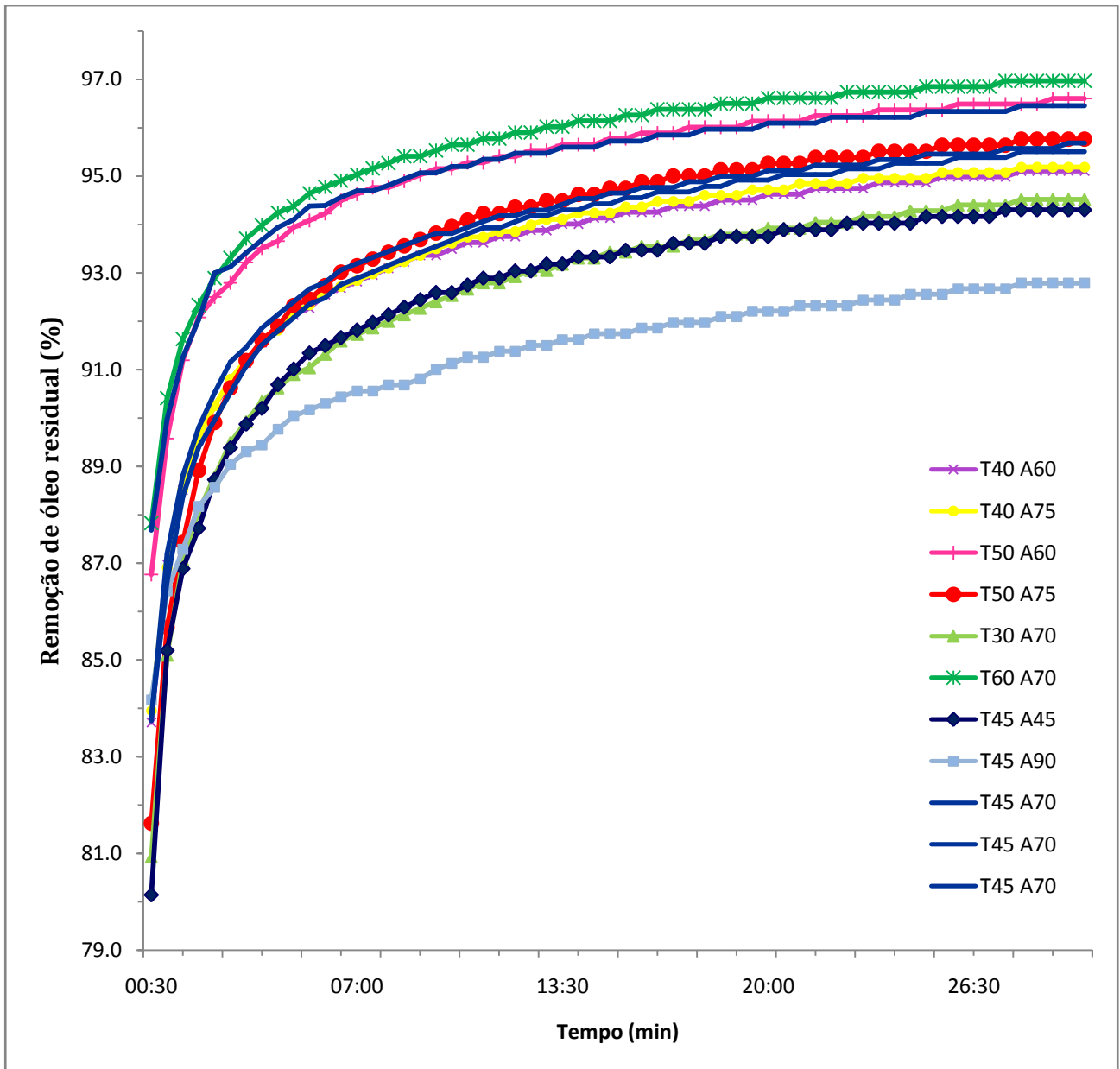


Figura 28: Curvas de remoção de óleo em relação ao tempo de escoamento.  
(T = Temperatura; A = Ângulo).

Considerando que a porcentagem de óleo residual na embalagem aceitável para que seja realizada uma reciclagem direta do material pode variar em valores menores que 6% em massa do frasco a fim de se obter um reciclado com maior valor agregado, padrão estabelecido por Lei e Wu



(2011), tomou-se como base a porcentagem de 2% de óleo residual, visto que nem todas as aplicações toleram uma quantidade significativa de óleo remanescente. Na pesquisa realizada por Pires (2004), as melhores alternativas de remoção do resíduo oleoso, para reciclagem foram: a extração com solvente do óleo e lavagem do frasco com detergente. Porém como já destacado, o solvente é uma substância altamente perigosa e inflamável, e a lavagem com detergente gera efluentes e custos maiores com consumo de utilidades.

Observa-se que após 7 minutos de escoamento o ensaio a 60°C e a 70 graus de inclinação já apresenta a porcentagem de remoção desejada de 95%. Porém essa remoção não foi atingida ao final do experimento nos seguintes casos: a 30°C e 70 graus de inclinação, a 45°C e a 45 graus de inclinação, a 45°C e a 90 graus de inclinação, além de todos os ensaios a temperatura ambiente. Além disso, as curvas atingem uma estabilidade com variação de não mais do que 1% de remoção a partir de 14 minutos e meio, em média.

O ensaio a 45°C e 90 graus de inclinação apresentou o pior resultado, não atingindo o percentual mínimo de óleo residual. A comparação com os ensaios realizados nesta mesma temperatura sugere que a inclinação de 90 graus não é a ideal para o melhor escoamento. Além disso, observou-se que o escoamento não ocorre de forma direcionada, que implica numa menor remoção do óleo no tempo considerado.

Além dos pontos determinados pelo planejamento experimental, foram realizados ensaios a temperatura ambiente em todas as posições, conforme gráfico da Figura 29.

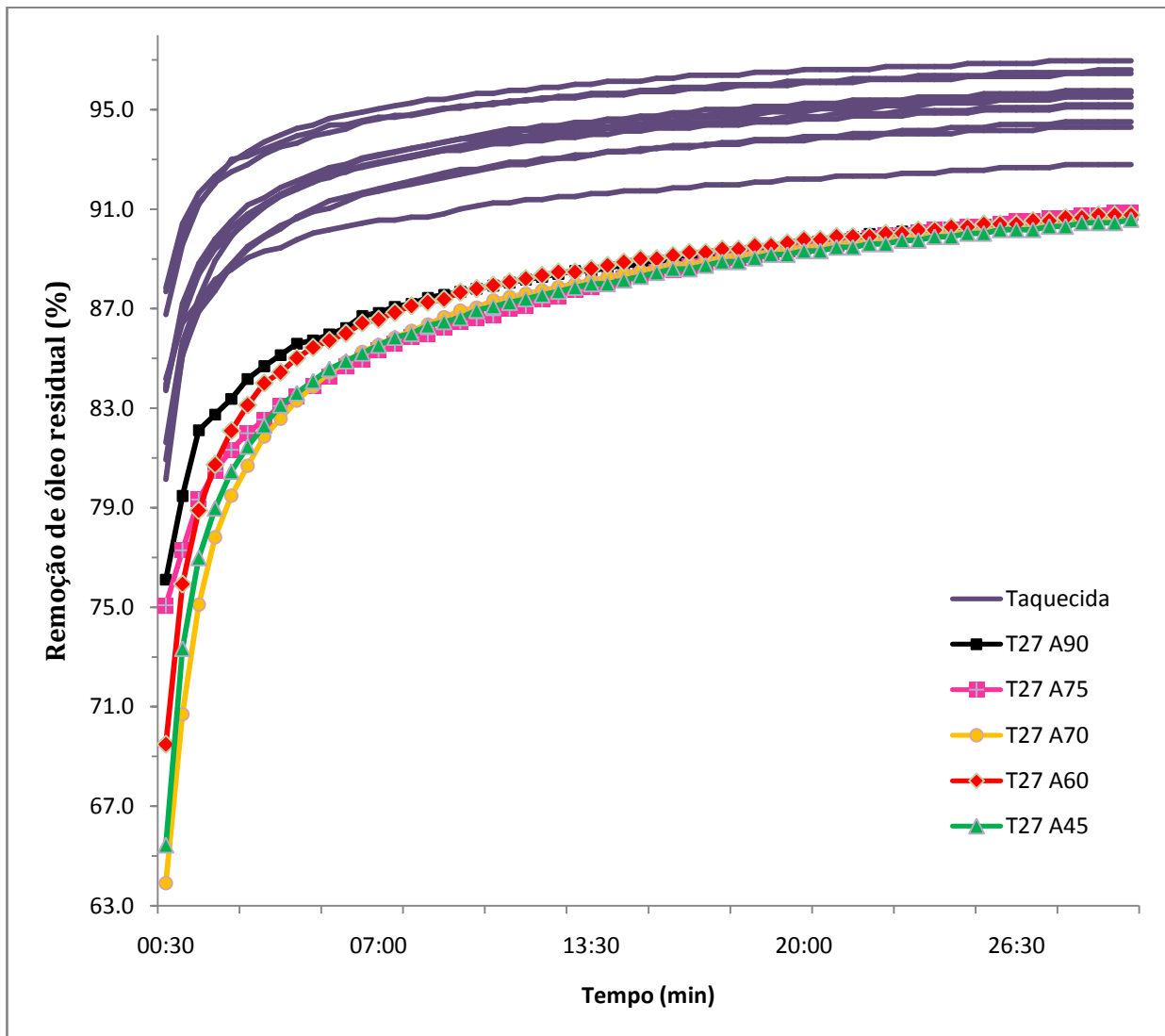


Figura 29: Curvas comparativas de remoção de óleo a temperatura ambiente e com aquecimento.

Constatou-se que nos experimentos sem aquecimento a remoção inicial do óleo é menor em relação aos ensaios com aquecimento para todos os casos. Além disso, a remoção ao fim dos 30 minutos para todas as angulações dos experimentos a temperatura ambiente é de aproximadamente 90%, enquanto que nos experimentos com aquecimento observou-se uma maior disparidade nos resultados finais.

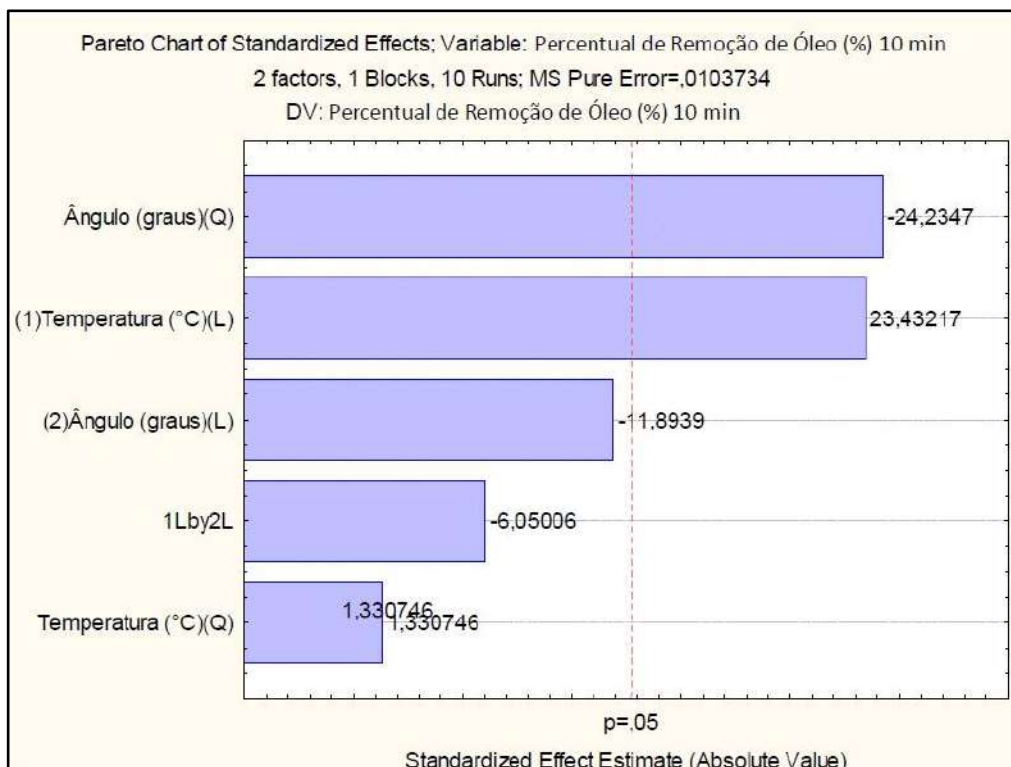
É claramente observado que existe um ganho considerável da eficiência de remoção de óleo residual de abastecimento através do aquecimento da embalagem. A quantificação deste ganho será melhor discutida a seguir com os resultados obtidos pela análise dos dados com o STATISTICA 8.0.

### 5.2.2. Análise e definição do ponto ótimo para o escoamento

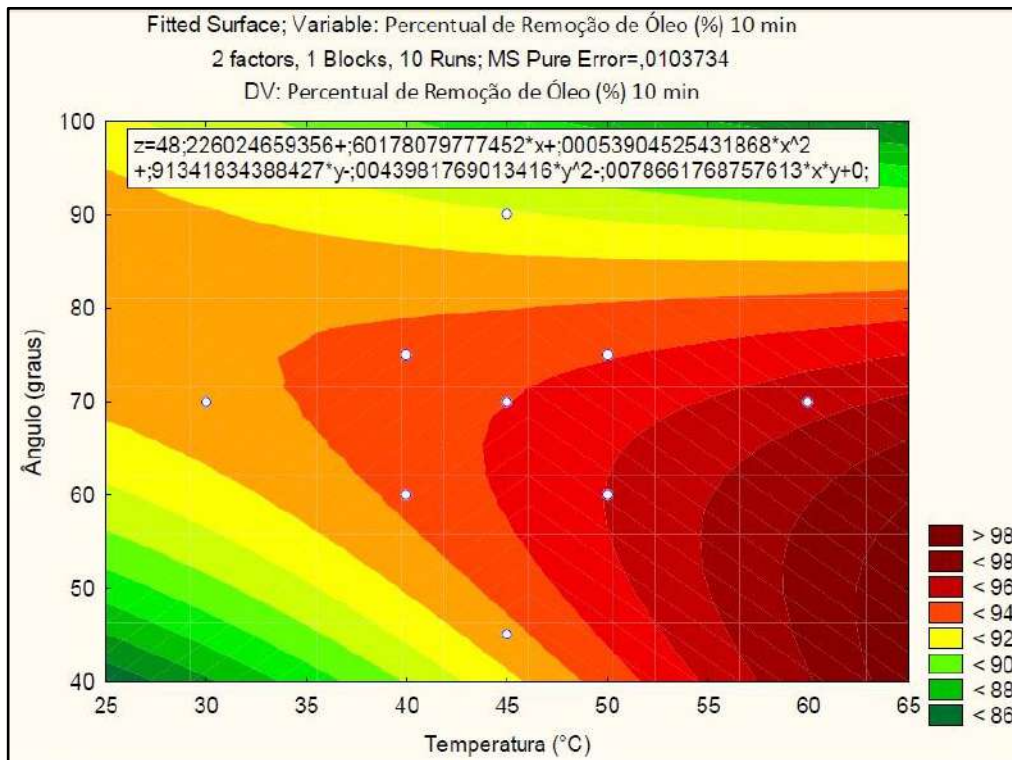
Para análise dos dados, foram feitos cortes de tempo em 10, 20 e 30 minutos. Para cada caso, analisou-se a situação ótima para que houvesse remoção de 95% que foi definida anteriormente.

No corte em 10 minutos, pelo gráfico de pareto obtido (Figura 30 a), observa-se que ambos os parâmetros, temperatura e inclinação, possuem relevância significativa. Porém, o ângulo possui maior representatividade e atua negativamente de forma quadrática, isto é, tem influência desfavorável para valores muito elevados de cerca de 80 graus, ou seja, um maior ângulo implicará em menor remoção. Já a temperatura atua positivamente de forma linear, ou seja, uma maior temperatura implica em maior remoção, que é o resultado esperado.

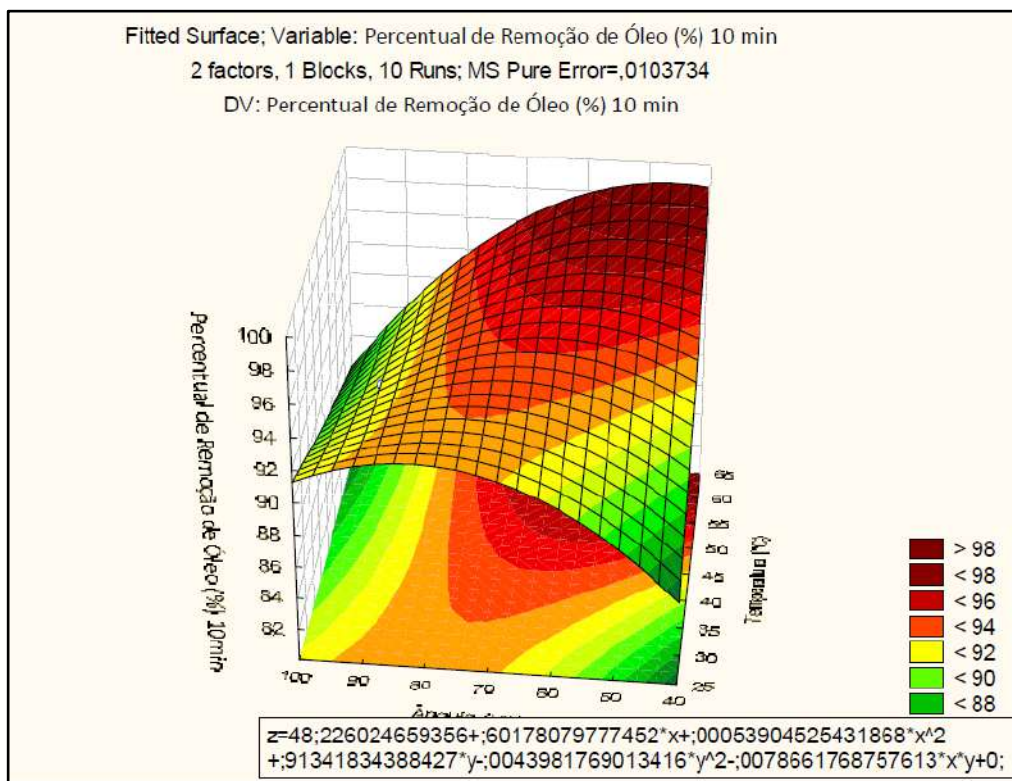
O gráfico da superfície em 2D (Figura 30 b) mostra que para uma remoção de 95% a menor temperatura é 45°C, que representa um menor custo no consumo de energia elétrica. Pelo gráfico em 3D (Figura 30 c), estima-se que para essa temperatura a melhor angulação esteja em torno de 70 graus.



(a)



(b)

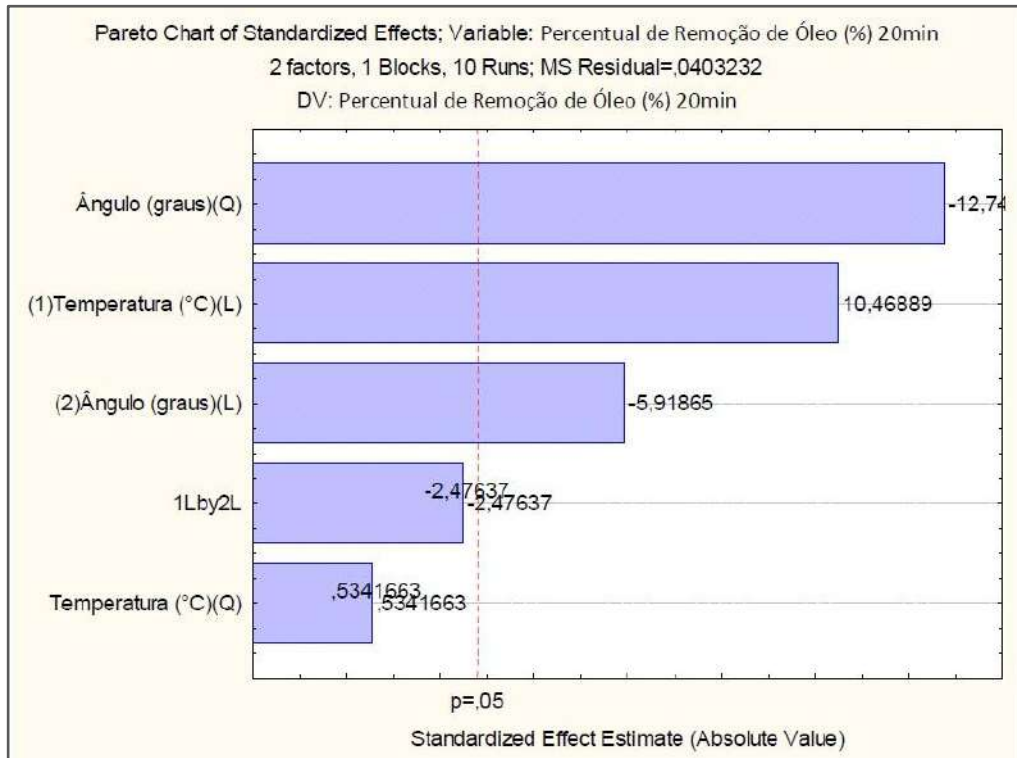


(c)

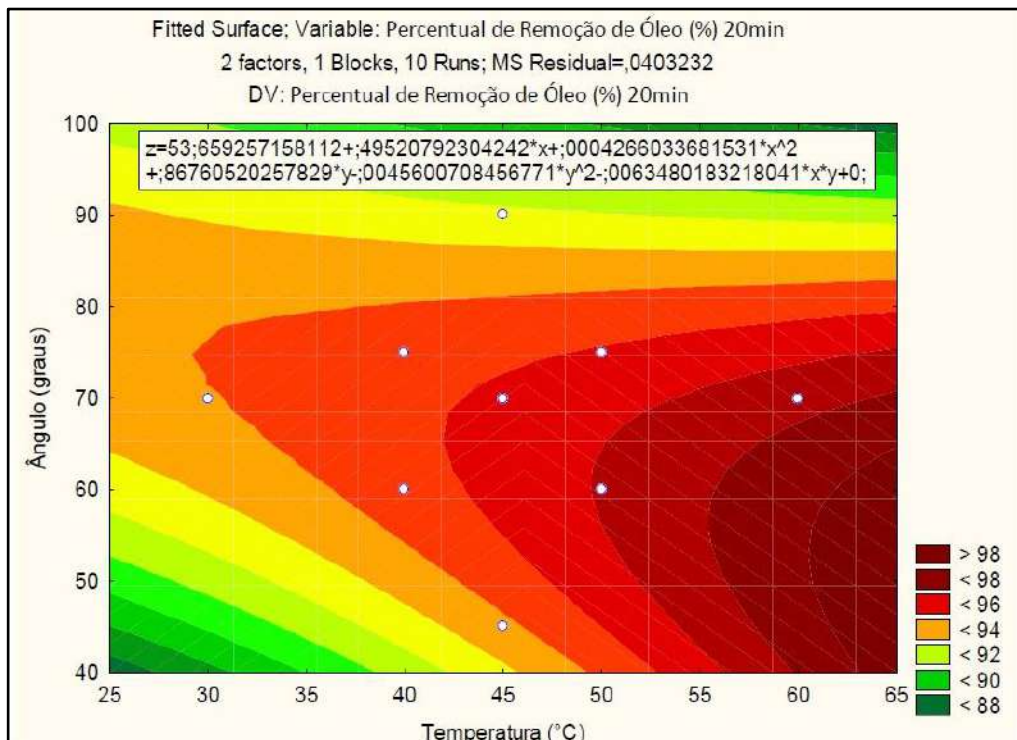
Figura 30: Resultados do STATISTICA 8.0 para o corte em 10 minutos (a) Pareto, (b) 2D, (c) 3D.

No corte em 20 minutos a análise do gráfico de pareto (Figura 31 a), resulta na relevância de 3 parâmetros. Novamente a angulação possui maior relevância atuando de forma negativa e quadraticamente e a temperatura atua de forma linear e positivamente. A influência do grau de inclinação da embalagem de forma linear aparece como o terceiro parâmetro, atuando de forma negativa.

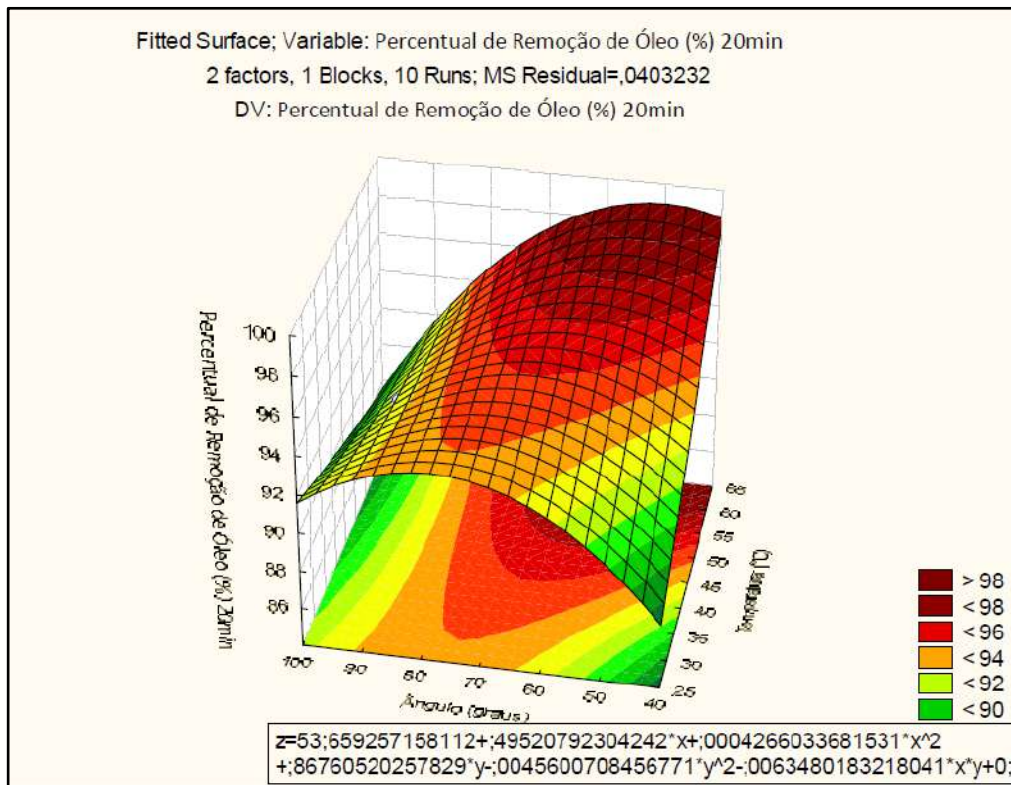
Como analisado para o tempo anterior, a temperatura ideal após 20 minutos de escoamento é de 30°C (Figura 31 b), o que resulta pelo gráfico 3D (Figura 31 c) numa angulação de 78 graus.



(a)



(b)

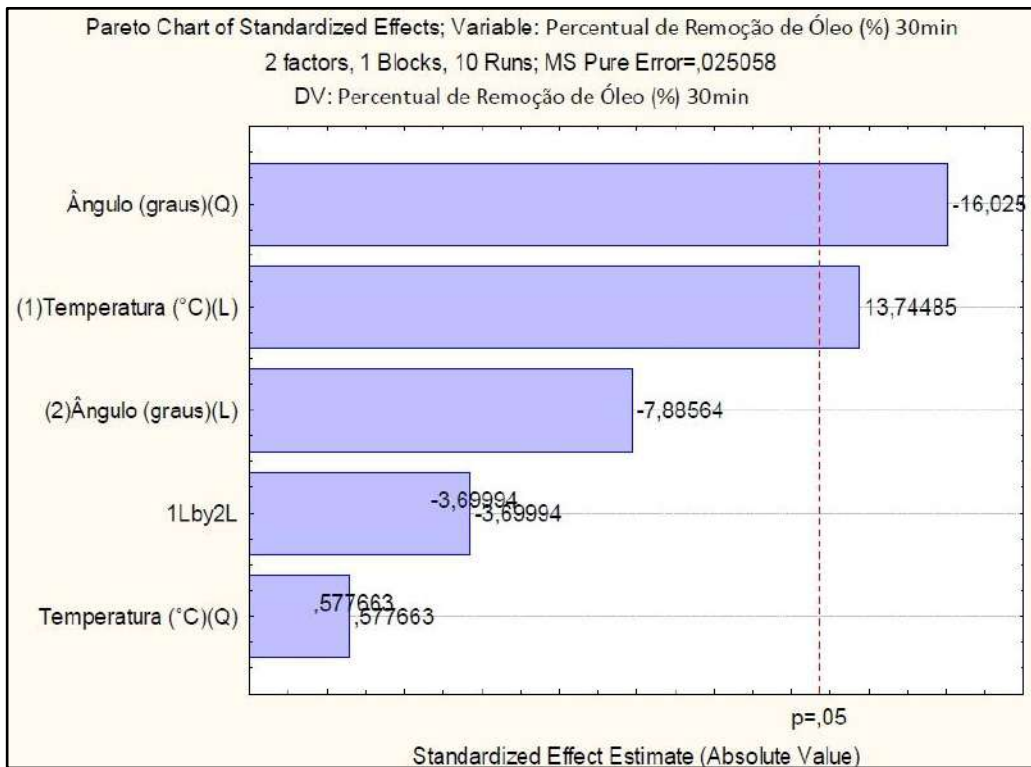


(c)

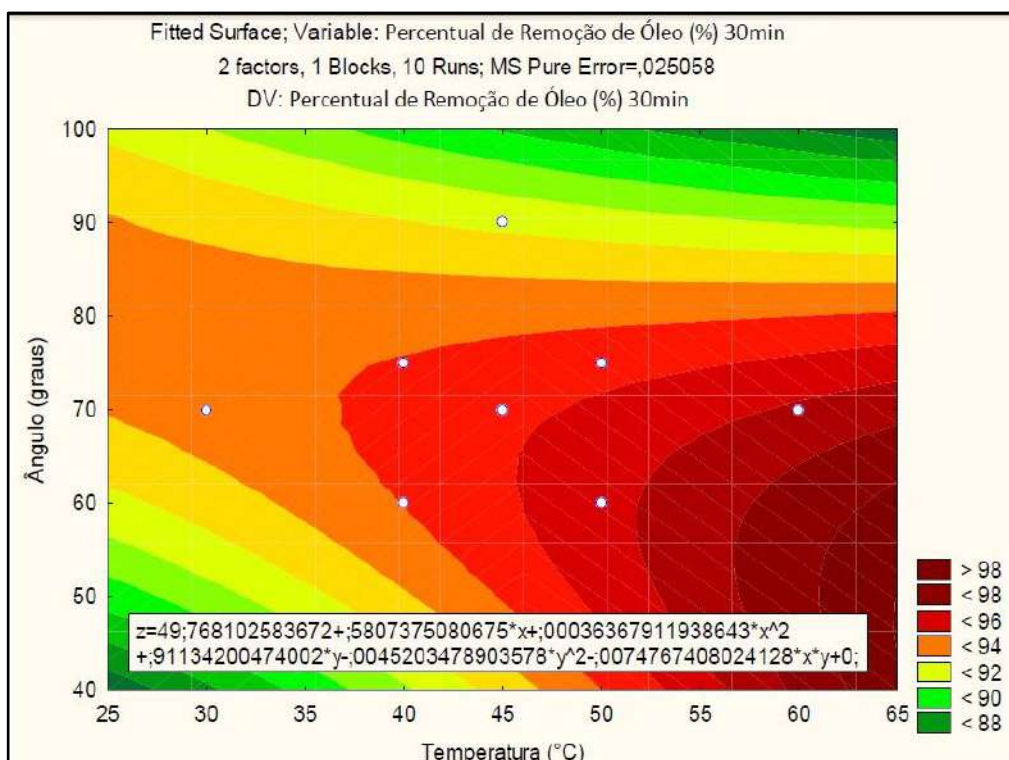
Figura 31: Resultados do STATISTICA 8.0 para o corte em 20 minutos: (a) Pareto, (b) 2D, (c) 3D.

A análise do pareto em 30 minutos (Figura 32 a) mostra a relevância em apenas dois parâmetros: ângulo atuando quadrática e desfavoravelmente e temperatura linear atuando positivamente com menor relevância.

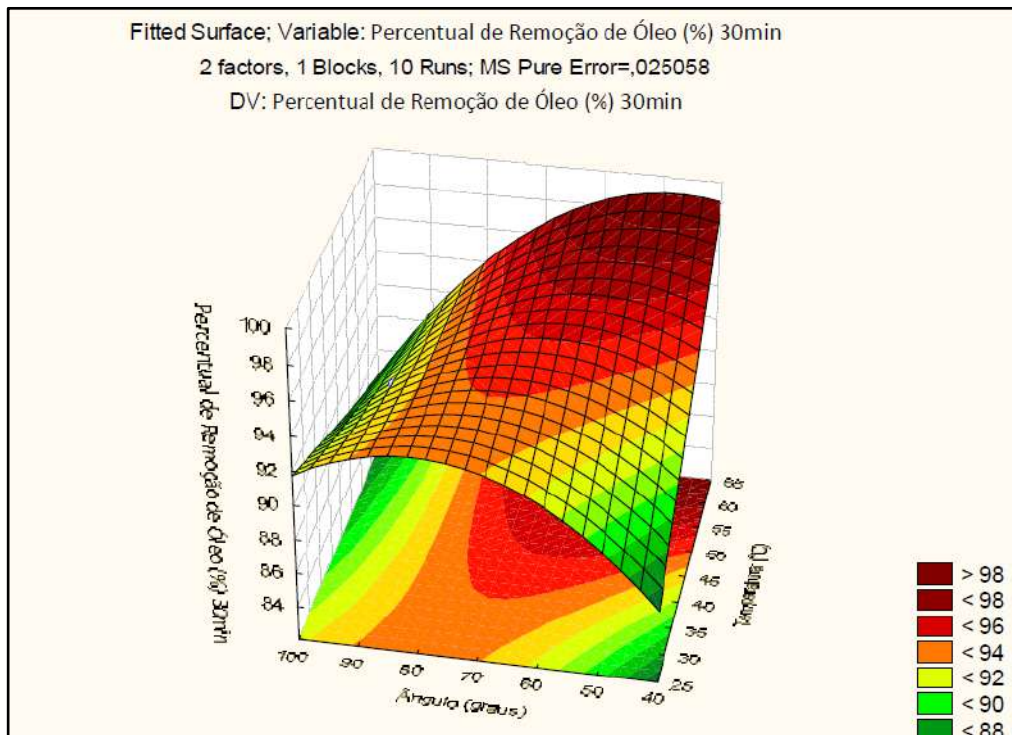
Neste caso, a remoção de 95% apresenta melhores condições para temperatura de 40°C (Figura 32 b) com angulação de 73 graus (Figura 32 c).



(a)



(b)



(c)

Figura 32: Resultados do STATISTICA 8.0 para o corte em 30 minutos (a) Pareto, (b) 2D, (c) 3D.

Para os primeiros minutos, a temperatura apresenta maior influência do que no final da corrida, devido à quantidade de óleo remanescente na embalagem. Assim, concluiu-se como condição ótima para o escoamento a temperatura de 45°C e um tempo de 10 minutos. Porém conforme o tempo percorrido a temperatura utilizada pode ser menor, talvez haja a possibilidade de manutenção da temperatura ambiente com um tempo maior, pois há menor geração de custos envolvidos e torna maior a viabilidade de aplicação.

Analisando os paretos de ângulo e o resultado encontrado para cada caso, o melhor ângulo para o escoamento ótimo em questão é 70 graus.



## 6. Conclusões

A pesquisa de campo mostrou que não houve muitos avanços no gerenciamento de embalagens de lubrificantes pós-consumo no município do Rio de Janeiro, fato já observado por Martins (2012). De acordo com a pesquisa realizada:

- 91,1% dos postos possuem aparato coletor de óleo;
- 35,7% fazem utilização do aparato para escoamento do óleo residual;
- 62,5% utilizam o aparato para colocação de outros materiais;
- 16,1% dos postos mantêm os frascos em posição que permite o escoamento;
- Nenhum dos postos visitados realiza escoamento adequado.

A questão de tratamento desses resíduos observada nos postos entrevistados foi verificada e os principais fatores são:

- 92,9% dos postos afirmaram possuir programa de coleta de reciclagem, porém apenas 42,8% possuíam documentos que comprovassem tal fato;
- 75% dos postos armazenam suas embalagens destampadas, havendo escoamento de óleo para o solo em 12,5% dos casos;
- Com relação à compactação das embalagens observou-se que não é realizada em nenhum dos casos observados, o que poderia contribuir com a redução do volume e aumento na capacidade de coleta dos caminhões.

O armazenamento inadequado dessas embalagens pode acarretar em contaminação dos solos e lençóis freáticos, já que são estocadas destampadas e em recipientes que não impedem o vazamento de óleo. Verificou-se o seguinte cenário: as embalagens são acondicionadas em:

- As embalagens são acondicionadas em sacos de lixo em 82,1% dos casos e em tambores em 16,1% dos postos;
- Em 3,6% dos postos não há armazenamento e as embalagens são destinadas ao lixo comum.

Apesar da maioria dos postos possuir um aparato coletor de óleo, este não possui estrutura que facilite o escoamento, além de serem utilizados de forma inadequada. Não existe padronização em relação ao posicionamento do frasco ou tempo de escoamento, o que implica a uma remoção insatisfatória do óleo residual;

Em relação ao procedimento experimental realizado, ficou estabelecido que a porcentagem de remoção mínima deve ser de 95% para que a reciclagem direta do PEAD (ainda com óleo lubrificante residual) seja viável.

Para 3 condições diferentes de tempo de experimento obteve-se diferentes condições ótimas de escoamento:

- Em 10 minutos - temperatura de 45°C e inclinação de 70 graus;
- Em 20 minutos - temperatura de 30°C e inclinação de 78 graus;
- Em 30 minutos - temperatura de 40°C e inclinação de 73 graus.

A partir do percentual de remoção estabelecido, concluiu-se que para que ocorra o escoamento eficaz a inclinação da embalagem de 70 graus em relação à horizontal. A condição de temperatura a ser estabelecida necessita de experimentos complementares com tempos maiores para melhor avaliação. Se faz preciso analisar se para tempos mais longos como 60 e 120 minutos o escoamento continua significativamente e atinge a meta estabelecida de 95% de remoção do total de óleo.

Os resultados apresentados no presente trabalho representam uma primeira contribuição para o estabelecimento de um sistema de logística reversa dos recipientes pós-uso de lubrificantes automotivos.

A implementação efetiva da sistemática proposta depende do comprometimento dos envolvidos na produção, distribuição e comercialização do produto, inclusive no que se relaciona com a provisão dos recursos iniciais necessários, e, ainda, da atuação rigorosa dos órgãos públicos ambientais na cobrança do cumprimento dos dispositivos legais, de modo a assegurar a destinação ambiental adequada das embalagens de lubrificantes automotivos pós-consumo. Se faz necessária a criação de uma norma com atuação nacional especificamente para o caso dessas embalagens de modo a padronizar o modo operatório quanto à: controle de volume e massa de resíduo gerado; remoção do óleo; armazenamento temporário, transporte e entrega ao reciclador, devendo todas essas etapas possuir registros documentais.

## 7. Referências Bibliográficas

ABIPLAST. Aplicações das Principais Resinas Plásticas. Disponível em: <<http://file.abiplast.org.br/download/aplicacoesresinasplasticas.pdf>> Acesso: 05/06/13.

ABIPLAST. Perfil 2012: Indústria brasileira de transformação de material plástico. Disponível em: <[http://file.abiplast.org.br/download/estatistica/perfil2012\\_versao\\_eletronica.pdf](http://file.abiplast.org.br/download/estatistica/perfil2012_versao_eletronica.pdf)> Acesso: 05/06/13.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004. Resíduos Sólidos - Classificação. 2004.

AMBIENTE BRASIL. Técnico Químico desenvolve e patenteia método para reciclar embalagens de óleos lubrificantes e aditivos. Disponível em: <[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/programa\\_e\\_projetos/tecnico\\_quimico\\_desenvolve\\_e\\_patenteia\\_metodo\\_para\\_reciclar\\_embalagens\\_de\\_oleos\\_lubrificantes\\_e\\_aditivos.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/programa_e_projetos/tecnico_quimico_desenvolve_e_patenteia_metodo_para_reciclar_embalagens_de_oleos_lubrificantes_e_aditivos.html)>. Acesso: 22/05/13.

ABIPLAST, 2013. PNRS e o acordo setorial de embalagens. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/site/publicacoes>> Acesso: 05/06/13.

ANP, 2013. Revenda de Combustível Automotivo. Consulta Posto Web. Exportar revendedores em operação. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>> Acesso: 25/05/13.

BRASIL. Decreto Federal 7.404/10. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>> Acesso: 20/05/13.

BRASKEM. Polietileno Verde I'M GREEN™. Disponível em: <<http://www.braskem.com.br/site.aspx/PE-Verde-Produtos-e-Inovacao>> Acesso: 04/06/13.

BRUNI, C.S., 2013. Avaliação do cenário atual da aplicação da logística reversa de embalagens de óleo lubrificante no município do Rio de Janeiro. Trabalho de Conclusão de Curso. Tecnologia em Gestão Ambiental, IFRJ.

COPLAST. Comissão Setorial de Resinas Termoplásticas da Associação Brasileira da Indústria Química. Resinas Termoplásticas. ABIQUIM. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/comissao/setorial/resinas-termoplasticas-coplast>>. Acesso: 20/05/13.

DRIVING VALUE: 2012 Automotive M&A Insights, 2013. Disponível em: <[http://www.pwc.com.br/pt\\_BR/br/publicacoes/setores-atividade/assets/automotivo/pwc-driving-value-2012-automotive-manda-insights.pdf](http://www.pwc.com.br/pt_BR/br/publicacoes/setores-atividade/assets/automotivo/pwc-driving-value-2012-automotive-manda-insights.pdf)> Acesso: 19/05/13.

D'ALMEIDA, M.L.O, VILHENA, A, 2000. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. 2ed. São Paulo. IPT/CEMPRE. p.145-154.

- ERAMO, M., 2012. Strategic Issues In Global Petrochemicals: The Impact of Ethylene Market Trends in Global Petrochemicals, World Petrochemical Conference, IHS Chemical, Houston. TX, USA, March 27-29.
- FALL, M., CÉLESTIN, J., SEN, H., 2010. Potential use of densified polymer-pastefill mixture as waste containment barrier materials. Waste Management 30, 2570 – 2578.
- FECOMBUSTÍVEIS, 2011. Relatório Anual da Revenda de Combustíveis. Disponível em: <<http://www.fecombustiveis.org.br/images/stories/relatorio2011/pdf/relatoriofecombustiveis11.pdf>> Acesso: 20/05/13.
- FIESP, 2012. Perguntas frequentes sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=10083>> Acesso: 04/06/13.
- FIESP, 2007. Reciclagem de embalagens plásticas usadas contendo óleo lubrificante. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. – São Paulo.
- IBGE, 2010. Sinopse do Censo 2010, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=21&uf=33>> Acesso: 24/05/13.
- INSTITUTO PEREIRA PASSOS, 2010. População Residente de acordo com Áreas de Planejamento e Regiões Administrativas – Município do Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/arquivos/2961\\_pop%20res\\_doc%20part%20ocup\\_m%C3%A9dia%20moradores\\_2010.XLS](http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/arquivos/2961_pop%20res_doc%20part%20ocup_m%C3%A9dia%20moradores_2010.XLS)> Acesso: 24/05/13.
- JOGUE LIMPO, 2013. O Programa. Disponível em: <<http://www.programajoguelimpo.com.br/index.php/oprograma>>. Acesso: 10/06/13.
- JOGUE LIMPO, 2013. Estatísticas de embalagens recicladas. Disponível em: <<http://www.programajoguelimpo.com.br/index.php/estatisticas>>. Acesso: 28/05/13.
- KUDRJAWZEW. V; 2009. Operação piloto. Revista Plástico Moderno. Edição nº413 - Março de 2009.
- LEI, Y.; WU, Q, 2009. Composites made of Thermoplastic Polymers, residual oil, and Cellulosic Fibers. International Publication Number WO 2009/079273 A2. Patent Cooperation Treaty, 25 jun.
- LEI, Y.,WU, Q., 2011. Recycling Engine Oil Containers to Prepare Wood–Plastic Composite. Wiley Online Library.
- LEITE, L.F, 2012. Notas de Aula da Disciplina Gestão da Inovação da Indústria de Polímeros, UFRJ.
- LEONARDI, P. L, 2009. Introdução de Matérias-Primas Renováveis na Matriz Petroquímica do COMPERJ. Projeto Final de Curso. Escola de Química. UFRJ.
- LUBRAX, Petrobras Distribuidora. Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico. Disponível em: <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/a064638043a7b20f92639fecc2d0136c/fispq-lub-auto-tecno.pdf?MOD=AJPERES>> Acesso: 31/05/13.

- LUBRAX, Petrobras Distribuidora. Folheto Técnico do óleo lubrificante SN 15W/40. Disponível em: <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/4ecfdd8043a7b2d095ee9fecc2d0136c/ft-lub-auto-tecno.pdf?MOD=AJPERES>> Acesso: 31/05/13.
- MANCINI, S.D., ZANIN, M., 2004. Optimization of neutral hydrolysis reaction of postconsumer PET for chemical recycling, Prog. Rubber Plast. Rec. Tech. 20,117.
- MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M., 2005. Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. Cap. 9. Seção 9.2. 5ª ed. São Paulo: Atlas.
- MARTINS, H. M., 2005. Destinação Final das Embalagens de Óleo Lubrificante: o caso do Programa Jogue Limpo. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia. UERJ.
- MARTINS, H. M., 2012. Desenvolvimento de Metodologia para Reciclagem de Embalagens de Lubrificantes pós-consumo. Exame de Qualificação. Escola de Química. UFRJ.
- MMA, 2013. IV Conferência Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.conferenciameioambiente.gov.br/pnrs/>> acessado em 05/06/13
- MMA. Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Versão Preliminar. Ministério do Meio Ambiente/Governo Federal. Brasília. 2011.
- MMA, 2013. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <[www.mma.gov.br/politica-de-residuos-solidos](http://www.mma.gov.br/politica-de-residuos-solidos)> Acesso: 03/06/13
- PACHECO, E. B. A.V., RONCHETTIA L. M., MASANETB, E., 2012. An overview of plastic recycling in Rio de Janeiro. Resources, Conservation and Recycling 60, 140 – 146.
- PIRES, A.S., 2004. Reciclagem de frascos plásticos de postos de gasolina. Disponível em: <[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/reciclagem\\_de\\_frascos\\_plasticos\\_de\\_postos\\_de\\_gasolina.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/reciclagem_de_frascos_plasticos_de_postos_de_gasolina.html)> Acesso: 05/06/13.
- PLASTICS-THE-FACT, 2012. An analysis of European plastics production, demand and waste data for 2011. Disponível em: <<http://www.plasticseurope.org/Document/plastics-the-facts-2012.aspx>>. Acesso: 20/05/13.
- PLASTIVIDA, 2012. Monitoramento dos Índices de Reciclagem Mecânica de Plástico no Brasil (IRmP) 2011. Disponível em: <[http://www.plastivida.org.br/2009/pdfs/IRmP/Apresentacao\\_IRMP2011.pdf](http://www.plastivida.org.br/2009/pdfs/IRmP/Apresentacao_IRMP2011.pdf)> Acesso: 24/05/13.
- REIS, J.M.L, PACHECO, L.J., MATTOS H.S., 2013. Tensile behavior of post-consumer recycled high-density polyethylene at different strain rates. Polymer Testing 32, 338 – 243.
- SALMIATON, A., GARFORTH, A., 2007. Waste catalysts for waste polymer. Waste Management 27, 1891–1896.
- SANTOS, A.S.F; AGNELLI, J.A.M; MANRICH, S., 2004. Tendências e Desafios da Reciclagem de Embalagens Plásticas. In: Polímeros: Ciência e Tecnologia, v.14, n.º5, p.307-312.
- SILVA, D.F.; VISCONTE, L.L.Y. ; MENEZES, V. J. ; PACHECO, E. B. A. V. ; MANO, E. B., 2006. Avaliação da remoção de óleo lubrificante residual de embalagens pós-consumo. In:

XXVIII Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Artística e Cultural da UFRJ. Rio de Janeiro. XXVIII Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Artística e Cultural da UFRJ. Rio de Janeiro : UFRJ.

SILVÉRIO, R. e colaboradores., 2007 . Estudo prospectivo do plástico, relatório prospectivo setorial. Brasília: CEGG/ABDI.

SINDICOM, 2012. Anuário: Combustíveis, Lubrificantes & Lojas de Conveniência 2012. Disponível em: < [http://www.sindicom.com.br/download/sindicom\\_anuario\\_2012\\_final.pdf](http://www.sindicom.com.br/download/sindicom_anuario_2012_final.pdf)> Acesso: 05/06/13.

SINDICOM, 2012. Balanço Anual 2012. Disponível em: <[http://www.sindicom.com.br/download/Balanco\\_Sindicom\\_2012\\_Web.pdf](http://www.sindicom.com.br/download/Balanco_Sindicom_2012_Web.pdf)> Acesso: 05/06/13.

SINDICOM, 2013. Vendas consolidadas por produtos. Disponível em: <[http://www.sindicom.com.br/images/file/estatisticas/Vendas\\_de\\_Lubrificantes\\_m3\\_SINDICOM\\_201305\(1\).xlsx](http://www.sindicom.com.br/images/file/estatisticas/Vendas_de_Lubrificantes_m3_SINDICOM_201305(1).xlsx)>. Acesso: 28/05/13.

SINDICOM, 2013. Notícias SINDICOM – ANO 9 – Nº 26 – ABRIL de 2013. Disponível em: <[http://www.sindicom.com.br/download/Noticias\\_Sindicom\\_ed.26\\_baixa.pdf](http://www.sindicom.com.br/download/Noticias_Sindicom_ed.26_baixa.pdf)> Acesso: 05/06/13.

STATISTICA 8.0 desenvolvido por StatSoft. Disponível em:<<http://www.statsoft.com/>> Acesso: 05/06/13.

SPINACÉ, M.A.S, DE PAOLI, M.A., 2005. A tecnologia da reciclagem de polímeros. Química Nova. Vol.28. n.1. São Paulo.

TAURINO, R., POZZI, P., ZANASI, T., 2010. Facile characterization of polymer fractions from waste electrical and electronic equipment (WEEE) for mechanical recycling. Waste Management 30, 2601– 2607.

XAVIER, L. H.; CARDOSO, R. S.; FIGUEIREDO, M. A. G., 2005. Gestão ambiental de resíduos: aspectos legais da destinação de resíduos. Revista Meio Ambiente Industrial, RMAI, v. 53, p. 42-46.

# APÊNDICE A

Formulário aplicado no estudo do gerenciamento das embalagens de lubrificantes pós-consumo em postos combustíveis no município do Rio de Janeiro.

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Escola de Química

## PESQUISA DE CAMPO

Date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### 1) IDENTIFICAÇÃO DO PONTO GERADOR

1.1 Posto Visitado:

1.2 Bandeira:

1.3 Endereço:

1.4 Funcionário Entrevistado (opcional):

### 2) METODOLOGIA

2.1 Aparato Coletor de Óleo:

2.1.1 Existe? (S) (N)

2.1.2 É utilizado para escoamento das embalagens de lubrificantes? (S) (N)

2.1.3 Os frascos são mantidos em posição adequada ao escoamento? (S) (N)

2.1.4 É utilizado para colocação de outros materiais? (S) (N)

2.1.5 A estrutura é adequada ao escoamento gravitacional? (S) (N)

2.1.6 Há padronização quanto ao posicionamento do frasco? (S) (N)

2.1.7 Há definição de tempo mínimo de escoamento? (S) (N)

2.2 Destinação das Embalagens:

2.2.1 Há Programa de Coleta para Destinação à Reciclagem? (S) (N)

Caso afirmativo, há documento comprobatório da destinação? (S) (N)

Caso afirmativo, qual a periodicidade da coleta? \_\_\_\_\_

2.2.2 Onde as embalagens são armazenadas?

( ) Não são armazenadas ( ) Em sacos de lixo ( ) Em Tambores ( ) \_\_\_\_\_

2.2.3 As embalagens são armazenadas tampadas? (S) (N)

2.2.4 Há compactação ou fragmentação das embalagens para armazenamento? (S) (N)

2.2.5 Há compactação ou fragmentação das embalagens para transporte? (S) (N)

2.2.6 Há escoamento de óleo para o solo durante o armazenamento? (S) (N)

### 3) COMERCIALIZAÇÃO

3.1 Volume Comercializado (média diária): \_\_\_\_\_

3.2 Óleo mais vendido: \_\_\_\_\_