



OS DESAFIOS DA LOGÍSTICA REVERSA DE OLUC NO BRASIL

Daniel Chalfun Haouche Meneses

Monografia em Engenharia Química

Orientador

Prof. Isabelli do Nascimento Dias, D.Sc.

Fevereiro de 2018

OS DESAFIOS DA LOGÍSTICA REVERSA DE OLUC NO BRASIL

Daniel Chalfun Haouche Meneses

Monografia em Engenharia Química submetida ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de engenheiro químico.

Aprovado por:

Armando Lucas Cherem da Cunha, D.Sc.

Carla Reis de Araújo, D.Sc.

Yordanka Reyes Cruz, D.Sc.

Orientado por:

Isabelli do Nascimento Dias, D.Sc.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Fevereiro de 2018

Ficha Catalográfica

Meneses, Daniel Chalfun Haouche.

Os desafios da logística reversa de OLUC no Brasil/ Daniel Chalfun Haouche Meneses.

Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2018.

xiv, 61 p.

(Monografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2018.

Orientador: Isabelli do Nascimento Dias.

1. Desafios. 2. Logística reversa. 3. OLUC. 4. Monografia (Graduação – UFRJ/EQ). 5.

Isabelli do Nascimento Dias I. Os desafios da logística reversa de OLUC no Brasil.

Dedico esse trabalho aos meus pais, Marcos e Marielza, que arduamente sempre trabalharam para que eu pudesse ter as melhores oportunidades que a vida poderia me proporcionar.

Ao meu irmão, João Pedro, meu melhor amigo, por sempre estar ao meu lado em todas as ocasiões e a todos aqueles que sempre me apoiaram.

“Se lhe pedirem para ser varredor de ruas, varra as ruas como Michelangelo pintava, como Beethoven compunha ou como Shakespeare escrevia.”

(Martin Luther King)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela vida que tenho, pela família maravilhosa que possuo e por todas as pessoas sensacionais que me rodeiam no meu dia a dia.

Agradeço aos meus pais Marcos e Marielza, por todos os seus esforços em me proporcionar a melhor educação possível, por terem formado o homem que sou hoje, por terem me ensinado o respeito, a cordialidade e terem me ajudado a alcançar tantas conquistas como essa. Meu muito obrigado. Ao meu irmão João Pedro, meu melhor amigo, por sempre estar comigo nas brincadeiras, nas risadas, nas brigas, nos conselhos e na vida. Muito obrigado.

Aos meus avós Lys e Rogério, pelas conversas, brincadeiras, almoços e todo carinho que sempre me deram. Aos meus avós Cecy e Reginaldo, pelas lembranças maravilhosas da minha infância e adolescência. Sei que daí de cima torcem e intercedem por mim. Saudades eternas. Ao Henrique, por participar do meu crescimento como pessoa, obrigado pelos ensinamentos. À Alessandra, pelos seus incentivos à minha vida profissional, também deixo meu agradecimento.

À minha namorada Gabriela, por ser mais que uma companheira, uma amiga e meu filtro. Você é a calma que me falta no dia a dia, sempre com as palavras certas nos momentos certos. Todo meu amor a você.

Ao meu amigo Aleph, por ser muito mais que um amigo. Obrigado por todos os papos de tarde mexendo nos carros, aos encontros aos finais de semana e por todo companheirismo. Ao meu amigo Caio, mesmo que a distância tenha nos separado de alguma forma, mantenho o mesmo carinho por você. Você é uma das pessoas mais maravilhosas que eu tive o prazer de conhecer em vida.

Aos amigos que a UFRJ me apresentou, Caio, TN, Lukas, Renata, Arthur, Frota, Lorena, Leo, Carol, Way, por todas as conversas, risadas e estresses com matérias. Meu muito obrigado a vocês por passarem os últimos 5 anos comigo. Aos amigos Maia, Vini, Jone, João, Ian, Bola, Pássaro, Franklin, Gabriel, Bruno, Thiago, Lucas, Ítalo, pelas partidas de CS e pelas risadas no discord. Ao Fico e Rato, pelas horas bem investidas em PUBG, obrigado pelas lágrimas de tanto rir e por todo o companheirismo.

À professora Isabelli, por me aceitar cair de paraquedas em sua sala para esse trabalho, muito obrigado. Aos demais que não foram mencionados, mas que estão em meu coração, obrigado por sempre estarem comigo e a todos que sempre acreditaram em mim, esse trabalho é dedicado a todos vocês.

Resumo da Monografia apresentada à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Químico.

OS DESAFIOS DA LOGÍSTICA REVERSA DE OLUC NO BRASIL

Daniel Chalfun Haouche Meneses

Fevereiro, 2018

Orientador: Prof. Isabelli do Nascimento Dias, D.Sc.

RESUMO

Os óleos lubrificantes usados ou contaminados (OLUC) são resíduos perigosos ao meio ambiente e à saúde humana, impactando negativamente a economia. A necessidade de se gerir tais resíduos fez com que fosse estabelecida a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, tratando da logística reversa e seus responsáveis. Porém, a logística reversa possui barreiras que dificultam o avanço desse sistema em território nacional. Dois grandes fatores para esse impedimento são a destinação incorreta dos OLUC e a disposição geográfica para cobertura da logística reversa. Esse trabalho tem por objetivo analisar e avaliar os desafios da logística reversa no mercado de OLUC no Brasil, explicando-se brevemente o processo produtivo do óleo lubrificante acabado, analisando mercadologicamente os óleos lubrificantes, os impactos ambientais, à saúde e econômicos gerados pelos OLUC, conhecendo como é feita a logística reversa desses resíduos, analisando as barreiras do sistema e propondo soluções para a resolução das mesmas.

Palavras-chave: OLUC, Desafios, Logística Reversa, Rerrefino.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. ÓLEOS LUBRIFICANTES	3
2.1. Definição e composição	3
2.2. Óleos básicos minerais	3
2.2.1. Refino	3
2.3. Óleos básicos sintéticos.....	9
2.4. Aditivos	10
2.5. Classificação de óleos básicos.....	10
2.6. Características dos óleos lubrificantes acabados.....	11
2.6.1. Viscosidade.....	11
2.6.2. Índice de Viscosidade	12
2.6.3. Ponto de fulgor	12
2.6.4. Ponto de fluidez	12
2.7. Classificação de óleos lubrificantes	12
2.7.1. Classificação SAE	13
2.7.2. Classificação API.....	13
3. MERCADO DOS ÓLEOS LUBRIFICANTES	14
3.1. Produção.....	14
3.2. Venda	17
4. ÓLEOS LUBRIFICANTES USADOS E CONTAMINADOS.....	20
4.1. Impactos Ambientais.....	20
4.2. Impactos à saúde	24
4.3. Impactos econômicos	27
5. LOGÍSTICA REVERSA DOS OLUC.....	28
5.1. Agentes da logística reversa dos OLUC	29

5.2.	Embalagens de óleos lubrificantes	30
5.3.	Coleta dos OLUC	30
5.3.1.	Percentual mínimo de coleta.....	31
5.3.2.	Critérios	31
5.3.3.	Dados de coleta.....	32
5.4.	Rerrefino.....	33
6.	DESAFIOS DA LOGÍSTICA REVERSA.....	37
6.1.	Destinação incorreta.....	37
6.2.	Disposição geográfica	39
7.	PROPOSTAS DE SOLUÇÕES.....	42
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
9.	REFERÊNCIAS	46

Lista de Figuras

Figura 1: Esquema de destilação atmosférica e à vácuo para produção de óleos lubrificantes básicos	5
Figura 2: Diagrama simplificado de desasfaltação a propano	6
Figura 3: Diagrama simplificado de desaromatização a furfural..	7
Figura 4: Diagrama simplificado de desparafinação à solvente	8
Figura 5: Diagrama simplificado de hidrotreamento de óleos lubrificantes	9
Figura 6: Número de plantas de produção de óleos lubrificante acabado por municípios	15
Figura 7: Produção nacional de óleos lubrificantes acabados	16
Figura 8: Market share dos produtores/importadores no Brasil em 2013	17
Figura 9: Market share dos produtores/importadores no Brasil em 2014	17
Figura 10: Market share dos produtores/importadores no Brasil em 2015	18
Figura 11: Market share dos produtores/importadores no Brasil em 2017	18
Figura 12: Venda nacional de óleos lubrificantes acabados.....	19
Figura 13: Vazamento de petróleo no Golfo do México	21
Figura 14: Presença de carbono negro na superfície terrestre em 2009	22
Figura 15: Limpeza de uma galeria de esgoto entupida	23
Figura 16: Fluxograma de logística reversa de produtos de pós-consumo.....	28
Figura 17: Market share nacional dos coletores de OLUC	33
Figura 18: Municípios com e sem coleta de OLUC no Brasil.	40

Lista de Tabelas

Tabela 1: Composição química do Petróleo	4
Tabela 2: Tipos e funções dos aditivos.....	10
Tabela 3: Grupos da classificação API dos óleos básicos	11
Tabela 4: Número de veículos no Brasil em 2016.....	14
Tabela 5: Número de plantas por UF.....	15
Tabela 6: Efeitos dos contaminantes presentes nos OLUC no organismo humano.	24
Tabela 7: Formas de intoxicação, sintomas e procedimentos imediatos de socorro.	26
Tabela 8: Movimentação de óleos básicos no Brasil (2014).....	27
Tabela 9: Agentes da logística reversa de OLUC, suas funções e características.....	29
Tabela 10: Meta de percentual mínimo de coleta de OLUC	31
Tabela 11: Bases de armazenagem de OLUC por UF.....	32
Tabela 12: Número de municípios com coleta por UF.....	32
Tabela 13: Testes realizados nos OLUC e suas finalidades	34
Tabela 14: Usos incorretos de OLUC e suas consequências.....	38

Lista de Siglas

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
- API – *American Petroleum Institute*
- ASTM – *American Society for Testing and Materials*
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito
- EPI – Equipamento de Proteção Individual
- GLP – Gás Liquefeito de Petróleo
- GNV – Gás Natural Veicular
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IPS – Indústria Petroquímica do Sul
- IV – Índice de Viscosidade
- MMA – Ministério do Meio Ambiente
- MME – Ministério de Minas e Energia
- OLUC – Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado
- PIB – Produto Interno Bruto
- PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
- SAB – Superintendência de Abastecimento
- SAE – *Society of Automotive Engineers*
- SIMP – Sistema de Informações de Movimentação de Produtos
- SPQ – Superintendência de Biocombustíveis e Qualidade de Produtos
- UF – Unidade Federativa

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da tecnologia é um dos pilares da sociedade contemporânea e desde a 1ª e 2ª revoluções industriais (1760-1870) observou-se a transformação de países e suas indústrias para fortalecimentos de suas economias, crescimento das necessidades de consumo da população em vista dos novos produtos bem como o desenvolvimento de movimentos e sindicatos trabalhistas.

Com a crescente produção de bens de consumo, conseqüentemente, houve intensa procura de métodos e produtos que aumentassem a vida útil dos maquinários utilizados nas diversas indústrias a fim de impulsionar o lucro em contrapartida da necessidade de se ter um gasto não previsto substituindo uma máquina deteriorada, uma vez que revisões e reparos eram esporádicos.

Um desses métodos é a lubrificação das engrenagens e dos eixos das máquinas. As primeiras técnicas de lubrificação datam de 700 a.C. em que era utilizada gordura animal como lubrificante para, por exemplo, os eixos das bigas na Grécia antiga e a mesma utilização se sucedeu por muito tempo. No entanto, com a modernização da indústria petrolífera em 1850, procurou-se utilizar substâncias lubrificantes advindas do petróleo, mais conhecidas como óleos lubrificantes.

Óleos lubrificantes são substâncias utilizadas para reduzir atrito, ruídos, desgaste e calor resultantes do trabalho de engrenagens e eixos formando uma película protetora entre os componentes da máquina, além de aumentar a vida útil dos equipamentos. Sua utilização é mais conhecida na indústria de automóveis em que periodicamente é realizada revisão dos veículos ocorrendo troca de óleo dos motores, caixas de câmbio, freios, etc. Cada maquinário possui uma periodicidade e necessidade de tipo de óleo lubrificante específicos tendo, portanto, especificações próprias para sua utilização, em sua produção e comercialização, essa regulamentada no Brasil pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP.

Atualmente, existe grande preocupação em relação ao meio ambiente nas mais diversas vertentes. Quanto a utilização de óleos lubrificantes, intensificaram-se os estudos para que os mesmos fossem usados de forma a não agredir a natureza. Nessa linha, desenvolveram-se o processo de refinagem de óleos lubrificantes usados ou contaminados (OLUC) e a produção de “óleo verde”, biodegradável, além de formas melhores de direcionamento para descarte. Em

caso de reuso sem que seja realizada a etapa de rerrefinação ou de descarte impróprio, pode-se gerar danos ambientais e à saúde humana.

No processo de rerrefinação, observa-se uma logística específica conhecida como Logística Reversa que, segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), é o método ambientalmente mais seguro para a reciclagem de OLUC em que os mesmos retornam ao início da cadeia na forma de óleo básico, através de uma série de tratamentos.

No entanto, existem certas dificuldades que impedem o avanço desse sistema no país. Dois grandes problemas giram em torno da destinação incorreta de OLUC, que acaba causando os danos supracitados e a disposição geográfica do país que é coberta pela logística, onde regiões como Norte e Nordeste são as principais prejudicadas.

Dessa forma, é importante conhecer e alertar produtores, intermediários e consumidores das práticas corretas para utilização e destinação de óleos lubrificantes usados ou contaminados após uso. Além disso, é necessário observar os problemas que são intrínsecos à própria logística reversa, como o fato de existirem poucos centros de coleta de OLUC no Norte e Nordeste frente à imensa área de ambas as regiões. É indispensável propor medidas para a resolução de tais problemas.

A defesa e cuidado com o meio ambiente é um desafio diário para a sociedade e deve ser intensificado sempre com melhorias na gestão ambiental das empresas e conscientização dos consumidores sobre suas práticas. Uma maior integração de todos os agentes envolvidos na logística reversa é um excelente modo de se iniciar um aperfeiçoamento do sistema.

Portanto, o objetivo desse trabalho é avaliar os desafios da logística reversa dos óleos lubrificantes usados ou contaminados e abordar os impactos ambientais e à saúde humana causados pela má utilização ou descarte inapropriado dos mesmos.

2. ÓLEOS LUBRIFICANTES

2.1. Definição e composição

Óleos lubrificantes são substâncias gasosas, líquidas, sólidas ou semi-sólidas com poder de lubrificação utilizadas para reduzir atrito, ruído, desgaste e calor em máquinas e equipamentos devido ao trabalho de suas engrenagens e eixos formando uma película protetora entre os componentes da máquina, conseqüentemente aumentando suas vidas úteis.

São compostos por óleos básicos, que correspondem entre 80% e 90% do óleo acabado em volume, e aditivos (SOHN, 2009), tendo suas especificações técnicas estabelecidas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP.

Existem três tipos de óleos básicos, os minerais, os sintéticos e os semi-sintéticos, que são uma mistura de óleos minerais e sintéticos.

2.2. Óleos básicos minerais

Os óleos básicos minerais são produzidos a partir do refino do petróleo, correspondendo à uma pequena fração deste.

Têm como vantagens o fato de serem mais baratos, terem maior acessibilidade, maior versatilidade quanto à sua utilização e serem recicláveis, ou “rerefinaados”, de modo mais fácil comparado aos óleos sintéticos (SOHN, 2009).

2.2.1. Refino

O petróleo tem enorme importância no mercado, sendo um dos principais produtos comercializados mundialmente devido à sua utilização como fonte de energia e matéria-prima para diversos produtos como, por exemplo, os óleos lubrificantes. A composição química do petróleo está especificada na Tabela 1.

Tabela 1: Composição química do Petróleo.

Elemento	% em peso
Carbono	82
Hidrogênio	12
Nitrogênio	4
Oxigênio	1
Sais	0,5
Metais (Ferro, Cobre, etc)	0,5

Fonte: ANP, 2017

O processo de destilação do petróleo constitui-se na separação das frações do petróleo dentro de diversas faixas de pontos de ebulição. Logo, ao aumentar gradativamente a temperatura da coluna, as frações mais leves, ou com menor temperatura de ebulição evaporam e seguem a um condensador onde são resfriadas e coletadas. Dessa forma todo o processo segue de forma contínua até que todas as frações sejam separadas.

O refino é constituído basicamente por 6 etapas: Destilação Atmosférica, Destilação à Vácuo, Desasfaltação à Solvente, Desaromatização à Solvente, Desparafinação à Solvente e Hidrotratamento.

- **Destilação atmosférica**

Para a produção de óleos minerais, primeiramente, é realizada uma sequência de pré-aquecimento seguindo-se as etapas de dessalinização, separação da mistura petróleo-água e retirada de impurezas do óleo cru (SEQUEIRA JR., 1994). Nessas etapas, adiciona-se água, sendo separada a água salinizada, além de outros sedimentos, pela utilização de um campo elétrico. Após essas etapas, o petróleo passa novamente por uma sequência de pré-aquecimento preparando-o para a injeção na zona de flash da torre, dando início ao processo de destilação na refinaria.

A primeira etapa consiste na destilação primária em coluna à pressão atmosférica, onde os produtos mais leves como Gás Liquefeito de Petróleo - GLP, Nafta leve e pesada, gasolina, querosene e diesel leve e pesado são extraídos. Os demais produtos de fundo como lubrificantes e resíduos atmosféricos seguem para a destilação à vácuo (PETROBRAS, 2012).

- **Destilação à vácuo**

A destilação à vácuo é dividida em 2 etapas para que se possa obter um produto, ou corte, dentro da faixa de especificação de viscosidade apropriada. A mistura passa por um aquecimento e é injetada na zona de flash da primeira torre de destilação. Dela, são extraídos gásóleo leve e óleos neutros leve, médio e pesado. O produto de fundo, por ainda conter frações de óleo lubrificante, segue para um novo aquecimento e injeção na zona de flash de uma segunda torre para se obter o restante do corte (PETROBRAS, 2012). Essa operação tem extrema importância pois as propriedades do destilado têm um grande efeito nos processamentos seguintes para se obter o produto final. A destilação atmosférica e a destilação à vácuo estão esquematizadas na Figura 1.

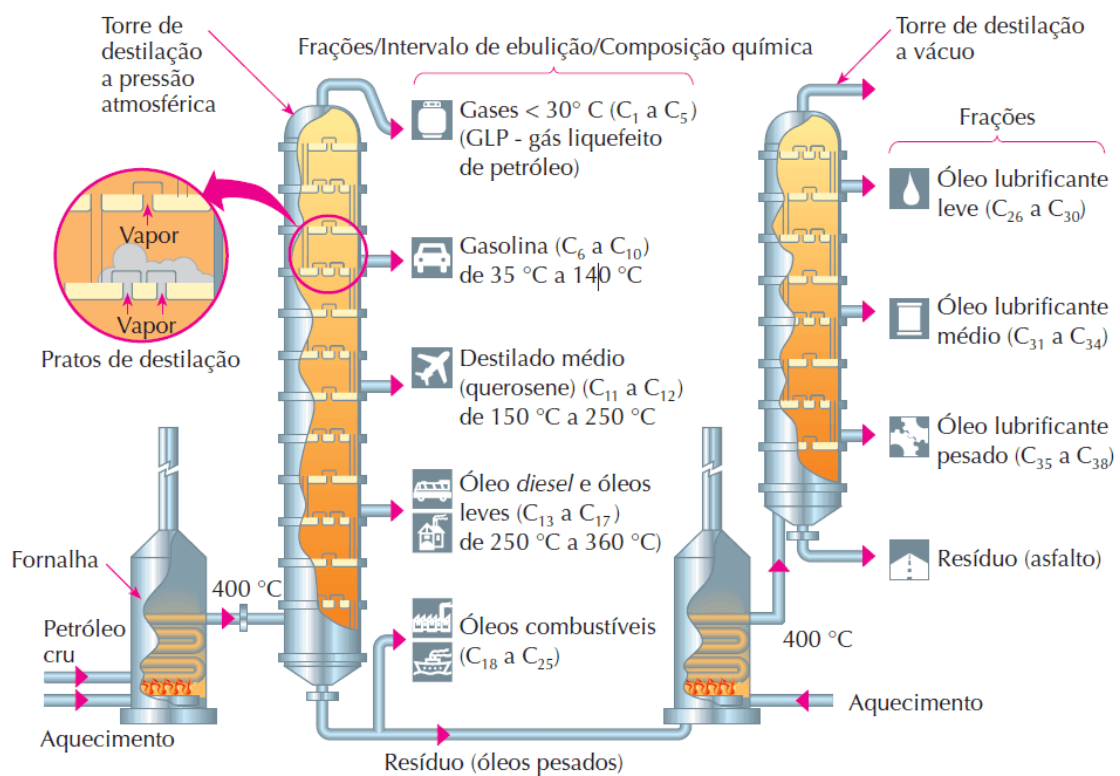


Figura 1: Esquema de destilação atmosférica e à vácuo para produção de óleos lubrificantes básicos.
Fonte: Júnior *et al.*, 2011

- **Desasfaltação à solvente**

Após a destilação à vácuo, o resíduo resultante segue para uma série de etapas a fim de se obter outras frações que estão presentes no produto de fundo. A primeira delas é a desasfaltação à solvente ou desasfaltação a propano que possibilita obter a faixa de viscosidade desejada para o óleo lubrificante (SEQUEIRA JR.,1994).

A carga é adicionada a uma coluna de extração junto com propano líquido a alta pressão, ocorrendo então uma extração líquido-líquido em contracorrente devido às diferenças de densidade entre o solvente e o resíduo de vácuo. A mistura de óleo desasfaltado e propano forma o extrato enquanto asfalto e traços de solvente formam o refinado. Após essa separação, ocorre recuperação do solvente presente no extrato e no refinado e ambos passam por uma etapa de retificação com vapor para se obter o óleo desasfaltado do extrato e asfalto do refinado. O propano recuperado é purificado e retorna ao processo na seção de extração (PETROBRAS, 2012). A Figura 2 traz o diagrama simplificado da desasfaltação a propano.

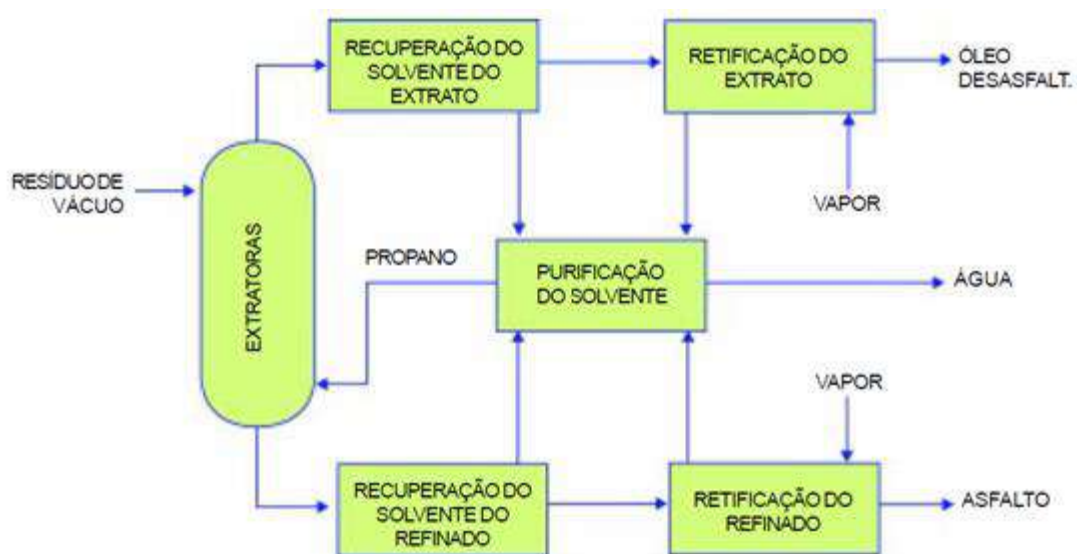


Figura 2: Diagrama simplificado de desasfaltação a propano. Fonte: PETROBRAS, 2012.

- **Desaromatização à solvente**

A etapa subsequente consiste na desaromatização à solvente e, a partir dessa, são realizadas várias outras etapas de tratamento com o objetivo de melhorar as propriedades físicas dos óleos como, por exemplo, a constância ou variação da viscosidade do óleo em diferentes

temperaturas. Essa característica é determinada pela medição do Índice de Viscosidade - IV. Quanto maior o IV, menor é a variação da viscosidade e melhor é a sua característica perante à temperatura. Um fator que ocasiona um valor reduzido do Índice de Viscosidade é a alta concentração de compostos aromáticos no óleo, portanto os mesmos devem ser extraídos.

Nessa etapa, a carga de óleo desasfaltado é adicionada à seção de extração com furfural ou fenol, sendo o furfural mais utilizado devido à potencialidade tóxica do fenol, com o objetivo de separar as frações aromáticas presentes no óleo. De modo semelhante à desasfaltação, o refinado e o extrato são submetidos a uma recuperação do solvente e posterior retificação com vapor a fim de se obter o produto desaromatizado e o extrato aromático, respectivamente. O solvente é então purificado para retornar ao processo na seção de extração (PETROBRAS, 2012). O diagrama simplificado dessa etapa está demonstrado na Figura 3.

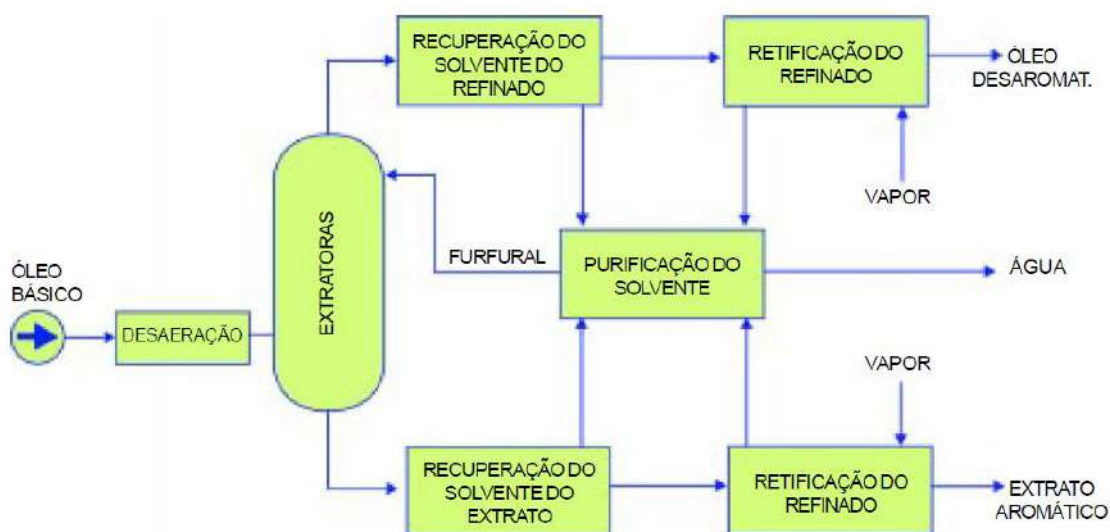


Figura 3: Diagrama simplificado de desaromatização a furfural. Fonte: Adaptado de PETROBRAS, 2012.

- **Desparafinação à solvente**

O produto desaromatizado segue para a etapa de desparafinação à solvente. Nela, busca-se obter um produto que possua baixo ponto de fluidez, isto é, deseja-se que o produto tenha boa fluidez quando operado em baixas temperaturas, por exemplo, quando se liga um carro com o motor frio.

Com isso, o produto originado na etapa anterior é inserido em uma seção de resfriamento e filtração com o objetivo de separar as cadeias parafínicas lineares, que são responsáveis pela alta fluidez do óleo, dos cortes desaromatizados. Na seção de resfriamento e filtração é

adicionada uma mistura de Metil-Etil-Cetona e Tolueno que, em baixas temperaturas, consegue separar o óleo das cadeias parafínicas, uma vez que o solubiliza totalmente enquanto as parafinas precipitam. A filtração é necessária devido à baixa viscosidade do meio para separar a fase sólida. Após a filtração, ocorre recuperação do solvente do extrato e da parafina separados, obtendo-se os cortes desparafinados que receberão acabamento final (PETROBRAS, 2012). A parafina ainda pode passar por um processo de desoleificação a fim de se separar o óleo contido nela para que a mesma possa ser convertida em produto comercial. Além disso, ocorre também purificação do solvente recuperado, para recirculá-lo no processo.

A Figura 4 traz o diagrama simplificado de desparafinação à solvente.



Figura 4: Diagrama simplificado de desparafinação à solvente. Fonte: Adaptado de PETROBRAS, 2012.

- **Hidrotratamento**

Por fim, ocorre o hidrotratamento do lubrificante com o objetivo de estabilizar o produto, além de eliminar algum composto que ainda esteja presente no corte, como nitrogênio, oxigênio, enxofre e metais que diminuem a vida útil do óleo e também podem possuir poder corrosivo.

Para realização dessa etapa, deve-se utilizar catalisadores com poder hidrogenante. Os catalisadores não podem ter características ácidas, sendo os mais utilizados a base de níquel, cobalto, molibdênio, tungstênio e ferro suportados em alumina.

Na unidade de hidrotratamento, o óleo é aquecido em permutadores e em seguida recebe calor no forno para que as reações sejam realizadas. Após sair do forno, hidrogênio aquecido é

injetado no óleo, entrando posteriormente em um reator de leito fixo contendo várias camadas a fim de potencializar as seguidas reações. O produto do reator passa por uma seção de flash à alta pressão para eliminar excesso de hidrogênio. Após a primeira seção de flash, uma segunda é necessária, dessa vez à baixa pressão para que gás combustível e impurezas sulfonadas e nitrogenadas sejam eliminadas. Após, o óleo é retificado com vapor e secado à vácuo para eliminar compostos voláteis e água, respectivamente, obtendo-se assim o óleo finalizado e pronto para comercialização e utilização (PETROBRAS, 2012).

O diagrama simplificado de hidrotratamento está demonstrado na Figura 5.

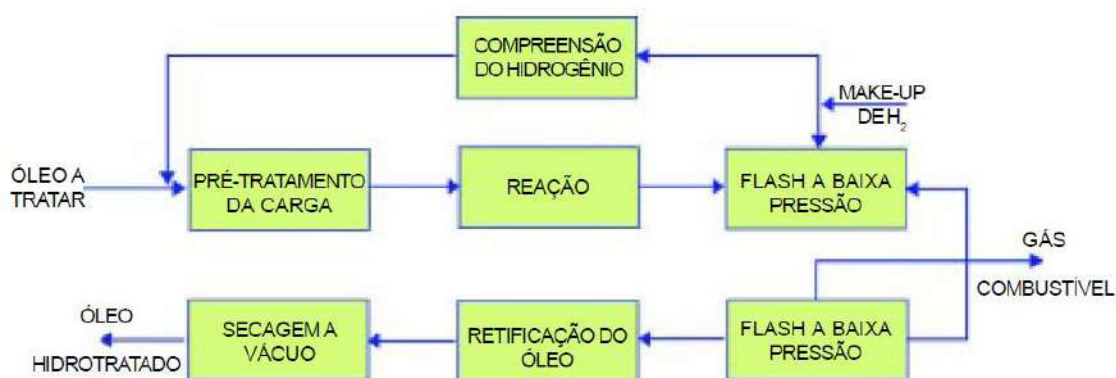


Figura 5: Diagrama simplificado de hidrotratamento de óleos lubrificantes. Fonte: PETROBRAS, 2012.

2.3. Óleos básicos sintéticos

Os óleos básicos sintéticos são produzidos a partir de uma manipulação do petróleo e de reações químicas realizadas em laboratório. Esse processo consiste em etapas com diversas modificações químicas a fim de se “moldar” as moléculas para se obter um óleo com composição química uniforme e estável de alta pureza.

Dentre as características dos óleos sintéticos, destacam-se a sua maior durabilidade, maior lubrificação, menor ponto de fluidez, o que favorece partidas a frio, menor volatilidade, maior resistência à oxidação, maior estabilidade das suas propriedades físicas e maior resistência a choques mecânicos em relação aos óleos básicos minerais (SOHN, 2009).

2.4. Aditivos

Os aditivos são substâncias que, adicionadas aos óleos básicos, complementam o produto acabado, conferindo características aos óleos lubrificantes para que os mesmos desempenhem funções específicas.

Os tipos de aditivos comumente utilizados e suas funções estão listados na Tabela 2:

Tabela 2: Tipos e funções dos aditivos

Tipo	Função
Agentes de Extrema Pressão	Reduzir os desgastes mecânicos em temperaturas elevadas
Agentes de Reserva Alcalina	No caso dos motores à diesel, confere neutralização dos ácidos sulfúricos produzidos pelos compostos sulfurados presentes no combustível.
Anticorrosivos	Neutralizam os ácidos formados devido a oxidação que causam corrosão
Antiespumantes	Reduzem formação de espumas ocasionadas pela agitação do óleo
Antioxidantes	Reduzem a oxidação do óleo quando em contato com o ar, em altas temperaturas, diminuindo formação de borras.
Corantes	Conferem coloração aos óleos que facilita na identificação visual em caso de vazamento, por exemplo.
Detergentes e Dispersantes	Promovem limpeza do óleo impedindo deposição de produtos de combustão e oxidação, que são retirados pelos filtros.
Melhoradores do Índice de Viscosidade	Impedem que a viscosidade do óleo caia muito devido ao aumento de temperatura do meio.
Redutores de Ponto de Fluidez	Mantém a fluidez do óleo em baixas temperaturas, impedindo seu endurecimento.

Fonte: Adaptado de SOHN, 2009.

2.5. Classificação de óleos básicos

Óleos básicos são classificados pelo *American Petroleum Institute* (Instituto Americano de Petróleo, em inglês) em função do teor de saturados, teor de enxofre e o índice de viscosidade. A divisão em grupos dos óleos básicos está descrita na Tabela 3.

Tabela 3: Grupos da classificação API dos óleos básicos

Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Saturados < 90%	Saturados ≥ 90%	Saturados ≥ 90%	Polialfaolefinas	
Enxofre > 0,03%	Enxofre ≤ 0,03%	Enxofre ≤ 0,03%	PAOs	Naftênicos, silicões, ésteres.
$80 \leq IV < 120$	$80 \leq IV < 120$	$IV \geq 120$		

Fonte: ANP, 2016.

O Grupo I é obtido através da rota solvente contendo os minerais parafínicos, os Grupos II e III são obtidos através das rotas de hidrorrefino, o Grupo IV é o dos lubrificantes sintéticos, as polialfaolefinas e o Grupo V são todos os óleos não citados nos grupos anteriores (ANP, 2016).

2.6. Características dos óleos lubrificantes acabados

O óleo lubrificante acabado, ou seja, após a mistura de óleos básicos, sejam eles minerais, sintéticos ou semi-sintéticos e aditivos deve ter determinadas características para utilização específica. Dentre as principais características estão a viscosidade, o Índice de Viscosidade, o ponto de fulgor e o ponto de fluidez.

2.6.1. Viscosidade

A viscosidade é a principal característica dos óleos lubrificantes, e consiste na medida da resistência ao escoamento ou cisalhamento, isto é, representa a resistência entre as moléculas de um fluido quando esse está em movimento a uma determinada temperatura. Quanto maior a viscosidade, menor a velocidade com que o fluido se movimenta, obtendo uma característica de um óleo “grosso”.

A importância dessa característica influencia na escolha do óleo a ser utilizado. Tomando como exemplo um óleo muito viscoso, sua eficácia ao lubrificar peças móveis é maior do que um menos viscoso, porém, se sua fluidez não for boa, não será uma boa opção de óleo a ser utilizado em uma máquina.

2.6.2. Índice de Viscosidade

Como já explicado anteriormente, o Índice de Viscosidade determina a mudança da viscosidade de um óleo frente à uma mudança de temperatura. Quanto maior o Índice, menor é a variação da viscosidade e melhor é a característica do óleo.

2.6.3. Ponto de fulgor

O ponto de fulgor é uma característica que reflete a que temperatura o óleo começa a liberar as primeiras frações de vapor que, em contato com uma chama, se inflamam de forma momentânea. Nesse sentido, quando um óleo trabalha em altas temperaturas, o mesmo deve permanecer no estado líquido, de forma a evitar a liberação de frações de vapor, ou seja, mantendo-se abaixo do ponto de fulgor e assim evitando sua queima.

2.6.4. Ponto de fluidez

O ponto de fluidez determina a menor temperatura de trabalho que um óleo, quando utilizado, ainda está fluido. É uma medida importante em locais onde a temperatura ambiente é baixa pois o óleo nessas condições não pode “empedrar” ou congelar, mantendo a lubrificação correta das partes mecânicas de um motor.

2.7. Classificação de óleos lubrificantes

Os óleos lubrificantes foram classificados de acordo com suas características de viscosidade e a aplicabilidade de cada um. Dentre as classificações, estão a SAE criada pela *Society of Automotive Engineers* (Sociedade dos Engenheiros Automotivos) e a API criada pelo *American Petroleum Institute* em conjunto com a ASTM, sigla de *American Society for Testing and Material* (Sociedade Americana para Testes e Materiais).

2.7.1. Classificação SAE

A classificação SAE se baseia na viscosidade do óleo lubrificante. Quanto maior o número SAE, maior a viscosidade do óleo. Logo, um óleo SAE 40 é mais viscoso que um SAE 30. Óleos mais viscosos suportam temperaturas de trabalho mais elevadas, porém, em baixas temperaturas tendem a engrossar.

Nesse sistema, os óleos são divididos em 3 categorias: baixas temperaturas, altas temperaturas e multiviscosos.

Na categoria de baixas temperaturas, os óleos têm no indicador a letra W de *Winter* (inverno, em inglês), variando de 0W a 25W. Na categoria de altas temperaturas, o indicador varia de 20 a 60 e para multiviscosos, o índice mescla os dois anteriores apresentando, por exemplo, uma classificação SAE 10W40, ou seja, se comporta em baixas temperaturas como SAE 10W e em altas temperaturas como SAE 40 (MERCOLUB, 2012).

2.7.2. Classificação API

Uma classificação API determina especificações baseadas no nível de desempenho dos óleos lubrificantes. Para avaliação do desempenho, são realizados testes com motores operando utilizando um determinado óleo. Após sua utilização, ocorre uma avaliação do desgaste das partes internas do motor, da limpeza que o óleo proporcionou e de sua proteção à mecânica do motor.

Nessa classificação, os óleos recebem duas letras. A primeira letra indica para que tipo de ciclo os motores operam. Nesse caso, a letra C, de *Compression Ignition* (ignição por compressão, em inglês) indica que o óleo é utilizado para motores do ciclo Diesel e a letra S, de *Spark Ignition* (ignição por faísca, em inglês) indica a utilização para o ciclo de Otto, como gás natural veicular - GNV, gasolina e etanol. A segunda letra indica o grau de desempenho do lubrificante, sendo A o pior grau e Z o melhor grau. De forma análoga à vista na classificação SAE, um óleo API SL é melhor que um óleo API SJ para motores à diesel e um API CL é melhor que um API CJ para motores à gasolina, por exemplo (MERCOLUB, 2012).

3. MERCADO DOS ÓLEOS LUBRIFICANTES

Óleos lubrificantes possuem grande impacto no mercado brasileiro devido à indústria automobilística. Mesmo com as novas tecnologias em constante crescimento, como no caso dos veículos elétricos que necessitariam menos de óleos lubrificantes, o Brasil ainda é um país em que a população utiliza majoritariamente veículos à combustão interna, e, por isso, necessitam usar os óleos comercializados. A Tabela 4 traz o número de veículos em circulação no Brasil no ano de 2016.

Tabela 4: Número de veículos no Brasil em 2016

Tipo	Número
Automóveis	51.296.981
Caminhões	2.684.227
Caminhões-trator	606.679
Caminhonetes	6.880.333
Caminhonetas	3.053.759
Micro-ônibus	383.325
Motocicletas	20.942.633
Motonetas	3.990.558
Ônibus	601.522
Tratores	30.896
Utilitários	707.152

Fonte: DENATRAN, 2016.

3.1. Produção

A produção de óleos lubrificantes acabados está disponível no Boletim de Lubrificantes da Superintendência de Abastecimento - SAB da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, publicado bimestralmente. Esses dados são obtidos a partir do registro e envio de informações dos agentes produtores através do Sistema de Informações de Movimentação de Produtos - SIMP que tem por objetivo monitorar dados de produção e movimentação de produtos regulados pela ANP, em cadeias de *midstream* e *downstream* de agentes como Produtores, Distribuidores, Revendedores, entre outros. Todos os agentes são obrigados a enviar a informações ao sistema a partir da Resolução ANP nº 17/2004 (ANP, 2017). A Figura 6 mostra o número de plantas produtoras de óleo lubrificante acabado por municípios e, a Tabela 5, o número de plantas por unidade federativa.

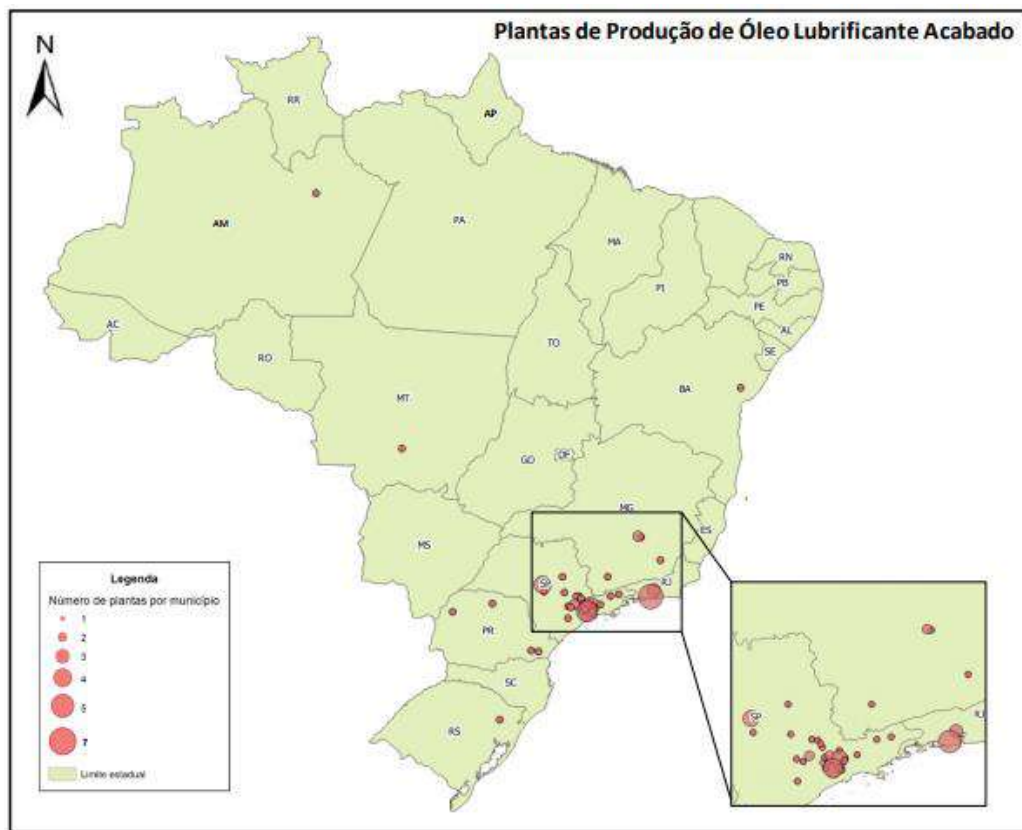


Figura 6: Número de plantas de produção de óleos lubrificante acabado por municípios. Fonte: ANP, 2018.

Tabela 5: Número de plantas por UF

UF	Plantas
AM	1
BA	1
MG	5
MT	1
PR	4
RJ	10
RS	1
SP	45

Fonte: ANP, 2018.

Nota-se uma alta concentração de plantas produtoras nas regiões Sudeste e Sul, principalmente em São Paulo e no Rio de Janeiro que concentram cerca de 81% da produção de óleos lubrificantes. A Figura 7 mostra os volumes da produção nacional de óleos lubrificantes acabados no ano de 2017.

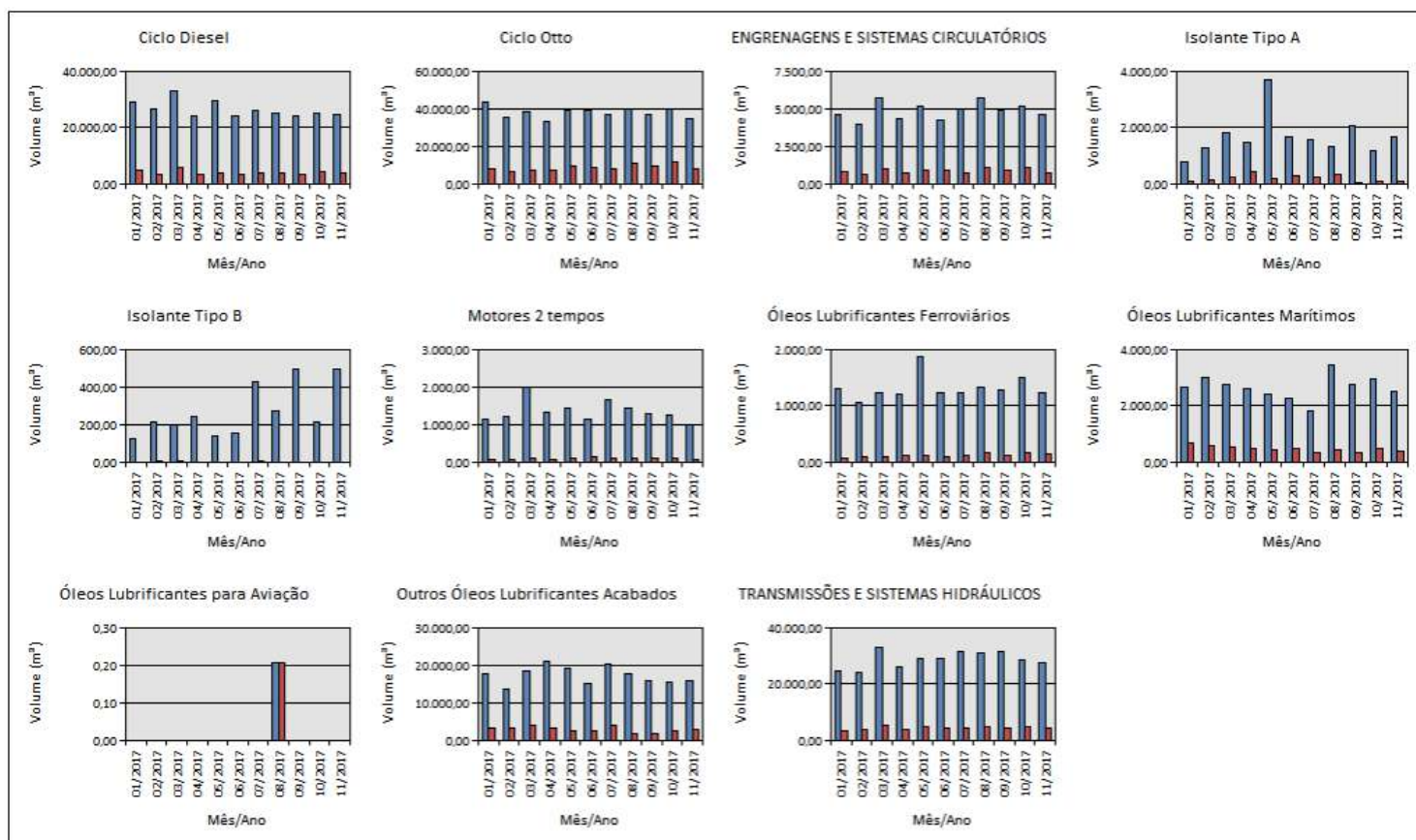


Figura 7: Produção nacional de óleos lubrificantes acabados. Fonte: ANP, 2018.

Em azul, temos a soma de produção por mistura, que segundo informado pelos produtores, é o volume resultante de formulação de produto, ou seja, é o volume de óleo lubrificante acabado produzido a partir das matérias primas utilizadas pela empresa.

Em vermelho, temos a soma de mistura de produtos, que também segundo informado pelos produtores, é o volume utilizado de matéria prima na formulação do produto, isto é, a quantidade de matéria prima que os produtores utilizaram em sua totalidade para a produção do óleo lubrificante acabado.

Pelos gráficos, percebe-se que a principal destinação da produção de óleos lubrificantes são para os ciclos Diesel e Otto, o que pode ser explicado quando analisada a Tabela 4, uma vez que existe uma grande quantidade de veículos em circulação. Segundo Marcelo Saintive (2017), diretor-executivo do Instituto de Desenvolvimento Industrial do Espírito Santo - Ideies, a produção industrial nacional cresceu 1,5% enquanto a do Espírito Santo cresceu 3,7%, em grande parte devido aos investimentos do setor automobilístico, reaquecendo a indústria automobilística passado o momento de crise (GAZETA ONLINE, 2017).

3.2. Venda

As Figuras 8, 9 e 10 mostram o *market share*, ou participação de mercado, entre 2013 e 2015 dentre as empresas cadastradas no SIMP e a Figura 11 mostra o mercado do ano de 2017.

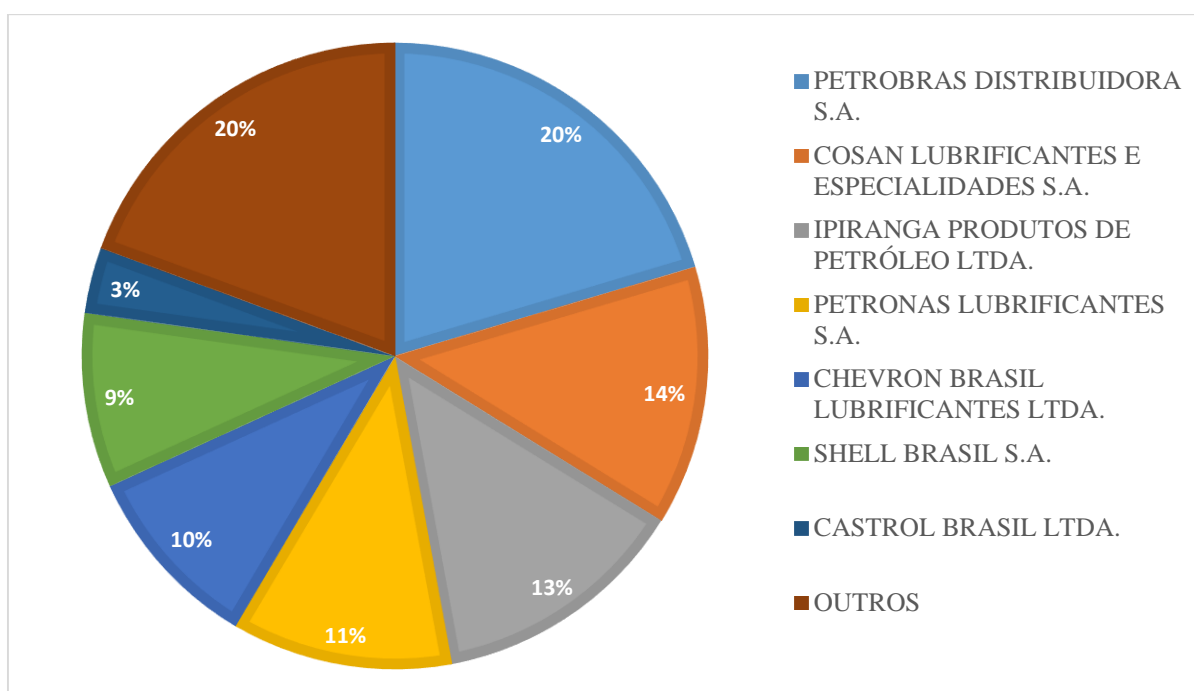


Figura 8: *Market share* dos produtores/importadores no Brasil em 2013. Fonte: Adaptado de ANP, 2018.

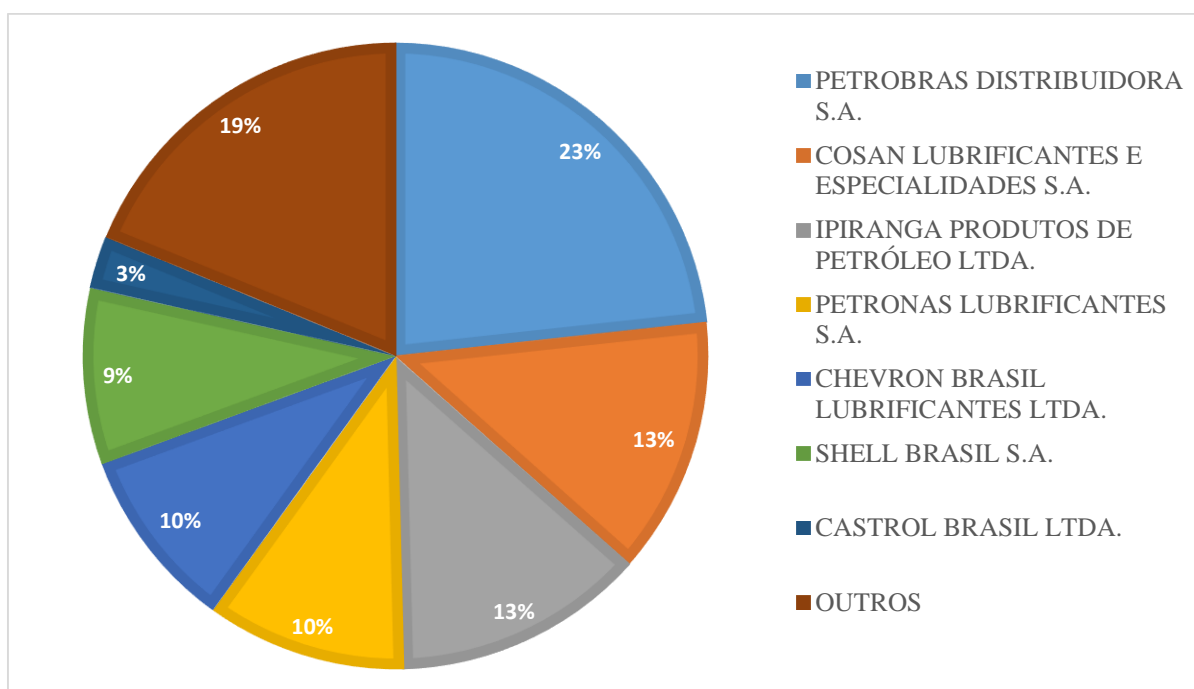


Figura 9: *Market share* dos produtores/importadores no Brasil em 2014. Fonte: Adaptado de ANP, 2018.

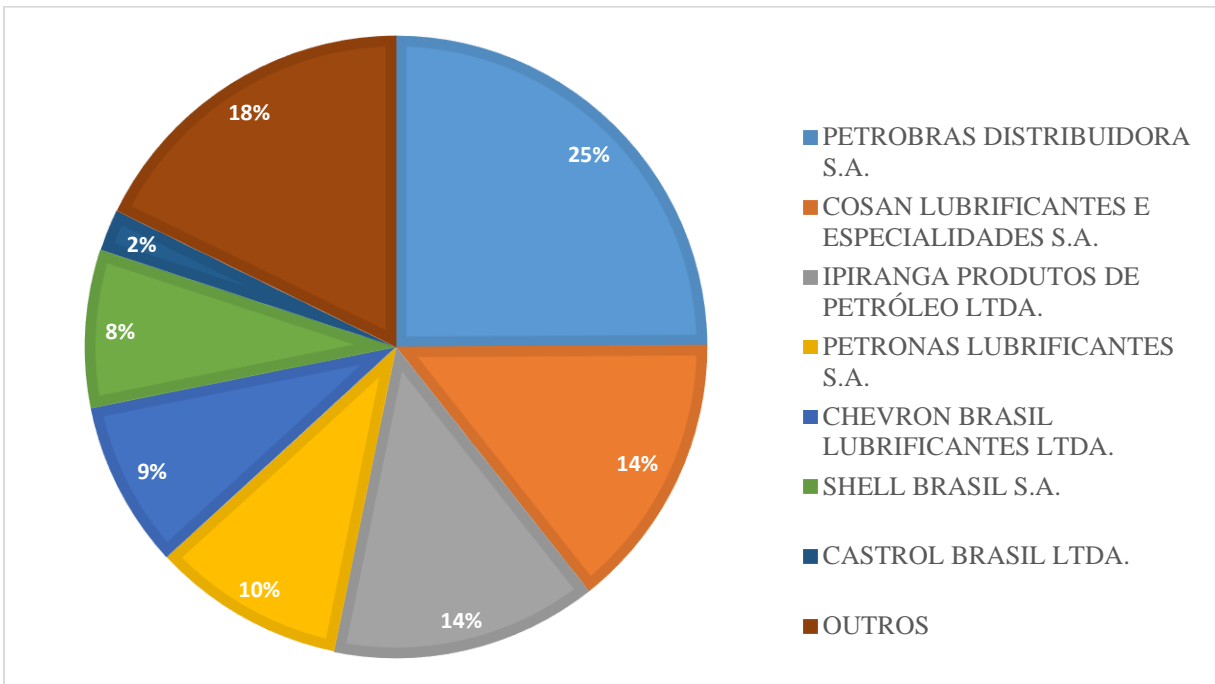


Figura 10: *Market share* dos produtores/importadores no Brasil em 2015. Fonte: Adaptado de ANP, 2018.

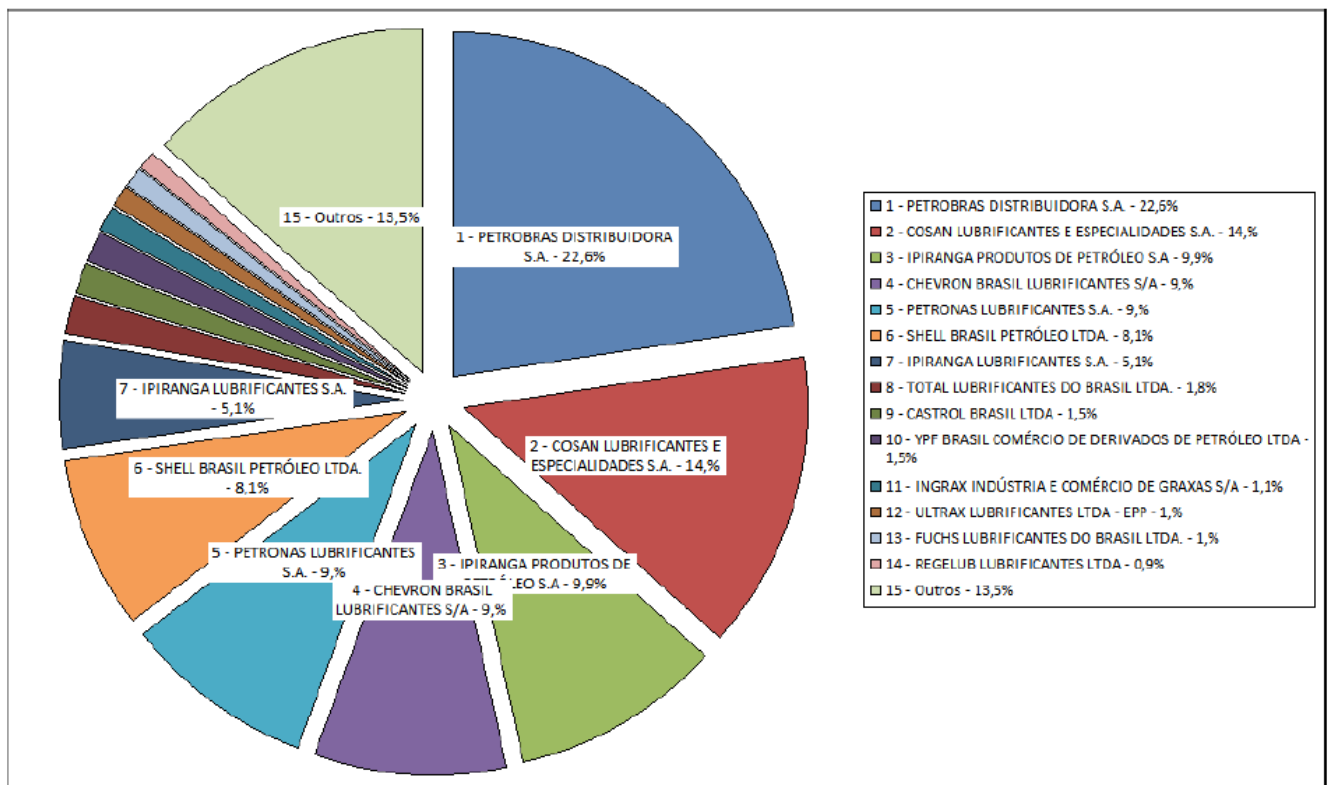


Figura 11: *Market share* dos produtores/importadores no Brasil em 2017. Fonte: ANP, 2018.

Nota-se que os líderes do mercado de óleos lubrificantes não mudaram desde 2013, sendo a Petrobras Distribuidora S.A. a empresa que possui a maior fatia.

A Figura 12 mostra os números das vendas nacionais de óleos lubrificantes acabados em 2017.



Figura 12: Venda nacional de óleos lubrificantes acabados. Fonte: ANP, 2018.

De forma semelhante aos números da produção de óleos lubrificantes acabados, as vendas também se concentram nos ciclos Diesel e Otto devido ao número de veículos em circulação no Brasil, conforme a Tabela 4 mostrou, uma vez que a produção de óleos costuma acompanhar o crescimento da demanda do mercado. Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA, as vendas de veículos no Brasil cresceram de 1.360.000 de unidades em 2006 para 2.780.000 em 2012. Devido à crise pela qual o país passou, o número de vendas caiu, chegando a 1.500.000 em 2016 (ANFAVEA, 2016) voltando a subir no ano de 2017.

4. ÓLEOS LUBRIFICANTES USADOS E CONTAMINADOS

Após a utilização dos óleos lubrificantes por um período de tempo que pode ser determinado ou não, seja para uma máquina industrial ou um automóvel, que é o foco deste trabalho, o mesmo encontra-se deteriorado e contaminado, o que, por consequência, o faz perder suas propriedades, sendo necessária sua substituição por um novo (SOHN 2009). Para esse óleo, criou-se a classificação de usado e contaminado. Segundo a Resolução ANP nº 20/2009, óleo lubrificante usado e contaminado é aquele que, em decorrência do seu uso normal ou por motivo de contaminação, tenha se tornado inadequado à sua finalidade original.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 362/2005, por possuírem diversos contaminantes como ácidos orgânicos, compostos aromáticos polinucleares, resinas e lacas, os óleos lubrificantes usados e contaminados (OLUC) são considerados perigosos e nocivos à saúde humana e ambiental (CONAMA, 2005). É necessária sua correta destinação envolvendo todo o processo de logística reversa e seu posterior tratamento a fim de minimizar ou evitar danos ambientais ou à saúde humana. Esse tratamento se baseia no rerrefino, que também segundo a resolução é o tratamento ambientalmente mais seguro para a reciclagem dos OLUC.

4.1. Impactos Ambientais

A destinação adequada de óleos usados ainda é uma tarefa difícil no Brasil e, por isso, esse resíduo é muitas vezes descartado incorretamente nas águas, no solo e até mesmo utilizado em processos de queima, sendo essa uma forma muito comum de utilização por parte de coletores ilegais.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente - MMA, a má utilização ou destinação dos OLUC pode causar grandes danos ao meio ambiente devido ao seu potencial tóxico por possuir os contaminantes supracitados, ser muito pouco biodegradável (MMA, 2011) e conter metais pesados como chumbo, cádmio, cromo e arsênio, dioxinas e hidrocarbonetos (SOHN, 2009).

Segundo o membro do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Paulo Finotti (2000), um litro de óleo lubrificante usado ou contaminado derramado sobre água demora cerca de 300 anos para se degradar e é capaz de cobrir uma área de mil metros quadrados devido ao seu efeito pelicular, ou seja, à sua facilidade em se espalhar e formar uma película fina, porém opaca, sobre a água, reduzindo a oxigenação e a incidência solar sobre o

ambiente aquático, prejudicando a fauna e a flora ali existente. Além disso, devido ao efeito pelicular causado pela imiscibilidade entre óleo e água, a área contaminada pela película pode mudar de direção com os ventos na região, podendo chegar a outros ambientes, seja de um rio ao mar ou do mar à praia, podendo contaminar a areia e intoxicar a população.

Um exemplo de que a má destinação ou acidentes envolvendo a utilização de óleo podem se tornar verdadeiros desastres naturais foi o acidente ocorrido no Golfo do México em 2010, onde ocorreu vazamento de 5 milhões de barris de petróleo, o equivalente a 795 milhões de litros, no mar devido à explosão de uma plataforma petrolífera. Nesse acidente, cerca de 1500 km de extensão do mar foram cobertos e contaminados pela camada de óleo em 87 dias de vazamento, matando milhares de animais (GREENPEACE, 2015). A Figura 13 mostra a camada de óleo no acidente do Golfo do México em 2010.



Figura 13: Vazamento de petróleo no Golfo do México. Fonte: GETTY IMAGES, 2016.

Outro impacto causado pela má utilização de OLUC é a liberação de gás clorídrico no ar pela queima do óleo usado devido à presença de cloro em sua composição, podendo formar dioxinas quando em contato com fenóis. A queima também pode produzir material particulado, como é o caso da fuligem, também conhecido como “carbono negro”, contaminando a área ao redor por pouco tempo, uma vez que são partículas grandes e pesadas e acabam eventualmente descendo ao solo. Mesmo que o tempo de contaminação do ar seja curto, a queima quase que ininterrupta de óleo pode produzir continuamente fuligem, mantendo o ar poluído por muito

tempo. O carbono negro é uma forma impura do elemento químico Carbono, sendo extremamente tóxico e poluente. O risco dessa forma de carbono está relacionado ao fato de produzir nuvens que reduzem a área de superfície refletora das geleiras, ocasionando seu derretimento acelerado e absorvendo o calor solar, agindo assim como outros poluentes semelhantes. É o segundo maior agente causador do aquecimento global, sendo CO₂ o maior, e seu dano ao meio ambiente corresponde a cerca de 2/3 do dano causado pelo CO₂. (VOILAND, 2011). Segundo Pio (2010) a combustão de cinco litros de óleo usado consegue contaminar um volume de ar equivalente ao respirado por um adulto por 3 anos. A presença de carbono negro na atmosfera no ano de 2009 está demonstrada na Figura 14.

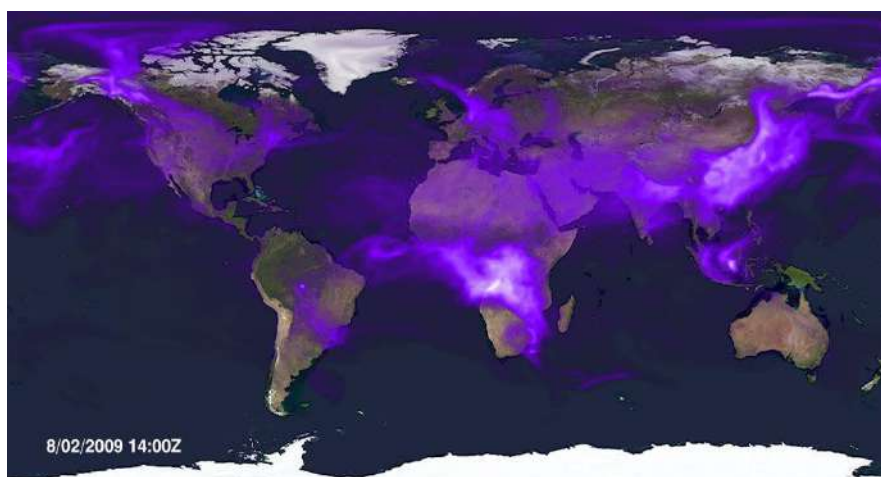


Figura 14: Presença de carbono negro na superfície terrestre em 2009. Fonte: NASA, 2009.

Se for lançado ao solo, os óleos podem inutilizá-lo matando ou contaminando a vegetação que acaba adquirindo elevada toxicidade, podendo prejudicar a fauna local que a utiliza como alimento. Da mesma forma, elimina microrganismos essenciais para a agricultura, uma vez que a presença de uma única fonte de carbono diminui a diversidade microbiana do meio (BELTRÃO, 2005). Ademais, causa infertilidade do solo tornando-se uma fonte de vapores tóxicos devido a presença de hidrocarbonetos em sua composição.

Se for jogado nos sistemas de esgoto, ocorre um fenômeno semelhante ao decorrido do derramamento de óleo de cozinha em pias, infelizmente ainda realizado por boa parte da população. Segundo dados da OilWorld (2012), 200 milhões de litros de óleo de fritura são despejados mensalmente no Brasil (BIOCOLETA, 2012). O mesmo pode entupir as tubulações da rede de esgoto, uma vez que, ao esfriar, se solidifica quando em contato com outros sólidos presentes na rede, formando uma grossa camada de gordura, prejudicando as redes de

tratamento e comprometendo o funcionamento das estações (SOHN, 2009), sendo necessária uma imediata intervenção para que o sistema de tratamento de esgoto não seja interrompido, evitando assim que o meio ambiente sofra maiores danos. A Figura 15 mostra a limpeza de uma tubulação entupida por uma camada de gordura.



Figura 15: Limpeza de uma galeria de esgoto entupida. Fonte: BICOLETA, 2013.

Diante da ocorrência de desastres ambientais, como no caso de derramamento de óleos, medidas emergenciais de contenção devem ser tomadas a fim de minimizar os impactos decorridos dos acidentes. Após a etapa de contenção do derramamento, deve-se dar início a etapa de limpeza. Na ocorrência de um grande acidente, é necessário e obrigatório comunicar o órgão ambiental local para que as devidas medidas cabíveis sejam tomadas.

No caso de contaminação do solo pode ser realizada a remoção manual do óleo com a aplicação de mantas absorventes ou utilização de pás como medida inicial. No caso de contaminação de águas, deve-se optar pela aplicação de cordões absorventes, ou “macarrões”, a fim de se criar barreiras para que o óleo não se espalhe pelo curso d’água. Também deve-se atentar ao fato de que óleos são inflamáveis e, portanto, em caso de um derramamento, deve-se isolar a área em volta do acidente para evitar o contato de fontes de calor ou faíscas, evitando um possível incêndio (ECYCLE, 2013). Deve-se também utilizar sempre os equipamentos de proteção individual (EPI) como luvas, óculos e botas para se evitar o contato direto do óleo com a pele e os olhos.

4.2. Impactos à saúde

Além do meio ambiente, os seres humanos também podem sofrer com a destinação incorreta ou manuseio dos OLUC. Os óleos lubrificantes usados e contaminados podem conter metais pesados como chumbo, cádmio, cromo e arsênio, dioxinas e hidrocarbonetos que, quando em contato, tanto com os trabalhadores que fazem a logística reversa do produto contaminado, quanto com a população que é passível de exposição aos mesmos, são nocivos à saúde.

A tabela 6 mostra os efeitos no organismo humano quando em presença dos contaminantes contidos nos óleos lubrificantes usados e contaminados.

Tabela 6: Efeitos dos contaminantes presentes nos OLUC no organismo humano.

Contaminante	Efeitos no Organismo Humano
Chumbo	<ul style="list-style-type: none">• Intoxicação aguda – dores abdominais; vômito; diarreia; oligúria; sensação de gosto metálico; colapso e coma.• Intoxicação crônica – perda de apetite; perda de peso; apatia; irritabilidade; anemia. danos nos sistemas nervoso, respiratório, digestivo, sanguíneo e aos ossos.• Cancerígeno para rins e sistema linfático.• Teratogênico (malformações nos fetos, ossos, rins e sistema cardiovascular).• Acumula principalmente nos ossos.
Cádmio	<ul style="list-style-type: none">• Intoxicação aguda – diarreia; dor de cabeça; dores musculares; dores no peito e nas pernas; salivação; sensação de gosto metálico; dores abdominais; tosse com saliva sangrenta; fraqueza; danos no fígado e falha renal.• Intoxicação crônica – perda de olfato; tosse; dispnéia; perda de peso; irritabilidade; debilitação dos ossos; danos aos sistemas nervoso, respiratório, digestivo, sanguíneo e aos ossos.• Cancerígeno para pulmões e traquéia.• Acumula principalmente nos rins, ossos e fígado.

Fonte: Adaptado de SOHN, 2009.

Tabela 6: Continuação dos efeitos dos contaminantes presentes nos OLUC no organismo humano.

Contaminante	Efeitos no Organismo Humano
Arsênio	<ul style="list-style-type: none"> • Intoxicação aguda – violenta gastroenterite; queimação no esôfago; diarreia sanguinolenta; vômito; queda da pressão sanguínea; suor sangrento; dispnéia; edema pulmonar; delírio; convulsões e coma. • Intoxicação crônica – dermatite; escurecimento da pele; edema; danos no sistema nervoso central, cardiovascular; nefrite crônica; cirrose hepática; perda de olfato; tosse; dispnéia; perda de peso; irritabilidade; debilitação dos ossos; danos nos sistemas nervoso, respiratório, digestivo, sanguíneo e aos ossos. • Cancerígeno para pele, pulmões e fígado.
Cromo	<ul style="list-style-type: none"> • O cromo hexavalente – Cr(VI)- é extremamente tóxico diferentemente do cromo trivalente – Cr(III) - que é essencial na potencialização da insulina. O Cr (VI) é gerado em processos a partir do Cr (III). • Intoxicação aguda – vertigem; sede intensa; dor abdominal; vômito; oligúria e anúria. • Intoxicação crônica – dermatite; edema de pele; ulceração nasal; conjuntivite; náuseas; vômito; perda de apetite; rápido crescimento do fígado. • Cancerígeno para pele; pulmões e fígado.
Dioxinas	<ul style="list-style-type: none"> • São substâncias organocloradas, persistentes na natureza, extremamente tóxicas, carcinogênicas e teratogênicas. • Essas substâncias agressivas são geradas quando da queima do óleo lubrificante usado ou contaminado, que é ilegal. • As várias dioxinas possuem, cada uma, diversos efeitos danosos à saúde humana. • Apesar da variedade de sintomas, a título ilustrativo, é possível generalizar destacando que todas elas são cancerígenas para sistema respiratório e causam vômito, dores e fraqueza muscular, falhas na pressão sanguínea, distúrbios cardíacos.
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Compostos caracterizados por possuírem dois ou mais anéis aromáticos (por exemplo benzeno) condensados. • Têm longa persistência no ambiente. • São cancerígenos. • Quando resultantes da queima do óleo lubrificante, que é ilegal, afetam os pulmões, o sistema reprodutor e o desenvolvimento do feto (teratogênico)

Fonte: Adaptado de SOHN, 2009.

Em caso de contato humano com óleos lubrificantes, deve-se levar a vítima imediatamente para o hospital para os devidos cuidados médicos. Em casos de contato contínuo, onde deve-se agir emergencialmente, é recomendado que os primeiros socorros sejam realizados enquanto a assistência médica se encaminha para o local. As formas de intoxicação, seus efeitos e sintomas e os procedimentos de primeiros socorros estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7: Formas de intoxicação, sintomas e procedimentos imediatos de socorro.

Forma de Intoxicação	Efeitos/Sintomas	Procedimento de Socorro
Inalação	<ul style="list-style-type: none"> • Depressão do sistema nervoso; • Dor de cabeça; • Confusão mental; • Náuseas, vertigem, tontura; • Dificuldade para respirar; • Edema pulmonar; • Pneumonia química. 	<ul style="list-style-type: none"> • Remover a vítima para local arejado; • Manter a vítima aquecida; • Procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto sempre que possível.
Ingestão	<ul style="list-style-type: none"> • Depressão do sistema nervoso; • Dor de cabeça; • Confusão mental; • Náuseas, vertigem, tontura; • Inconsciência. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não provocar vômito; • Lavar a boca da vítima; • Fazer a vítima ingerir água em abundância; • Manter a vítima aquecida; • Procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto sempre que possível.
Contato com os olhos	<ul style="list-style-type: none"> • Irritação nos olhos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lavar os olhos com água em abundância, por pelo menos 20 minutos, mantendo as pálpebras separadas; • Procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto, sempre que possível.
Contato com a pele	<ul style="list-style-type: none"> • Irritação no local atingido; 	<ul style="list-style-type: none"> • Retirar as roupas e calçados atingidos; • Lavar a pele atingida com água em abundância por pelo menos 20 minutos, preferencialmente sob chuveiro; • Em caso de irritação do local, procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto sempre que possível; • Caso a área atingida estiver previamente ferida (queimadura, corte, etc), procurar assistência médica.

Fonte: Adaptado de ECYCLE, 2013

4.3. Impactos econômicos

Os impactos econômicos decorrentes dos óleos lubrificantes usados ou contaminados estão em sua destinação incorreta. A tendência dos OLUC, após a utilização do óleo acabado, é que ele seja coletado e rerrefinado, e após uma série de tratamentos, ele retorne à cadeia produtiva de óleos acabados na forma de óleo básico, seu principal componente.

Uma vez que o óleo usado seja tratado e revertido em óleo básico, o mesmo recupera seu aspecto inicial, igual àquele produzido pelos primeiros agentes da cadeia, antes de ser misturado aos aditivos para ser comercializado como óleo lubrificante. Dessa forma, sua influência sobre o mercado se baseia na reposição dos óleos básicos importados pelas empresas com o intuito de produzir óleos lubrificantes ou como acréscimo de matéria prima já comprada.

Essa influência sobre o mercado impacta diretamente nos custos de produção, uma vez que rerrefinando óleos usados e permitindo que eles retornem à cadeia produtiva, reduz-se assim o custo de matéria prima importada, ou seja, quanto mais OLUC for rerrefinado e transformado em matéria prima para os próximos óleos lubrificantes, menos será gasto pelas empresas para adquirir óleo básico para suprir a demanda de óleo nacional. Esse fenômeno é essencial para o aquecimento do mercado de óleos, aumento dos números de produção nacional, criando dessa forma novos empregos para a população e reduzindo custos.

A Tabela 8 mostra as movimentações de óleos básicos no Brasil, no ano de 2014.

Tabela 8: Movimentação de óleos básicos no Brasil (2014).

Tipo de movimentação	Volume (m³)
Produção Refinarias Nacionais	682.000
Produção Rerrefino	277.000
Importação	486.000
Exportação	98.000
Consumo Interno	1.347.000

Fonte: ANP, 2016.

Pela Tabela 8, pode-se aferir que dos 1.347.000 m³ de óleo básico demandados pelo mercado nacional, 486.000 m³ chegaram ao mercado através de importação, isto é, 36% do óleo utilizado no país em 2014 foi proveniente do mercado externo.

5. LOGÍSTICA REVERSA DOS OLUC

A logística reversa avança pela necessidade de se encontrar uma solução para o crescente descarte de produtos usados, embalagens vazias ou seus constituintes. Leite (2009) explica que a logística reversa é fundada em um planejamento, controle e operação do fluxo e das informações logísticas e do retorno dos bens usados ao ciclo prévio por meio da distribuição reversa, agregando valores logísticos, ecológicos, econômicos, etc. A Figura 16 mostra o fluxograma da logística reversa de produtos de pós-consumo.

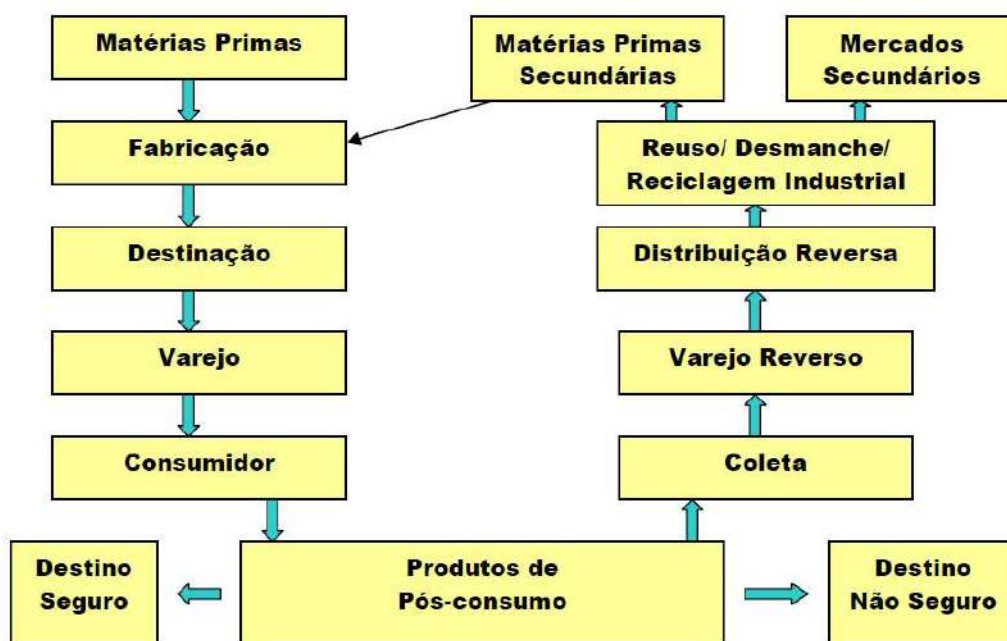


Figura 16: Fluxograma de logística reversa de produtos de pós-consumo. Fonte: MUELLER, 2005.

Para os OLUC, a logística reversa se baseia na coleta dos óleos usados, passando por todos os intermediários até chegar ao processo de rerrefino, equivalente à reciclagem industrial. A partir da reciclagem, os óleos rerrefinados retornam ao mercado pelos mercados secundários. A logística reversa é necessária devido ao alto potencial tóxico e nocivo ao meio ambiente e à saúde humana dos OLUC. Além disso, os óleos usados não podem ser considerados descartáveis, uma vez que passando pelos processos corretos, podem voltar ao mercado para serem reutilizados.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, em função da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, a logística reversa se baseia em 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” (BRASIL, 2010).

Todos os procedimentos, agentes e objetos referentes à logística reversa dos OLUC são definidos pela Resolução CONAMA n° 362/2005 (BRASIL, 2005).

5.1. Agentes da logística reversa dos OLUC

Os principais agentes da logística reversa de OLUC, suas funções e características estão listados na Tabela 9:

Tabela 9: Agentes da logística reversa de OLUC, suas funções e características.

Agentes	Função	Característica
Produtor/Importador	Informar aos geradores a necessidade de se encaminhar o OLUC, alertar sobre os impactos à saúde e ao ambiente da má destinação do mesmo e realizar o custeio da coleta.	Pessoa Jurídica que produz o óleo lubrificante acabado comercializado no mercado. Deve ser autorizada por órgão competente.
Gerador	Entregar o OLUC segundo informado pelo produtor.	Pessoa que utiliza o óleo lubrificante e gera o resíduo.
Coletor	Coletar o OLUC dos geradores e revendedores e entregá-lo ao rerefinador.	Pessoa Jurídica que coleta o OLUC para ser rerefinado. Deve ser autorizado por órgão competente.
Rerefinador	Realizar o processo de rerefino para eliminar os contaminantes e devolver o óleo ao mercado.	Pessoa Jurídica que realiza o rerefino. Deve ser autorizado por órgão competente.
Revendedor	Comercializar o óleo lubrificante acabado em lojas físicas e recolher o OLUC dos geradores.	Pessoa Jurídica que revende o óleo lubrificante acabado originado pelo produtor.

Fonte: BRASIL, 2005.

Os órgãos competentes que regulam as atividades dos agentes envolvidos na logística reversa são a Agência Nacional de Petróleo e o Ministério do Meio Ambiente.

5.2. Embalagens de óleos lubrificantes

A primeira etapa importante do processo de logística reversa do setor de óleos lubrificantes é a das embalagens plásticas dos óleos recém utilizados. Mesmo se tratando de uma embalagem vazia, a mesma contém traços de óleo lubrificante que ainda podem causar danos ambientais ou à saúde e, por esse motivo, devem ser tratadas e recicladas.

A logística reversa das embalagens é descrita pelo Acordo Setorial firmado em 19 de dezembro de 2012, pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2012). Este tem como objetivo o retorno ou devolução das embalagens vazias após utilização do óleo lubrificante pelo consumidor aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes. Os agentes da logística de embalagens são semelhantes àqueles apontados para os OLUC.

De forma resumida, o Acordo Setorial estabelece que após o uso dos óleos lubrificantes, as embalagens devem ser entregues nos pontos comerciais de recebimento autorizados, onde serão armazenadas de acordo com a legislação e as condições exigidas pelos órgãos ambientais até serem entregues às centrais ou unidades de recebimento, conforme estabelecidas na cláusula segunda.

Nas centrais de recebimento, as embalagens também serão armazenadas e poderão passar por processos de tratamento a fim de se separar os traços de óleo restantes das embalagens que serão destinados de acordo com a legislação. A embalagem tratada é entregue aos recicladores que a utilizarão como matéria prima para novas embalagens e, assim, darão início ao ciclo novamente (BRASIL, 2012).

5.3. Coleta dos OLUC

O processo de coleta de OLUC, é de extrema importância para que a destinação do óleo usado não afete negativamente o meio ambiente. Ela é realizada, ou garantida, pelos produtores e importadores e pode ser executada em diversos estabelecimentos, desde que autorizados pelo órgão regulamentador.

5.3.1. Percentual mínimo de coleta

Tendo em vista a necessidade de se recolher todo (ou quase todo) óleo usado e contaminado que está presente no meio ambiente a fim de preservá-lo além de se combater o mercado clandestino, é estabelecido um percentual mínimo de coleta de OLUC no país como meta. A Tabela 10 apresenta as metas estabelecidas pela Portaria MMA/MME nº 100/2016 (BRASIL, 2016).

Tabela 10: Meta de percentual mínimo de coleta de OLUC.

Anos	Regiões					Brasil
	Nordeste	Norte	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	
2016	33,0%	32,0%	36,0%	42,0%	38,0%	38,9%
2017	34,0%	33,0%	36,0%	42,0%	38,0%	39,2%
2018	35,0%	35,0%	37,0%	42,0%	39,0%	39,7%
2019	36,0%	36,0%	38,0%	42,0%	40,0%	40,1%

Fonte: BRASIL, 2016.

5.3.2. Critérios

Os critérios para o percentual mínimo de coleta são definidos no Art. 7º da Resolução CONAMA nº 362/2005, em que se diz (BRASIL, 2005):

I - Análise do mercado de óleos lubrificantes acabados, na qual serão considerados os dados dos últimos três anos;

II - Tendência da frota nacional quer seja rodoviária, ferroviária, naval ou aérea;

III - Tendência do parque máquinas industriais consumidoras de óleo, inclusive agroindustriais;

IV - Capacidade instalada de rerrefino;

V - Avaliação do sistema de recolhimento e destinação de óleo lubrificante usado ou contaminado;

VI - Novas destinações do óleo lubrificante usado ou contaminado, devidamente autorizadas;

VII - Critérios regionais;

VIII - As quantidades de óleo usado ou contaminado efetivamente coletadas.

5.3.3. Dados de coleta

As instalações de coleta de OLUC são habilitadas a operar segundo as determinações das Resoluções ANP nº 20/2009 e nº 42/2011. Os dados de coleta para o Brasil, contendo o número de bases de armazenagem, o número de municípios com coleta e o *market-share* de coletores de OLUC no ano de 2017 estão disponíveis no Boletim de Lubrificantes da ANP, publicado recentemente em janeiro de 2018. As Tabelas 11 e 12 apresentam o número de bases de armazenagem de OLUC por UF e o número de municípios com coleta por UF, respectivamente.

Tabela 11: Bases de armazenagem de OLUC por UF

UF	Instalações	UF	Instalações
AL	1	MT	2
AM	2	PA	1
BA	2	PR	3
ES	3	RJ	3
GO	1	RS	2
MG	4	SC	1
MS	1	SP	12

Fonte: ANP, 2017

Tabela 12: Número de municípios com coleta por UF

UF	Nº Municípios	UF	Nº Municípios
AC	3	PB	112
AL	67	PE	154
AM	56	PI	62
AP	3	PR	372
BA	273	RJ	92
CE	101	RN	92
DF	1	RO	37
ES	75	RR	1
GO	192	RS	465
MA	86	SC	274
MG	640	SE	59
MS	76	SP	613
MT	117	TO	61
PA	73		
Total geral		4157	

Fonte: ANP, 2017

Em 2017, segundo a ANP, o volume total coletado de óleos lubrificantes usados ou contaminados, no Brasil, foi de 386.707.150 litros. A Figura 17 apresenta o *market share* das empresas coletoras de OLUK no Brasil.

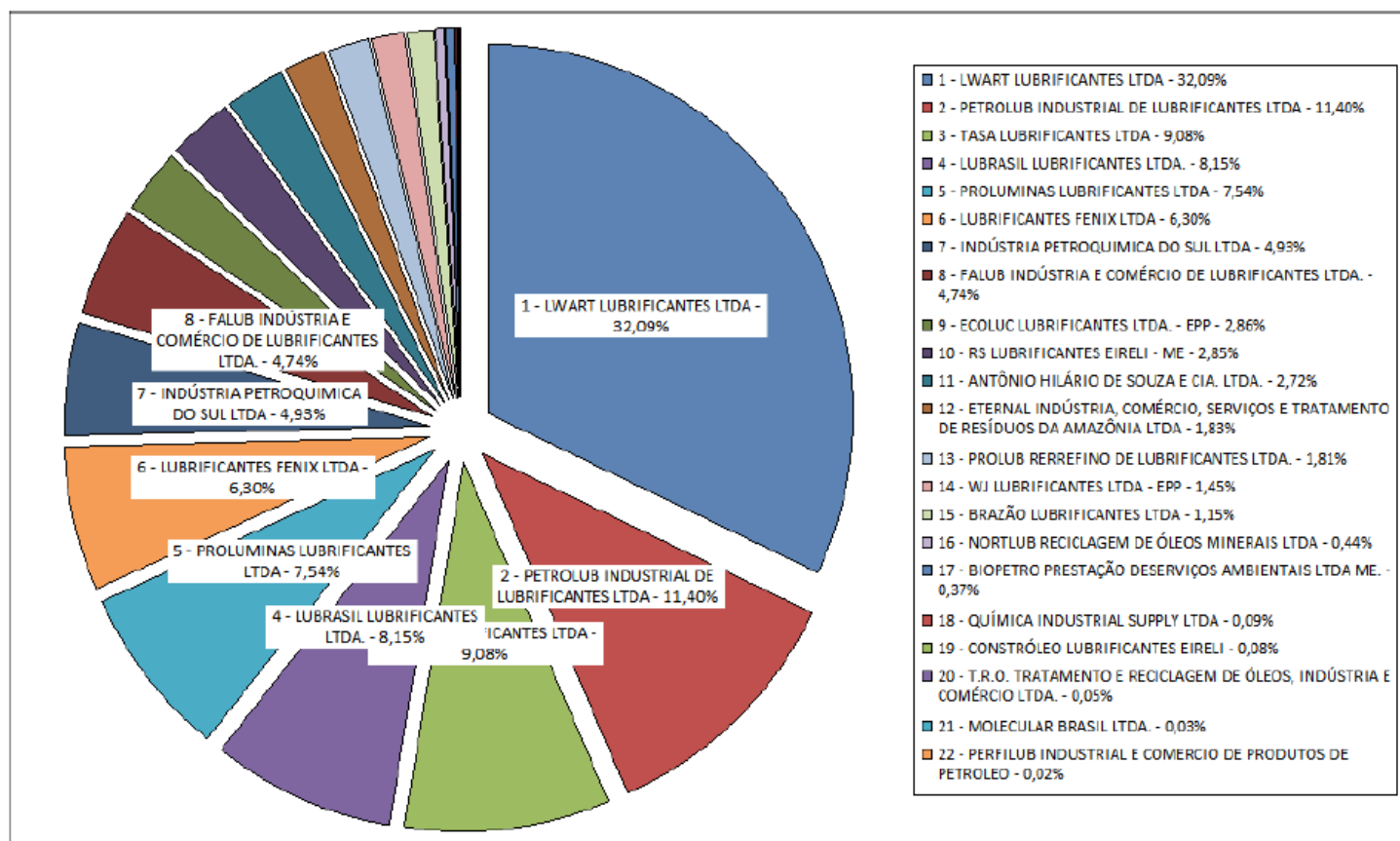


Figura 17: *Market share* nacional dos coletores de OLUK. Fonte: ANP, 2017.

5.4. Rerrefino

A reciclagem dos óleos lubrificantes usados ou contaminados, também chamada de rerrefino, é uma categoria de processos industriais de remoção de contaminantes e produtos de degradação e aditivos dos OLUK, conferindo as mesmas características do óleo básico originário, correspondendo ao método ambientalmente mais seguro (Brasil, 2005). Em regra, o rerrefino é o conjunto de processos que transformarão o óleo usado em óleo básico, tornando-o a principal matéria prima utilizada para a produção de óleos lubrificantes acabados.

O rerrefino é extremamente importante pois contribui para a redução dos impactos ambientais decorrentes da má destinação dos OLUC, que são resíduos extremamente perigosos e de difícil degradação, além de destiná-los corretamente. Ele também causa um grande impacto econômico, uma vez que quanto mais óleo lubrificante usado ou contaminado for reciclado, haverá menos necessidade de se importar óleos lubrificantes do mercado externo para serem comercializados e utilizados pela sociedade.

Depois de coletados e entregues ao rerrefinador, os OLUC passam por uma série de testes a fim de se determinar se há alguma contaminação presente que possa inviabilizar ou prejudicar o rerrefino (SOHN, 2009). Os testes e a finalidade de cada um deles estão descritos na Tabela 13.

Tabela 13: Testes realizados nos OLUC e suas finalidades.

Teste	Finalidade
Destilação	Verificar se o percentual de água não supera o limite máximo admissível para garantir a eficiência do processo de rerrefino.
Saponificação	Verificar a existência de contaminação por óleos vegetais ou material orgânico que inviabilizaria o processo de rerrefino
Análise de contaminantes químicos	Verificar a presença de substâncias químicas que comprometeriam a segurança do produto final.

Fonte: SINDIRREFINO, 2009.

Após a realização dos testes e evidenciada a ausência de contaminantes, os OLUC são encaminhados para o início do processo de rerrefino. De acordo com o informado pela Indústria Petroquímica do Sul em seu *site*, o rerrefino consiste basicamente das seguintes etapas: Recebimento e Filtração, Termocraqueamento e Desidratação, Evaporação Total, Tratamento Físico-Químico, Clarificação, Filtração e Gestão de Resíduos (IPS, 2012).

- **Recebimento e Filtração**

O óleo lubrificante usado ou contaminado é descarregado e homogeneizado. Em seguida, é analisado pelo Controle de Qualidade, conforme estabelecido pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Após aprovado, os OLUC são filtrados e armazenados em tanques apropriados dentro das bacias de tancagem, providos de contenção para evitar possíveis vazamentos.

- **Termocraqueamento e Desidratação**

Após o processo de Filtração, o óleo é aquecido até a temperatura de 120°C para retirar água e até 280°C para remoção de compostos orgânicos de cadeias carbônicas de baixo peso molecular. O sistema possui uma série de trocadores de calor que fazem o aproveitamento energético do aquecimento gerado e de frações que necessitam de troca térmica.

- **Evaporação Total**

O óleo seco proveniente da etapa anterior é enviado para a unidade de evaporação total. Nesse processo, é aplicada uma alta temperatura, acima de 375°C, alto vácuo e força centrífuga para que ocorra separação das frações mais pesadas do óleo, que são separadas pela evaporação e condensadas através da passagem em condensadores.

- **Tratamento Físico-Químico**

Após a Evaporação Total, o óleo resfriado a temperatura ambiente ainda possui certa quantidade de compostos oxidados para serem retirados. Para isso, adiciona-se um agente floculante, em pequenas quantidades, que promovem a aglomeração dos compostos oxidados para que decantem, sendo separados após algumas horas.

- **Clarificação**

Na etapa de Clarificação, óleo é bombeado para o sistema de clarificação onde recebe a adição de agente clarificante. Nesse processo, as partículas provenientes dos aditivos que

adicionam cor ao lubrificante são absorvidas. A temperatura do processo fica em torno de 350°C e conta com vapor para o arraste das frações leves que ainda possam estar presentes no óleo.

- **Filtração**

O óleo proveniente da etapa anterior passa por um sistema de filtros-prensa e mangas para a retirada de materiais particulados. Em seguida, ele é bombeado para os tanques de óleo básico e é rerrefinado a temperatura ambiente.

- **Gestão de Resíduos**

Por fim, é realizada a gestão dos resíduos e efluentes decorrentes do processo de rerrefino. Os resíduos são enviados para unidades de co-processamento em fornos da indústria de cimento e os efluentes são tratados por empresas terceirizadas.

Depois de realizadas as etapas do rerrefino, o óleo lubrificante reciclado, básico, está apto a servir de matéria prima para formulação de novos óleos lubrificantes acabados, retornando ao início do processo produtivo, com a adição de aditivos, por exemplo.

Apesar de ser a melhor forma encontrada para de tratar esse tipo de resíduo, a logística reversa ainda é um longo caminho a ser percorrido e que passa por melhorias diariamente. Esse processo ainda esbarra em alguns problemas que precisam ser melhor administrados e resolvidos. Dessa forma, é necessário realizar uma análise desses problemas e dos desafios da logística reversa de óleos lubrificantes usados ou contaminados.

6. DESAFIOS DA LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa é um excelente modo, ambientalmente seguro e economicamente favorável para se gerir resíduos como os OLUC, porém, o Brasil ainda tem certas barreiras que impedem o avanço desse método. Com o crescimento nos últimos anos do mercado de automóveis no Brasil, conseqüentemente, cresceu também o mercado de óleos lubrificantes, tornando-se dessa forma, fundamental para as políticas públicas a conscientização dos diversos problemas envolvidos nesse método e suas respectivas soluções.

6.1. Destinação incorreta

A destinação incorreta dos OLUC é uma das maiores barreiras para esse modelo de gestão. Como mostrado na Tabela 10, a meta para os próximos anos da coleta de OLUC gira em torno dos 40%, ou seja, cerca de 60% dos OLUC produzidos não retornariam à cadeia. Essa destinação incorreta acarreta em diversos impactos ambientais e à saúde, e devem ser geridos de forma a inverter esse cenário.

Essa barreira se sustenta devido à falta de informação, de cunho científico, passada aos clientes usuários dos óleos lubrificantes acabados e receptores dos usados ou contaminados, que deveriam reservar e designar esses resíduos da forma correta, mas acabam por escolher outras finalidades ilícitas para os resíduos que não a reciclagem sendo, dessa forma, sujeitos à responsabilização administrativa, civil e criminal (SOHN, 2009), configurando-se:

- Crime ambiental, de forma que o despejo irregular causa dano ambiental;
- Crime contra a economia popular, uma vez que OLUC são extremamente importantes para, com o rerrefino, retornar à cadeia produtiva de óleos lubrificantes acabados, reduzindo a importação;
- Crime organizado e formação de quadrilha;
- Crime contra o consumidor.

Aliado à falta de informação, é possível adquirir óleos lubrificantes em redes de supermercado e lojas de conveniência, locais esses que não atentam para a correta destinação do produto usado ou suas embalagens. Dessa forma, clientes que adquirem o produto e que se

encaixam nas características supracitadas estão mais suscetíveis a cometer os atos irregulares sobreditos. Em breve pesquisa realizada com funcionários de 2 supermercados localizados no bairro da Barra da Tijuca que comercializam óleo lubrificante, em ambos os estabelecimentos disseram não informar aos clientes sobre a problemática dos óleos lubrificantes usados ou contaminados.

Regiões como Norte e Nordeste são as mais afetadas pela falta de informação devido ao baixo PIB, a nível de comparação, de cerca de 9,5% e 24,5% do PIB do Sudeste (IBGE, 2012), respectivamente, tornando-as extremamente subdesenvolvidas, o que reflete na falta de acesso a informação, levando a taxas de analfabetismo de 9,1% no Norte e 16,2% no Nordeste do país (IBGE/PNAD, 2015). Dado que o conhecimento científico em relação ao descarte incorreto e suas consequências danosas é bastante específico e complexo, é de se esperar que as regiões citadas sejam prejudicadas.

Em 2017, foram coletados 387,18 milhões de litros de OLUC no Brasil dos 959,29 milhões comercializados e aptos a serem coletados após o uso (ANP, 2017). Ou seja, 572,11 milhões de litros de OLUC foram despejados em aterros, nos solos, queimados ou utilizados para outros fins ilegais. Esse volume equivale a quase 72% do volume de óleo despejado no mar no desastre ocorrido no Golfo do México em 2010 onde 795 milhões de litros chegaram às águas.

A Tabela 14 mostra a alternativa utilizada por aqueles que destinam incorretamente e suas respectivas consequências.

Tabela 14: Usos incorretos de OLUC e suas consequências.

Uso	Consequência
Queima como combustível (para caldeira, barco, etc.)	Gera poluição atmosférica, com grande emissão de particulados e compostos nocivos, ocasionando prejuízo para a saúde pública e danos aos equipamentos nos quais foi utilizado (por exemplo: entope injetores, bombas de combustíveis e sistema de injeção; cria depósitos nos condutos, câmaras de combustão, válvulas, etc.).
Adulteração de óleos acabados	Gera um produto de baixa qualidade que não atende as especificações técnicas exigidas pela ANP, fraudando o consumidor e colocando os equipamentos em risco, podendo causar acidentes.
Adulteração de óleo diesel	Gera um produto de baixa qualidade que não atende as especificações técnicas exigidas pela ANP, fraudando o consumidor e colocando os equipamentos em risco, podendo causar acidentes.

Fonte: Adaptado de SOHN, 2009.

Tabela 14: Continuação dos usos incorretos de OLUC e suas consequências.

Uso	Consequência
Uso como óleo desmoldante	Expõe os trabalhadores a risco de intoxicação e doenças causadas pelos contaminantes existentes no óleo usado ou contaminado.
Formulação de graxas	Expõe os trabalhadores a risco de intoxicação e doenças causadas pelos contaminantes existentes no óleo usado ou contaminado.
Lubrificação de corrente de motosserra	Causa poluição ambiental porque o óleo lubrificante usado ou contaminado não tem a capacidade de ficar aderido à corrente da motosserra e acaba sendo borrifado quando o equipamento é acionado; pelo mesmo motivo, causa intoxicação dos trabalhadores, contaminação ambiental e danos ao equipamento; além disso, como o controle da venda de óleo lubrificante de corrente de motosserra é uma forma de controle do desmatamento ilegal, o uso do óleo lubrificante usado ou contaminado para este fim contribui com outro crime ambiental.
Impermeabilização de cercas, mourões, telhados, pisos e similares	Gera o risco de intoxicações domésticas, com prejuízos para pessoas e animais, podendo afetar o meio ambiente (solo, lençol freático, pequenos corpos d'água) e até inutilizar temporariamente poços, cacimbas e similares.
Uso “veterinário” (tratamento de “bicheiras”, vermífugos, etc.)	Intoxicação do animal (eventualmente com morte, se ingerido), intoxicação dos trabalhadores; intoxicação doméstica.

Fonte: Adaptado de SOHN, 2009.

Dadas as consequências apresentadas pela Tabela 14, é dever de todos alertar os vendedores, consumidores e agentes da própria logística reversa da importância da destinação correta de OLUC. Quanto mais informação for passada e mais conhecimento for adquirido por parte da população, maior e mais desenvolvido será esse mercado.

6.2. Disposição geográfica

Outra barreira observada em relação à logística reversa é a disposição geográfica de coleta dos OLUC. Observa-se uma enorme concentração nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste enquanto as regiões Norte e Nordeste sofrem com a falta de coleta, observando-se uma total desigualdade na logística quando comparadas as regiões mais e menos desenvolvidas do país. Estados como Acre, Roraima, Amapá, Pará, Maranhão e Tocantins ainda possuem uma enorme área em que é preciso desenvolver o sistema de coleta de OLUC.

A carência de coleta nessas regiões se deve pela baixíssima quantidade de centros de coleta de OLUC, sendo 2 no estado do Amazonas e 1 no Pará, que são responsáveis por cobrir toda a área das duas regiões, tornando o serviço extremamente dificultoso e também pela logística configurada, uma vez que existe um grande território a ser coberto e uma pequena frota de veículos.

As regiões Norte e Nordeste possuem uma frota de 20,8 milhões de veículos (DENATRAN, 2016) para uma área de 5,4 milhões de km², isto é, aproximadamente 4 veículos por km². Comparando-as à região Sudeste que possui uma frota de 45,8 milhões de veículos (DENATRAN, 2016) e uma área de 925,6 mil km², nota-se que a quantidade de veículos no Norte e Nordeste em relação à área que deve ser coberta é ínfima. Ademais, apenas são autorizados a realizar a coleta e o transporte de OLUC caminhões especiais (ANP, 2009), o que diminui ainda mais o número de veículos que podem ajudar a parte logística a ser realizada.

A Figura 18 apresenta a quantidade de municípios com e sem coleta de OLUC no Brasil.

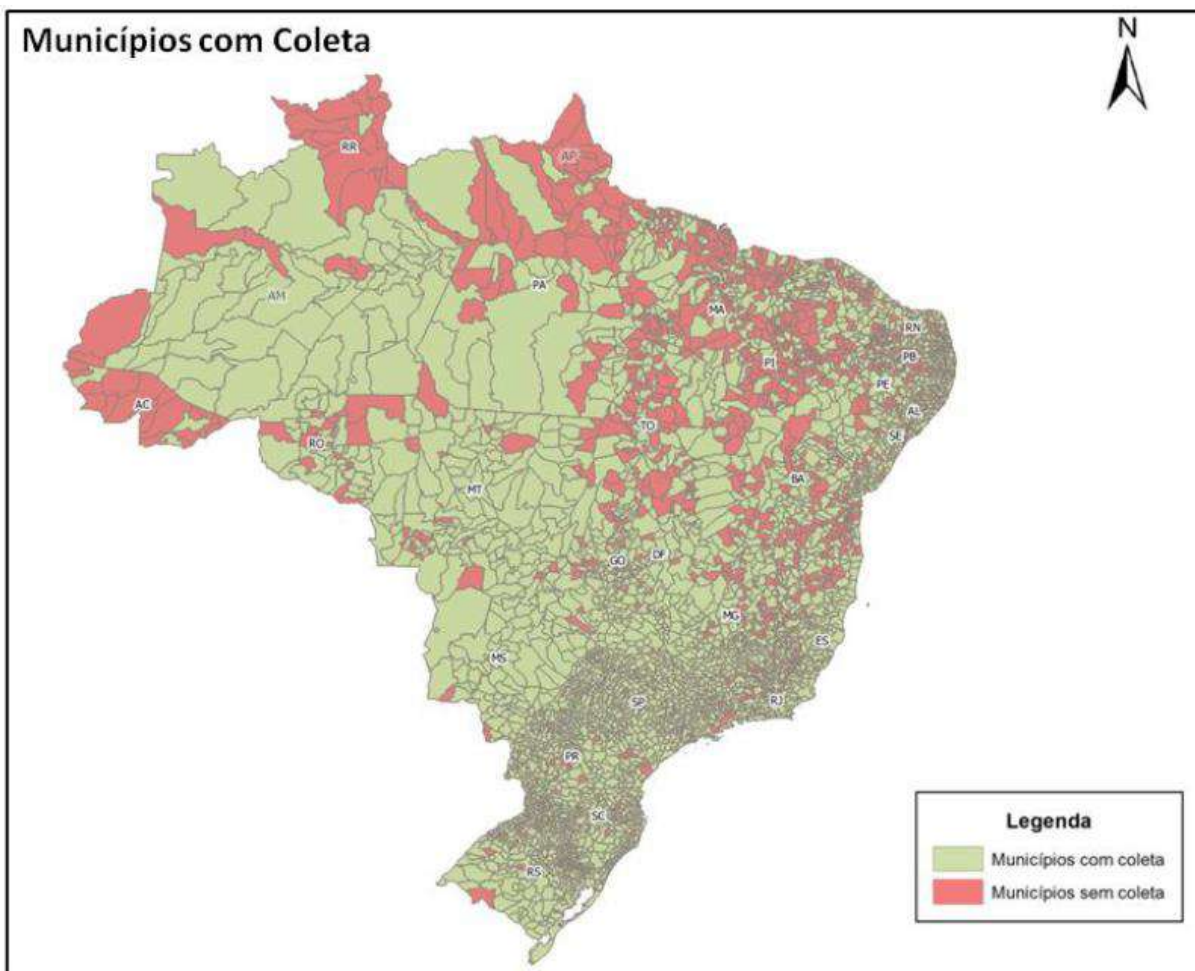


Figura 18: Municípios com e sem coleta de OLUC no Brasil. Fonte: ANP, 2017.

Tendo em vista as dificuldades e barreiras impostas à logística reversa no Brasil, deve-se atentar para soluções, principalmente de curto prazo, com efeito de melhorar o sistema integrado de coleta e rerrefino, uma vez que as metas de coleta de OLUC, por mais que sejam atingidas no país, ainda são muito baixas, em torno de 40%, se comparadas a países como Canadá, por exemplo, cuja taxa de coleta de OLUC está acima de 75% (WALLS, 2006).

7. PROPOSTAS DE SOLUÇÕES

Observadas e entendidas as barreiras à logística reversa de OLUC no Brasil, deve-se pensar em soluções para resolver tais impasses. De curto a longo prazo, os objetivos das soluções são melhorar os números das taxas de coleta nacionais, aumentando assim as metas propostas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, conscientizar a população para a correta destinação dos OLUC, promovendo conhecimento e, conseqüentemente, prevenindo maiores danos ao meio ambiente ou até mesmo possíveis desastres naturais que possam ocorrer.

Dessa forma, algumas ideias que podem ser propostas para se conseguir solucionar tais problemas são:

- a) Obrigação de entrega de cartilhas informatizadas sobre os impactos da incorreta disposição dos OLUC aos clientes e consumidores pelos distribuidores, varejistas e outros intermediários do mercado de óleos lubrificantes acabados, se possível estabelecido por lei ou como adendo às resoluções já existentes, sob pena de multa em caso de não disponibilização. Essa ação, que já deveria ser realizada comumente, serve exatamente para combater a falta de informação em relação aos danos ambientais, à saúde e econômicos que a destinação incorreta de OLUC pode causar, além de atentar para o fato de que a mesma consiste em atividade ilegal e possui conseqüências para o autor.
- b) Integralização dos agentes da logística reversa com os consumidores finais de óleos lubrificantes. Essa ideia parte do princípio do bem mútuo, em que as empresas distribuidoras, coletoras e a indústria de rerrefino podem ganhar com a redução da dificuldade em coletar os OLUC e os consumidores podem ganhar com incentivos ou benefícios como descontos, por exemplo.
- c) Implantação de novos centros de coleta e investimentos em logística nas regiões Norte e Nordeste. Como explicado, ambas as regiões necessitam de melhorias na logística reversa, o que impactaria diretamente nos números de coleta. Incentivos para empresas do mercado que desejassem assumir o desafio de auxiliar a região ou esforços do próprio governo para a alocação dos novos centros coletores.

d) Programas governamentais, sejam estaduais ou federais, de informatização para locais que comercializam óleos lubrificantes acabados quanto a necessidade de se retornar o produto utilizado, tanto embalagens quanto OLUC. Podem ser realizados congressos ou eventos com donos, empresários e empresas em que representantes dos órgãos ambientais mostram os malefícios da destinação incorreta e o que isso acarreta para a sociedade. Atrelado a isso, poderia ser pensado algum tipo de incentivo governamental para empresas que atingissem metas de coleta acima da média estadual também divulgados pelo órgão.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve como objetivo avaliar os desafios da logística reversa dos OLUC, abordando os impactos ambientais e à saúde humana causados pela má utilização ou descarte inapropriado dos mesmos.

Óleos lubrificantes acabados são um produto essencial para o consumidor brasileiro, sendo amplamente comercializado em vista do alto número de veículos em circulação como analisado no capítulo 3. No entanto, após sua utilização, tornam-se um resíduo perigoso se despejados na natureza ou em contato com o ser humano. Conforme visto no capítulo 4, são diversos os impactos ao meio ambiente, podendo até ser o principal agente de desastres ambientais como no caso do Golfo do México em 2010 e à saúde humana, causando diversos danos àqueles que trabalham no tratamento ou que vivem em áreas afetadas pela má destinação do OLUC.

Dessa forma, acaba sendo necessária sua correta destinação através do processo de logística reversa em que se executam a coleta e o tratamento do óleo contaminado através de uma série de processos industriais que configuram o rerrefino. Este é identificado como a única forma ambientalmente segura de se destinar óleos lubrificantes usados ou contaminados. Todos os agentes envolvidos na logística reversa são responsáveis pela correta destinação e seu posterior tratamento.

Porém, o país ainda possui algumas barreiras que dificultam a logística reversa. Uma delas é a destinação incorreta do OLUC que configura uma série de crimes caso o consumidor não retorne o óleo usado, optando por utilizá-los para outras vias à sua escolha. Um dos principais motivos pelo mal-uso de OLUC é a falta de informação sobre os danos que os mesmos podem causar, considerando que tal conhecimento é de cunho científico, muito específico e complexo. Regiões como Norte e Nordeste, por serem subdesenvolvidas, sofrem com a falta de acesso à informação, onde os níveis de analfabetismo beiram 10% e 15% para cada região, respectivamente, dificultando ainda mais o acesso a tais informações. Além disso, é comum que lojas não informem aos clientes sobre os malefícios dos OLUC e como ele deve ser devolvido corretamente.

Outra barreira encontrada é a da disposição geográfica, em que ambas regiões supracitadas sofrem com a falta de centros de coleta, sendo um número baixíssimo para uma área enorme a ser coberta. Aliado a isso, a falta de veículos nas regiões, sendo os caminhões

tanques em especial, necessários para a logística dos óleos usados também influencia negativamente no desenvolvimento da logística reversa nos estados da região.

A logística reversa, conforme analisado ao longo desse trabalho, é um excelente modo, ambientalmente seguro e economicamente favorável para se gerir o tipo de resíduo estudado. No entanto, algumas dificuldades ainda têm que ser administradas para que as metas de coleta estipuladas pelo governo sejam cada vez maiores como no caso de países como o Canadá, onde a taxa de coleta é quase o dobro da brasileira. Apresentaram-se algumas soluções pontuais que podem ajudar a melhorar os índices de coleta e aquecer ainda mais o mercado, porém, a participação e ação de toda a sociedade, tanto dos agentes da logística reversa quanto da própria população consumidora, são essenciais para que isso se torne realidade.

9. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.

Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 22 out. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.

Resolução nº 17 de 31 de agosto de 2004. Diário Oficial da União, Brasília, 01 de setembro de 2004. Disponível em:<<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=101330>>. Acesso em 15 dez. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.

Resolução nº 20, de 18 de junho de 2009. Diário Oficial da União, Brasília, 19 de junho de 2009. Disponível em:<<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=111856>>. Acesso em 15 dez. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.

Resolução nº 42, de 18 de agosto de 2011. Diário Oficial da União, Brasília, 19 de agosto de 2011. Disponível em:<<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=115540>>. Acesso em 15 dez. 2017.

BELTRÃO, E. P. D. S. ESTUDO DO IMPACTO DO ÓLEO DIESEL EM SOLO DO MANGUEZAL DE VILA VELHA-ITAMARACÁ. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 83. 2005.

BIOCOLETA. Impactos Ambientais causados pelo óleo, 2013. Disponível em:

<<http://www.biocoleta.com/novosite/impactos-ambientais-causados-pelo-oleo-usado-de-fritura/>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.305. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em 20 dez. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 362, de 23 de junho de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 jun. 2005. Seção 1. p.128-130. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 17 out. 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

ECYCLE. O que fazer em caso de acidentes com óleo lubrificante?, 2013. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/35-atitude/1667-o-que-fazer-em-caso-de-acidentes-com-oleo-lubrificante.html>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

GAZETA ONLINE. "O setor automobilístico volta a querer investir, e o ES é ideal", 2017. Disponível em: <<https://www.gazetaonline.com.br/noticias/economia/2017/10/o-setor-automobilistico-volta-a-querer-investir-e-o-es-e-ideal-1014103616.html>>. Acesso em: 17 jan. 2018.

GREEPEACE. O pior vazamento de petróleo da história completa cinco anos. São Paulo, 2015. Disponível em :<www.greepeace.org>. Acesso em: 05 jan. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

INDÚSTRIA PETROQUÍMICA DO SUL, IPS. Rerrefino, 2009. Disponível em: <<http://www.ips.ind.br/>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

JÚNIOR, A. J. S; SOBRAL, C.; SANTOS, D. T.; **Destilação Fracionada**, UNISANTA, Santos, São Paulo, 2011.

LEITE, P. R. Da logística empresarial à logística reversa. **Banas Qualidade**, n. 169, junho 2006.

MERCOLUB. **Lubrificantes Automotivos: Tipos, propriedades e especificações técnicas**. Minas Gerais, 2012.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Portaria Interministerial nº 100/2016**, 2016.

Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir1782/Relatorio_CONAMA_OLUC_2017_060617.pdf>. Acesso em: 17 out. 2017.

MUELLER, C. F. Logística Reversa Meio Ambiente e Produtividade. Santa Catarina:

Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. Disponível

em:<<http://www.tecspace.com.br/paginas/aula/faccamp/Rev/Artigo01.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

PETROBRAS S.A. **Processos de Refino**. Curitiba, 2002.

PIO, L. D. S. **Gerenciamento de óleos lubrificantes usados ou contaminados**. Rio de Janeiro: Universidade Candido Mendes, 2010.

SOHN, H. **Gerenciamento de Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados**. São Paulo, 2009.

SUPERINTENDÊNCIA DE ABASTECIMENTO. **Boletim de Lubrificantes**. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Rio de Janeiro, p. 30. 2017.

SUPERINTENDÊNCIA DE BIOCOMBUSTÍVEIS E QUALIDADE DE PRODUTOS. **PANORAMA DOS ÓLEOS BÁSICOS NO BRASIL**. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Rio de Janeiro, p. 187. 2016.
SEQUEIRA JR., A. A. **Lubricant base oil and wax processing**. Chemical Series, v. 60, 1994.

VIVEIROS, M. Cerca de 28 mil litros de óleo poluem SP por ano. Folha de São Paulo, 06 ago. 2000. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u6713.shtml>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

VOILAND, A. P. **Black Carbon: A Global Presence**. Maryland, 2011.

WALLS, M. **Extended Producer Responsibility and Product Design:** Economic Theory and Selected Case Studies. Washington, D.C.: Resources for the Future, 2006.