

# Caracterização e Desafios da Logística Reversa de Óleos Lubrificantes

## Challenges of the Reverse Logistics of Lubricant Oils

Indiana Caliman Comper<sup>a</sup>

Felipe Oliveira Souza<sup>b</sup>

Gisele de Lorena Diniz Chaves<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Professora, Departamento de Engenharias e Tecnologia -  
Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus - ES,  
indiana.caliman@gmail.com

<sup>b</sup>Professor, Departamento de Engenharias e Tecnologia - Universidade Federal  
do Espírito Santo, São Mateus - ES,  
felipeosq@gmail.com

<sup>c</sup>Professora, Departamento de Engenharias e Tecnologia - Universidade  
Federal do Espírito Santo, São Mateus - ES  
gisele.chaves@ufes.br

Recebido em 06.04.2016

Aceito em 31.05.2016

ARTIGO - DOSSIÊ

### RESUMO

O consumo de óleos lubrificantes está diretamente relacionado ao desenvolvimento econômico. A consequência disso é a geração de volumes cada vez maiores de Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados (Oluc). A ampla utilização desse material enfatiza a necessidade de alternativas para a recuperação e reúso desse resíduo, cuja alternativa legalmente instituída no Brasil é o rerrefino. Para que esse processo ocorra, a Logística Reversa deve ser implantada. O objetivo geral deste artigo é a caracterização da Logística Reversa do Oluc no Brasil, e o apontamento de suas potencialidades e desafios, focando nos gargalos que diminuem sua eficiência nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Para a realização do estudo foi feita uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório a fim de descrever a logística do óleo lubrificante usado no Brasil. O estudo mostrou que

fatores geográficos, tecnológicos, regulatórios e de consciência ambiental interagem, evidenciando as dificuldades de coleta e beneficiamento nas regiões Norte e Nordeste, e que a intensificação da coleta depende do reforço da rede logística atualmente implementada nessas regiões.

**Palavras-chave:** Logística Reversa. Óleo Lubrificante. Brasil.

## ABSTRACT

*Lubricant oil consumption is directly related to economic development, and the consequence of its massive consumption is the generation of large volumes of used or polluted lubricant oil (OLUC, in Portuguese). The widespread use of this product increases the need for alternative means for recovering and reusing oil waste. Including the re-refining processes legally established in Brazil. Reverse logistics is a necessary step of the process. The aim of this article is to characterize the reverse logistics of OLUC in Brazil, and to point out the opportunities and challenges, focusing on the bottlenecks that decrease OLUCs efficiency in the North and Northeast regions of the country. An exploratory literature research was conducted to describe the logistics of used lubricant oil in Brazil. The study showed that geographical, technological, regulatory and environmental awareness factors interact and magnify the difficulties of the collection and processing of oil in the North and Northeast regions. The improvement of the collection methods depends on the strengthening of the currently implemented logistics network in these regions.*

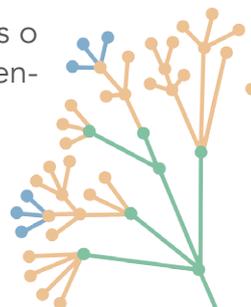
**Keywords:** Reverse Logistics, Lubricant Oil, Brazil.

## 1 INTRODUÇÃO

Automóveis, ônibus, caminhões, motocicletas, barcos, trens, aviões, além de um grande número de equipamentos motorizados destinados e adaptados aos mais diversos fins; todos têm algo em comum: dependem de lubrificação, em especial nos seus motores, para seu perfeito funcionamento (APROMAC, 2007). Os responsáveis por essa lubrificação são os chamados óleos lubrificantes.

O consumo mundial de óleos lubrificantes acompanha as variações do desenrolar econômico e, conseqüentemente, o tamanho da frota de veículos. No Brasil, o setor de lubrificantes passou um momento atípico no ano de 2014, permaneceu estável, rompendo o ciclo de crescimento de anos anteriores, em que a evolução do setor se manteve acima de 2% do Produto Interno Bruto (PIB) nos últimos dez anos. Foi comercializado 1,51 milhão de m<sup>3</sup> de óleo lubrificante acabado em comparação ao 1,52 milhão de m<sup>3</sup> em 2013 (FECOMBUSTÍVEIS, 2016).

Os óleos lubrificantes podem ser minerais, sintéticos ou semissintéticos e, após o período de uso recomendado pelos fabricantes, deterioram-se parcialmente sen-



do então considerados resíduos perigosos (ABNT, 2004). Os óleos lubrificantes sofrem processos de degradação devido ao tempo e às condições de utilização. As altas temperaturas, grandes forças de atrito e exposição à oxidação degradam diversas propriedades físico-químicas originárias dos óleos (TANG; LI, 2014).

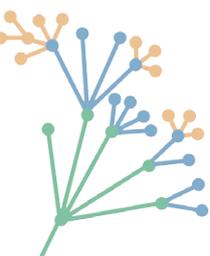
O óleo lubrificante usado é classificado como um resíduo perigoso de classe I devido à sua composição não ser inteiramente conhecida (ABNT, 2004). Portanto, os Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados (Oluc) não podem ser depositados em aterros sanitários, devido ao alto risco de contaminação do solo e de águas superficiais e subterrâneas, além de impregnarem de forma irreversível os demais resíduos. Uma alternativa, ainda bastante utilizada, é a incineração que, no entanto, libera altas concentrações de compostos tóxicos e cancerígenos, tais como os HPAs (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos) e dioxinas, na atmosfera (BRASIL, 2005; MOHAMMED et al., 2013). Por essa periculosidade, toda a rede logística de descarte desse produto é muito onerosa (GONÇALVES, 2013).

A ampla utilização dos óleos lubrificantes na sociedade atual e a grande preocupação com a correta destinação desse resíduo após o uso enfatizaram a necessidade de alternativas para tornar ambientalmente eficiente o ciclo de vida desse produto. No Brasil, legalmente, a única destinação adequada dos óleos lubrificantes usados é a recuperação das propriedades iniciais e reutilização por meio do rerrefino (BRASIL, 2005). Esse processo permite a recuperação do óleo lubrificante básico e subprodutos comercializáveis, reutilizando recursos fósseis cuja fonte não é renovável, e eliminando essa fonte de contaminação (BRIDJANIAN; SATTARIN, 2006). Para que esse processo ocorra, a Logística Reversa deve ser implantada.

A Logística Reversa é um importante instrumento para gerenciar resíduos perigosos, de maneira a propiciar o reúso de seus componentes ou uma destinação apropriada (VIEIRA; SOARES, L. R.; SOARES, T. O. R., 2009; GRANLIE et al., 2013). A Lei Federal n. 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, enfatiza que são obrigados a estruturar e implementar sistemas de Logística Reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens.

A Logística Reversa pode ser analisada pela ótica das suas cinco dimensões básicas, desenvolvida por De Brito (2004), e, para uma correta estruturação da Logística Reversa aplicada aos óleos lubrificantes, é necessário que haja um conhecimento de suas vertentes, potencialidades e desafios. O conhecimento estruturado de como ocorre esse processo, seus atores envolvidos, suas características e fatores impulsionadores que necessitam estar intimamente conectados, se faz importante para a correta implementação da Logística Reversa. O desenvolvimento deste trabalho foi baseado em pesquisas bibliográficas e documentais exploratórias sobre tecnologias e sistemas de gestão da Logística Reversa do Oluc.

Para ilustrar sua estruturação e dificuldades, os gargalos que diminuem a eficiência da Logística Reversa dos Oluc nas regiões Norte e Nordeste do Brasil serão apon-



tados e discutidos. A Logística Reversa pós-consumo do Oluc nessas regiões tem apresentado resultados inferiores à média nacional. Em 2014, foi coletado respectivamente 28% e 30% de todo o volume de óleo comercializado nas regiões Nordeste e Norte, enquanto a média nacional é aproximadamente 36%. Em especial, a região Sudeste coletou 42% (v/v) no mesmo ano, mesmo sendo o principal centro consumidor desse produto (FECOMBUSTÍVEIS, 2016; CANCHUMANI, 2013). Nesse sentido, o objetivo geral deste artigo é apresentar uma caracterização da Logística Reversa dos Oluc nessas dimensões propostas e apontar seus desafios e potencialidades.

Este artigo está estruturado em quatro seções. Além desta Introdução, a seção 2 aborda a Logística Reversa dos óleos lubrificantes usados, e a seção 3 os desafios e potencialidades para a Logística Reversa de óleos lubrificantes com foco nas regiões Norte e Nordeste. Por fim, a seção 4 apresenta as considerações finais do artigo.

## 2 LOGÍSTICA REVERSA DOS ÓLEOS LUBRIFICANTES USADOS

A cadeia de suprimentos em circuito fechado (*closed-loop supply chain*) deve envolver não só as atividades logísticas tradicionais, abastecimento, produção, distribuição e consumo como, também, as atividades associadas a uma logística para coleta, inspeção, separação, reprocessamento, deposição e redistribuição de resíduos recuperados (BLOEMHOF-RUWAARD et al. 1995; XAVIER; CORRÊA, 2013). Os sistemas de Logística Reversa compreendem um processo contínuo para lidar com o retorno dos produtos até que eles sejam adequadamente recuperados ou descartados (ROGHANIAN; PAZHOHESHFAR, 2014).

Assim, no fluxo reverso, deve ser decidido o que fazer com cada produto, identificá-lo, avaliar seu estado, decidir qual o modo de recuperação mais adequado e, após a recuperação, reintroduzi-lo à cadeia de suprimentos (SHIBAO, 2010).

De acordo com De Brito (2004), o estudo da Logística Reversa envolve a identificação de alguns elementos-chave que podem ser traduzidos nas respostas às seguintes questões: Por que retornar? (razões do retorno) Por que Receber? (motivação); O que recuperar? (tipo de itens); Como recuperar? (opções de recuperação); Quem irá recuperar? (atores), como pode ser observado na Figura 1. Concatenando esses elementos nas seguintes questões, torna-se mais didática e estruturada a construção de um entendimento da Logística Reversa de qualquer material.

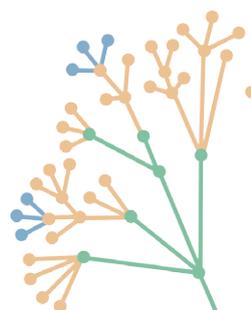


Figura 1 – Cinco Dimensões Básicas da Logística Reversa



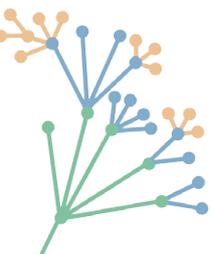
Fonte: Adaptado de De Brito, 2004.

## 2.1 MOTIVAÇÕES: POR QUE RECEBER?

Os fatores impulsionadores para a prática da Logística Reversa pelas empresas são de cunho econômico, legal ou consciência ambiental (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998; DE BRITO, 2004; LEITE, 2009; GUARNIERI, 2011). Os impulsionadores econômicos abrangem os ganhos diretos com insumos, redução de custos de descarte e o valor agregado à recuperação e ganhos indiretos com antecipação/impedimento da legislação, proteção do mercado, "imagem verde" e melhoria da relação cliente/fornecedor (GEORGIADIS; BESIIOU, 2010).

Depois do fim da vida útil do produto, seu valor percebido pelo cliente, em princípio, se extinguiria. No entanto, pelo conceito de valor residual, aquele ainda possível de ser recuperado, mesmo após a extinção de sua função, os resíduos podem ser economicamente interessantes (SHIBAO, 2010). A Logística Reversa de pós-consumo tem o papel fundamental de reintegrar ao ciclo produtivo matérias-primas e componentes secundários provenientes dos canais reversos de remanufatura, reciclagem ou de revalorizações mercadológicas (LEITE, 2009; GUARNIERI, 2011).

No caso dos óleos lubrificantes, seu valor residual se encontra no óleo básico, principal constituinte do Oluc que pode ser recuperado e, novamente, servir como base para a produção de um novo óleo lubrificante acabado. A regulamentação dos óleos lubrificantes já vem sendo construída há algumas décadas no Brasil para complementar ou mesmo fortalecer a atuação do Estado como regulador dessa atividade, sendo que especial ênfase é dada à sua destinação final (Quadro 1).



Quadro 1 – Leis e Atos Normativos vigentes no setor de óleo lubrificante no Brasil

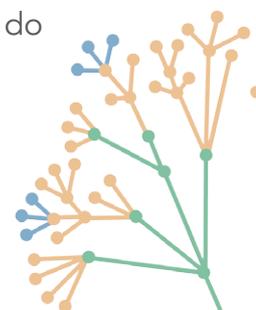
<b>Leis</b>	<b>Lei 9.478/1997; Lei 9.847/1999; Lei 12.305/2010</b>
<b>Portarias</b>	Portaria ANP nº129/99 e 130/99; Portaria MMA nº 31/07; Portaria Interministerial MME/MMA nº464/07 e 59/12
<b>Resoluções</b>	Resolução ANP nº 10/07, 16/09, 17/9, 18/09, 19/09, 20/09 e 51/10; Resolução CONAMA nº362/05 e 450/12
<b>Decreto</b>	Decreto nº 7.404/10
<b>Convênios</b>	Convênios CONFAZ nº 03/90, 38/00 e 38/04

Fonte: Adaptado de Canchumani, 2013.

Entre as normas legais vigentes no setor de óleos lubrificantes no Brasil, se destacam a Lei n. 12.305/2010 (BRASIL, 2010) e a Resolução Conama n. 362/2005 (BRASIL, 2005) que apresentam de forma clara as motivações legais para a prática da Logística Reversa de óleos lubrificantes no Brasil. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) aborda duas definições relevantes para o entendimento de sua atuação como motivadora para a recuperação dos resíduos: os acordos setoriais e a responsabilidade compartilhada.

Os acordos setoriais são os atos de natureza contratual, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (CAMPOS, 2014). Dessa forma, no âmbito da PNRS os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes têm responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, abrangendo o recolhimento dos produtos e dos resíduos remanescentes após o uso, assim como sua subsequente destinação final ambientalmente adequada, no caso de produtos objeto de sistema de Logística Reversa (BRASIL, 2010; MACHADO, 2012).

Já a Resolução Conama n. 362/2005 institui que todo óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser recolhido, coletado e ter destinação final, de modo que não afete negativamente o meio ambiente e propicie a máxima recuperação dos seus constituintes, sendo destinado à reciclagem por meio do processo de rerrefino. O produtor, o importador e o revendedor de óleo lubrificante acabado, bem como o gerador de óleo lubrificante usado, são responsáveis pelo recolhimento do óleo lubrificante usado ou contaminado e os produtores e importadores são obrigados a coletar todo óleo disponível ou garantir o custeio de toda a coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado efetivamente realizada, na proporção do óleo que colocarem no mercado (BRASIL, 2005).



Outra razão para o retorno de produtos refere-se à “Cidadania Corporativa” ou consciência ambiental, responsabilidade social corporativa. Ela diz respeito a um conjunto de valores ou princípios que impulsiona uma empresa ou uma organização a se envolver com a Logística Reversa (DE BRITO, 2004). Nesse contexto, algumas empresas estão adotando um comportamento ambiental ativo, onde o meio ambiente deixa de ser um aspecto para atender às obrigações legais e passa a ser uma fonte adicional de eficiência. No atual cenário econômico, muitas empresas procuram se tornar competitivas, nas questões de redução de custos, minimizando o impacto ambiental e agindo com responsabilidade (SHIBAO, 2010).

## 2.2 RAZÕES DO RETORNO: POR QUE RETORNAR?

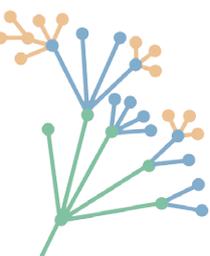
De forma geral os produtos são retornados ou descartados porque eles não realizam suas funções de forma satisfatória ou porque sua função não é mais necessária e podem ocorrer em qualquer fase da cadeia de suprimentos iniciando na manufatura, indo para a distribuição, até os produtos chegarem ao consumidor final (DE BRITO 2004).

No caso dos óleos lubrificantes usados o foco está nos retornos do consumidor, ou seja, eles se iniciam uma vez que os produtos chegam ao consumidor final. Eles deverão efetuar a devolução, após o uso, aos comerciantes ou distribuidores, dos produtos e embalagens de Oluc.

Como os consumidores são o elo principal para a estruturação da rede reversa (LAMBERT; RIOPEL; ABDUL-KADER, 2011; XAVIER; CORRÊA, 2013), pois deles depende o início dos retornos, lança-se mão de muitas possíveis estratégias, uma delas utilizada para incentivar a Logística Reversa de produtos pós-consumo é o chamado “depósito reembolsável” (DR). O DR consiste em um pagamento que deve ser realizado no ato da aquisição de um produto; quando o consumidor devolver a parte recuperável do produto em um posto de recebimento ou reaproveitamento, terá seu dinheiro devolvido. Estados Unidos, Canadá, Japão, Taiwan e países da Europa têm mostrado resultados positivos dessa estratégia (OLIVEIRA, 2011).

Outra forma de motivar o retorno dos produtos são os Postos de Entrega Voluntária (PEV). Os PEVs, conhecidos também como Pontos de Entrega Voluntária, “Ecopontos”, são locais estrategicamente definidos, de fácil acesso e com grande fluxo de pessoas; neles são instaladas caçambas, *containers* ou um conjunto de lixeiras que, diferenciados por cores, indicam os diferentes tipos de materiais a serem recebidos (OLIVEIRA, 2011; RESCH; MATHEUS; FERREIRA, 2012; BERNARDO; LIMA, 2015).

Por fim, a consciência ambiental do consumidor como uma razão de retorno precisa ser intensificada para que se torne cada vez mais forte como motivadora e impulsionadora da Logística Reversa.



## 2.3 TIPO DE ITENS: O QUE RECUPERAR?

Um terceiro ponto de vista da Logística Reversa pode ser obtido considerando o que está de fato sendo descartado ou retornado. Em suma, as características intrínsecas de um produto são decisivas para o processo de recuperação, uma vez que elas afetam a economia de todo o processo (DE BRITO, 2004; LEITE, 2009). Para o caso dos óleos lubrificantes tem-se o esquema da Figura 2.

Figura 2 – Esquema Óleo Básico, Óleo Acabado e Óleo Usado



Fonte: Elaboração própria

Óleos básicos constituem a matéria-prima principal utilizada para a fabricação de óleos lubrificantes acabados. Os óleos lubrificantes acabados são produzidos por meio da mistura de óleos lubrificantes básicos com aditivos que são substâncias empregadas para melhorar ou conferir determinadas características aos óleos lubrificantes básicos, para que estes desempenhem uma finalidade específica (SILVEIRA, 2006).

Os óleos lubrificantes, após certo período de uso, perdem suas características iniciais, tornando-se necessária sua substituição. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), por meio da Resolução n. 362/2005 (BRASIL, 2005) e alterada pela Resolução n. 450/2012 (BRASIL, 2012b), dispõe que o uso prolongado de um óleo lubrificante acabado resulta na sua deterioração parcial, que se reflete na formação de compostos, tais como ácidos orgânicos, compostos aromáticos polinucleares potencialmente carcinogênicos, resinas e lacas, portanto, um resíduo perigoso.

## 2.4 OPÇÕES DE RECUPERAÇÃO: COMO RECUPERAR?

Para que a recuperação dos resíduos ocorra, processos, tais como coleta, inspeção/teste e classificação, devem ser empregados (DE BRITO, 2004; GUARNIERI, 2011; LAMBERT; RIOPEL; ABDUL-KADER, 2011). A recuperação direta envolve



revenda, reuso e redistribuição, já os processos de recuperação envolvem uma série de operações. Em suma, tem-se a pirâmide invertida da Figura 3, em que as atividades mais ao topo recuperam maior valor econômico dos resíduos.

Figura 3 – Pirâmide Invertida de Opções de Recuperação

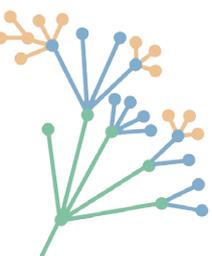


Fonte: Adaptado de De Brito, 2004.

Existem duas alternativas principais para o tratamento de óleos lubrificantes usados: a primeira consiste em reconverter o óleo usado em um material que pode ser usado como óleo-base para produzir óleos lubrificantes. A segunda alternativa consiste em tratar os óleos usados de forma a se obter um material destinado à valorização energética (EC, 2006).

No Brasil, somente a primeira opção é considerada como destino ambientalmente correto para o óleo lubrificante usado ou contaminado. A categoria de processos tecnológico-industriais, chamada genericamente de rerrefino, corresponde ao método ambientalmente mais seguro para a reciclagem do óleo lubrificante usado ou contaminado e, portanto, a melhor alternativa de gestão ambiental desse tipo de resíduo (BRASIL, 2005).

Os óleos usados com destino à valorização energética (opção não regulamentada no Brasil) são úteis devido ao seu poder calorífico e econômico, principalmente quando usados como substituição de combustíveis. Justifica-se a não utilização do Oluc para fins de queima/incineração no Brasil, também devido às emissões de compostos tóxicos (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, furanos, dioxinas) na atmosfera (ALCOBIA, 2009).

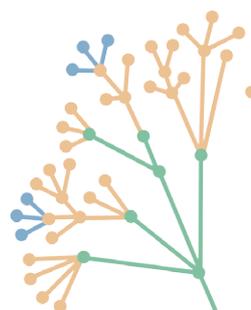


## 2.5 ATORES: QUEM IRÁ RECUPERAR?

A resposta a essa questão abrange os atores envolvidos e seus papéis. A Resolução Conama n. 362/2005 prevê que:

- Os produtores e importadores são obrigados a coletar todo óleo disponível ou garantir o custeio de toda a coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado efetivamente realizada, na proporção do óleo que colocarem no mercado conforme metas estabelecidas;
- São obrigações do revendedor receber dos geradores o óleo lubrificante usado ou contaminado dispondo-os em instalações adequadas devidamente licenciadas pelo órgão ambiental competente;
- São obrigações do gerador recolher, de forma segura, os óleos lubrificantes usados ou contaminados, de modo a não contaminar o meio ambiente;
- São obrigações do coletor firmar contrato de coleta com um ou mais produtores ou importadores com a interveniência de um ou mais rerrefinadores, ou responsável por destinação ambientalmente adequada, para os quais necessariamente deverá entregar todo o óleo usado ou contaminado que coletar;
- São obrigações dos rerrefinadores receber todo o óleo lubrificante usado ou contaminado exclusivamente do coletor, emitindo o respectivo Certificado de Recebimento, entre outras obrigações.

O óleo básico nacional provém de três refinarias: Refinaria Duque de Caxias (Re-duc), no Rio de Janeiro, Refinaria Landulpho Alves (Rlam), em Mataripe na Bahia, e Lubrificantes do Nordeste (Lubnor), em Fortaleza. Existem atualmente autorizadas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) 93 empresas produtoras de óleo lubrificante acabado, 205 empresas autorizadas a exercer a atividade de importação de óleo lubrificante acabado, 22 empresas coletoras de óleo lubrificante usado ou contaminado (responsáveis também pelo transporte) e 14 empresas autorizadas pela ANP a exercer a atividade de rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado (ANP, 2016). Entre as empresas de coleta ou rerrefino, apenas cinco estão localizadas no Norte e Nordeste do País (Sergipe, Bahia, Pernambuco e Roraima). O Centro-Oeste (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás) possui apenas três empresas e o Sul e Sudeste concentram todas as demais 14 empresas, alocadas nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Apesar de 14 empresas serem autorizadas pela ANP para exercer atividades de rerrefino, apenas nove delas permanecem em atividade atualmente. Essas rerrefinadoras também exercem paralelamente as atividades de coleta (SINDIRREFINO, 2016).



### 3 DESAFIOS E POTENCIALIDADES PARA A LOGÍSTICA REVERSA DE ÓLEOS LUBRIFICANTES COM FOCO NAS REGIÕES NORTE E NORDESTE DO BRASIL

#### 3.1 DESAFIOS REGULATÓRIOS

O Brasil tem regulamentado a destinação final dos óleos lubrificantes. O governo federal, ministérios, Conama e a ANP publicaram, desde 1997, pelo menos 21 leis e atos normativos relacionados ao manejo adequado dos rejeitos de óleos lubrificantes (SINDIRREFINO, 2016). Em agosto de 2010, todas as resoluções foram reforçadas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (SINDIRREFINO, 2016).

A coleta do Oluc em postos de gasolina, oficinas mecânicas e concessionárias, seguida da destinação aos centros rerrefinadores, é regulamentada no Brasil, desde 1990, pela Portaria n. 727 do Ministério de Infraestrutura (Minfra), responsabilizando o Departamento Nacional de Combustíveis (DNC) pela fiscalização (ANP, 2016). A Resolução Conama n. 362/2005 também reforça e atualiza os sistemas de coleta e destinação final do Oluc.

No entanto, no Brasil, assim como já ocorre com grande frequência nos países desenvolvidos, o óleo lubrificante tem sido vendido em supermercados ou mercearias, o que contribui para a contaminação do meio ambiente, pois esse óleo geralmente tem um fim doméstico (NUMER et al., 2014). Nesse sentido, o ponto principal que determinou a eficiência nos sistemas de coleta na Europa e nos EUA foram as legislações voltadas ao consumidor domiciliar (API, 2016). Na Europa, em média, 58% do Oluc é coletado, enquanto nos Estados Unidos e Japão esse percentual atinge cerca de 59% (FRANÇOLIN, 2016).

Outra justificativa para a menor eficiência dos sistemas de coleta e processamento de Oluc nas regiões Norte e Nordeste do Brasil deve-se à ausência de legislações específicas municipais ou estaduais. Se houvesse leis como a promulgada em São Paulo pelo Decreto n. 47.545/2006, que dispõe sobre o destino de óleos lubrificantes, estabelecendo um percentual mínimo de coleta em 50% de Oluc, mais ações e estratégias de coleta seriam providenciadas (MARTINATO, 2008). Regulações específicas poderiam contribuir para uma melhoria das metas de coleta de óleos lubrificantes para reciclagem nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, conforme Tabela 1.

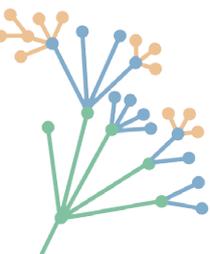


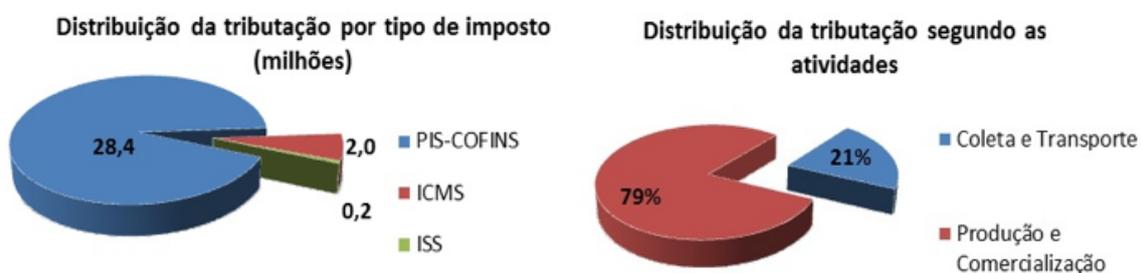
Tabela 1 – Metas de Coleta de Óleos Lubrificantes usados no Brasil

ANO	META	%COLETADO
2008	33,40%	37,63
2009	34,20%	35,59
2010	35,00%	36,69
2011	35,90%	35,81
2012	36,90%	37,00
2013	37,40%	38,00
2014	38,10%	37,50
2015	38,50%	Ainda não há dados

Fonte: Brasil (2012a)

No entanto, outros desafios regulatórios se fazem presentes. De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2014), o setor de rerrefino é o mais tributado entre aqueles de Logística Reversa onerosa, totalizando cerca de R\$ 30,6 milhões anuais, conforme Figura 4. O ICMS é o imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre a prestação de serviços de transporte interestadual, intermunicipal e de comunicação. Sua cobrança, além de afetar de um modo geral as operações de beneficiamento do Oluc, torna ainda mais onerosa a coleta e produção nas regiões mais distantes do País (CEMPRE, 2015).

Figura 4 – Incidência de impostos nas atividades de reaproveitamento, reciclo e beneficiamento de resíduos sólidos.



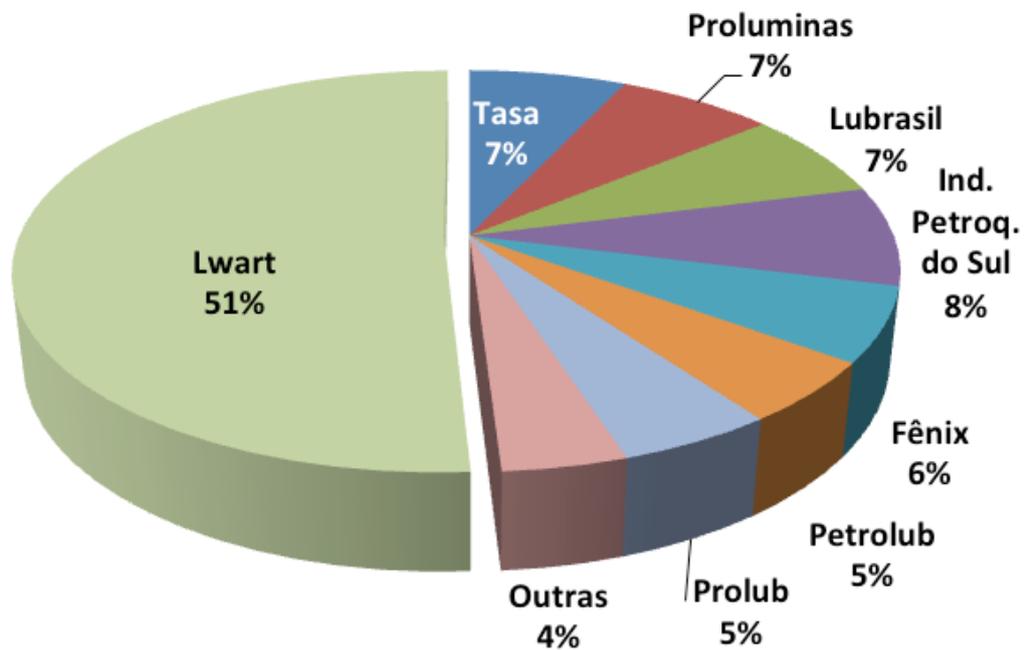
Fonte: Adaptado de CNI, 2014.

O desafio regulatório ao setor de rerrefino tem aumentado no decorrer dos anos, caracterizando um comportamento contrário ao esperado. Em 1987, o Brasil contava com cerca de 50 pequenas usinas e, pelo menos, cinco grandes pátios de



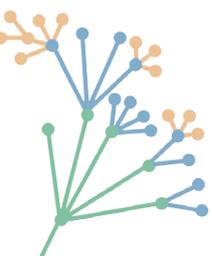
rerrefino. Por volta desse ano, os impostos que incidiam sobre o preço do óleo básico novo chegaram a somar US\$ 1.000/m<sup>3</sup> de óleo, que subsidiavam a coleta dos óleos usados (GOMES; CASTRO, 2010). A partir de 1987, com a queda do imposto único e elevação do rigor para obtenção de licenças ambientais, quase todas as rerrefinadoras de pequeno porte foram fechadas, restando atualmente no Brasil apenas oito principais empresas, em cerca de 15 pátios de rerrefino – Figura 5 (FECOMBUSTÍVEL, 2016).

Figura 5 – Empresas atuantes na coleta e rerrefino de Oluc no Brasil.



Fonte: ANP, 2016.

No cálculo-base do ICMS, para os estados das regiões Nordeste e Norte, o valor observado está entre 12,0% e 8,0%, enquanto nas demais regiões do País é em média 7,0% (LEARDINI, 2015; OLIVEIRA, 2014). Essas regiões são afetadas por maiores custos de coleta e rerrefino do óleo lubrificante, pois o valor incidente de ICMS para transporte interestadual é maior, visto que a maioria dos centros rerrefinadores estão alocados no estado da Bahia ou nas regiões Sul e Sudeste do País. Somado a isso, ainda há os próprios custos intrínsecos do transporte: manutenção de veículos, combustível, diárias ao colaborador e pedágios (NASCIMENTO NETO; MOREIRA, 2010).



### 3.2 DESAFIOS GEOGRÁFICOS

As regiões Norte e Nordeste do País apresentam cerca de 2.240 municípios, com uma frota de aproximadamente 26 veículos por 100 habitantes (13,9 milhões de veículos), que são dispersos por uma região de mais de 5,2 milhões de metros quadrados (DENATRAN, 2015). Devido à dispersão da frota veicular em regiões tão extensas, os centros coletores são insuficientes para a captação do Oluc produzido, segundo dados do IBGE (2015).

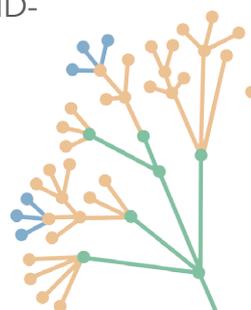
Os centros coletores de Oluc são instalados tendo em vista a abundância da oferta, ou seja, o quão grande é a frota veicular da região e, conseqüentemente, quantas concessionárias e oficinas mecânicas o centro coletor pode atender. Vale ressaltar que os centros coletores são regiões onde o Oluc é armazenado, antes de ser levado às usinas de rerrefino. Apesar de os comerciantes de óleo lubrificante serem também obrigados a cuidar do rejeito deste, são as empresas de rerrefino que realizam a coleta diretamente com os comerciantes, ofertando, assim, o serviço de coleta e rerrefino. No entanto, o comercializador do óleo lubrificante também pode optar por não pagar pelo serviço de coleta e ele mesmo dirigir-se às centrais de recebimento com o Oluc de seus clientes (TÁVORA; GONÇALVES, 2003).

A região Nordeste do País apresenta quatro centros coletores, sendo dois localizados no oeste e Recôncavo Baiano; os demais localizados nos estados de Sergipe e Pernambuco. A região Norte apresenta apenas um centro coletor, localizado no estado de Roraima (SINDICOM, 2014). A partir disso, é possível observar a dificuldade da coleta e armazenamento de um volume de Oluc satisfatório ao rerrefino. Os centros coletores estão alocados apenas nas regiões de grande densidade populacional, o que é econômica e logisticamente aceitável, mas gera um racismo ambiental. Esse termo relaciona a existência (ou inexistência) de rejeitos perigosos em uma área. Percebeu-se que determinadas comunidades abrigam depósitos de resíduos perigosos em proporções muito superiores a uma média, o que caracteriza o racismo ambiental (SHEPPARD, 1999; ACSELRAD, 2004; HERCULANO, 2011).

Se nas regiões Norte e Nordeste a coleta desse resíduo perigoso é menor, pode-se dizer que caracteriza um racismo ambiental. A baixa disponibilidade de centros coletores deveria ser compensada pelo aumento da frota de veículos coletores. Devido às extensões territoriais das regiões Norte e Nordeste do Brasil, as grandes distâncias que devem ser percorridas entre os pólos consumidores e centros coletores minimizam a utilização desses resíduos.

### 3.3 DESAFIOS TECNOLÓGICOS

As operações de rerrefino realizadas no Brasil são essencialmente baseadas em operações de destilação e tratamentos químicos pela adição de solventes ácidos inorgânicos, fortemente redutores para promover a descoloração do Oluc (BRIDJANIAN; SATTARIN, 2006).



O parque industrial brasileiro conta com três tecnologias diferentes (SINDIRREFINO, 2016):

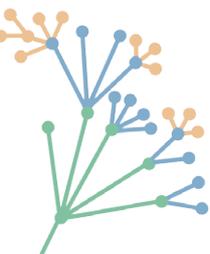
- a) Sistema Ácido Argila com “Termocraqueamento”: nessa modalidade de tecnologia, predomina a obtenção de óleo básico neutro pesado;
- b) Sistema de Destilação a Flash ou evaporação pelicular: essa tecnologia propicia a obtenção predominante de óleo básico neutro leve e médio;
- c) Sistema por extração a solvente seletivo de propano: essa tecnologia propicia a obtenção de óleo básico neutro médio.

A desvantagem da operação de rerrefino realizada nos parques brasileiros está na exigência de diversas etapas que, além de tornar toda a operação onerosa, faz com que a obtenção do óleo básico seja demorada. Países como a Alemanha e a França vêm desenvolvendo tecnologias de rerrefino com menor dispêndio financeiro, energético e que resultem em menos resíduos, como a tecnologia de extração por solventes polares e ácidos orgânicos (CANCHUMANI, 2013).

Entre as tecnologias atualmente utilizadas no Brasil, a argila-ácido é uma etapa de clarificação do óleo muito utilizada em diversos métodos de beneficiamento, principalmente nas usinas de rerrefino da região Nordeste do País. A empresa Lwart é a responsável pela instalação da única usina de rerrefino do Norte e Nordeste do País; a tecnologia de rerrefino adotada é a extração utilizando propano (LWART, 2016). Geralmente a separação por destilação, centrifugação e extração por solventes (como a extração utilizando propano) necessita ainda da etapa de clarificação do Oluc, que é realizada pela utilização de argilas com ácido inorgânico. Os subprodutos dessa operação são perigosos e muito agressivos ao meio ambiente, exigindo novas etapas de neutralização (HAMAWAND; YUSAF; RAFAT, 2013).

Outro obstáculo logístico encontrado deve-se ao Oluc ser classificado como resíduo perigoso de classe I – desconhecido. Isso implica em regularizações específicas para todos os trâmites relacionados ao Oluc, desde sua coleta, transporte, beneficiamento e relações trabalhistas. Foi estimado por Dias e Pena (2016) que a incineração de 1 tonelada de resíduo apresentava valores em torno de R\$ 800,00 a R\$1.500,00, porém, o rerrefino/beneficiamento é uma alternativa ainda mais onerosa e complexa, sendo estimado um valor pelo menos 20% superior ao de incineração (MARTINATO, 2008). Somado a esses custos, o menor índice de beneficiamento de Oluc nas regiões Norte e Nordeste do País é também proveniente de utilizações diversas, que não são permitidas pelas regulamentações (FRANÇOLIN, 2016).

A adoção de tecnologias mais eficientes no sentido de minimizar os custos e os impactos ambientais torna as operações de rerrefino mais acessíveis. A seleção de óleos por origem ou desgaste é uma eficiente alternativa. Em Portugal, por exemplo, existem nove classificações de Oluc. Quando o Oluc é recolhido indiscriminadamente (mistura de óleos lubrificantes diferentes, de diversas origens) este passará necessariamente por todas as etapas de tratamento. Quando o Oluc é



recolhido seletivamente, alguns não possuem contaminação, permitindo, assim, que este siga de imediato para o destino regeneração ou reciclagem minimizando perdas de processo e custos, pela eliminação de fases de tratamento. A coleta seletiva de óleo lubrificante usado permite redução dos custos relacionados ao tratamento, sendo apenas realizadas operações específicas, conforme as características do óleo (GONÇALVES, 2013).

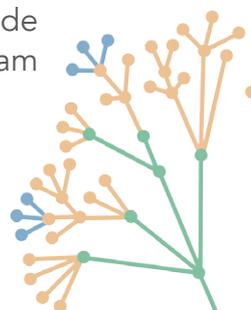
### 3.4 DESAFIOS RELACIONADOS À CONSCIÊNCIA AMBIENTAL

As regiões Norte e Nordeste do País são regiões com menor Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*. Os níveis de escolaridade dessas regiões são os menores do País, sendo que a taxa de analfabetismo da região Nordeste chega a 19,9% e da região Norte a 10,4% (PNAD, 2014). Os menores índices de alfabetização refletem na pouca conscientização da população sobre as destinações finais adequadas e dos riscos à saúde do Oluc. Nesse cenário, onde os principais veículos de informação são panfletos e manuais, esses meios tornam-se obsoletos e ineficientes.

A utilização por vias perpendiculares à desejável para o rerrefino de Oluc é um grande problema enfrentado na região. O Oluc, também chamado de "óleo queimado", recebe aplicações em alimentação de caldeiras, olarias, fundições, lubrificante de motosserra, impermeabilizante de troncos de árvores, impermeabilizante de estradas e até mesmo combustível de lareiras (FRANÇOLIN, 2016). O desvio do resíduo, para servir a outros fins que não estão relacionados ao processo de rerrefino é considerado pelo Conama como um crime ambiental grave. A multa pode chegar a R\$ 50 milhões (ACESSA, 2015).

Para que se tenha um comparativo, o descarte indevido anual do Oluc no Brasil equivale à capacidade de armazenamento de óleo de três navios Exxon Valdez (que provocou um desastre ambiental histórico, em 1989 na costa do Alasca, com o derramamento de 150.000 m<sup>3</sup> de petróleo no mar). Além disso, deve ser lembrado que um único litro de óleo é capaz de esgotar ou tornar inacessível o oxigênio de 1 milhão de litros de água (SABESP, 2014). A queima para geração energética ou incineração, que tem sido uma prática muito utilizada com o Oluc nas regiões Norte e Nordeste, não é permitida devido a esse resíduo possuir em sua composição diversos metais pesados que, quando queimados, são liberados na atmosfera, dando origem a problemas de saúde pública muito sérios. Diversos desses metais são comprovadamente tóxicos ao sistema respiratório e cancerígenos (GOSALIA, 2014).

Nos Estados Unidos, assim como em diversos países da Europa, óleo lubrificante é vendido em supermercados e lojas de conveniência. Nesses países, foram desenvolvidos processos de Logística Reversa de captação do Oluc nos mesmos estabelecimentos. Em contrapartida, no Brasil, as vendas de óleos lubrificantes também são realizadas em supermercados e lojas diversas, porém, o sistema de Logística Reversa brasileiro ainda não permite que esses estabelecimentos sejam



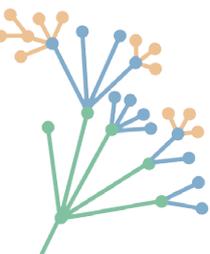
os responsáveis pelo recebimento do Oluc proveniente dos clientes. A prática ocasionalmente realizada pelos estabelecimentos é levar o Oluc até centros coletores ou concessionárias de veículos. Nas regiões Norte e Nordeste do País, a raridade de ocorrência dessa interação entre estabelecimentos “informais de venda” e centros de coletas são ainda mais proeminentes devido à distância e à pouca conscientização do lojista e do consumidor (GOMES; CASTRO; 2010).

### 3.5 SOLUÇÕES POSSÍVEIS E POTENCIALIDADES

Entre os desafios citados anteriormente, aquele que envolve transformações mais profundas e, conseqüentemente, mais onerosas são os desafios relacionados à consciência ambiental. A conscientização não é tarefa simples ou instantânea. Para que as comunidades tomem atitudes mais sustentáveis em relação ao Oluc é necessário que escolas, universidades, centros comunitários e igrejas estejam envolvidos em ações estratégicas. Somado a isso, ainda há a necessidade de investimento em divulgação e a estruturação de um sistema de fiscalização, com penalização ou bonificação por más ou boas ações. Os custos relativos das ações de conscientização são poucos, no entanto, a duração dessas iniciativas é prolongada. A iniciativa de realização dessas ações deve ser estimulada pelas empresas do segmento de coleta e rerrefino do Oluc, mas é imprescindível que sejam promovidas por órgãos públicos de educação (Secretaria de Educação Municipal e Estadual) e meio ambiente (Ibama, Institutos Ambientais Estaduais e Polícias Ambientais).

Isso não quer dizer que os demais desafios sejam menos complexos. A regulação, por exemplo, exige força política capaz de superar o *lobby* de empresas do setor privado. Portanto, diante da complexidade que é a Logística Reversa pós-consumo do óleo lubrificante, algumas decisões que poderiam ser tomadas nas regiões Norte e Nordeste do País permitiriam a maior capacidade de coleta:

1. A coleta de Oluc poderia ser realizada por empresas municipais, quando possível. A condição, no entanto, é que o Oluc não deve ser encaminhado ao aterro sanitário ou incinerador, mas, sim, a tanques ou estações de transbordo. A partir daí, o rerrefinador seria responsável pelo transporte desses resíduos até as plantas industriais. Dessa forma, maiores volumes de Oluc seriam alcançados e a captação pelo rerrefinador não seria apenas em regiões de sua escolha.
2. A legislação ambiental deve se voltar para o consumidor final, tendo em vista regulações e penalizações ambientais para utilizações não previstas em lei. De forma complementar, deve-se buscar a estruturação de uma logística que facilite e considere a captação de Oluc obtido por consumidores em supermercados e lojas de conveniência.
3. O setor de rerrefino deve receber benefícios e estímulos, tendo em vista o benefício trazido à saúde da população e a preservação do meio ambiente. Essa



seria uma maneira de viabilizar esse processo, ante a outros mais poluentes, mas que apresentam menor custo.

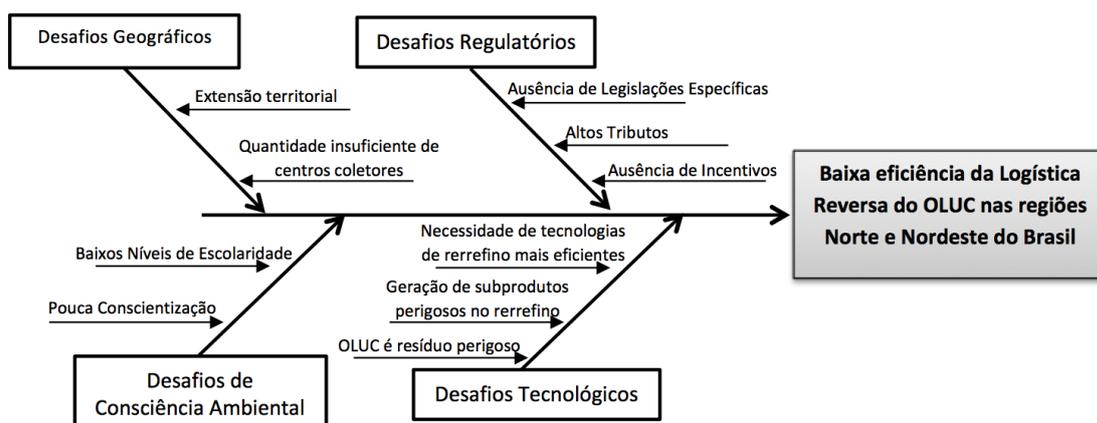
4. As regiões Norte e Nordeste carecem de programas de redução fiscal. As reduções dos impostos permitiriam maior desenvolvimento do setor de rerrefino nas regiões, mais centros coletores e mais usinas de rerrefino poderiam ser construídos.

5. A educação é uma ferramenta indispensável, principalmente quando o próprio beneficiado é o educado. Deve haver programas públicos de conscientização dos malefícios causados pelo uso inadequado de Oluc. Nesses encontros, a população também deve ser instruída a armazenar e devolver ao comerciante o óleo após o consumo. A conscientização não deve ser somente dos consumidores finais, mas também deve ser voltada para os comerciantes, por estarem diretamente ligados à logística de rerrefino.

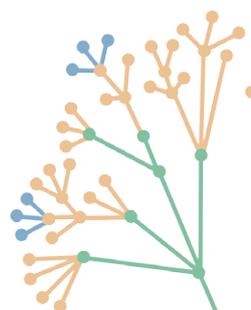
A Logística Reversa representa uma das maiores e mais negligenciadas oportunidades para facilitar os lucros de retorno para uma empresa (LAMBERT; RIOPEL; ABDUL-KADER, 2011). Um agravante aos sistemas de Logística Reversa é que estes são mais complexos do que os sistemas de logística direta e essa complexidade resulta de um elevado grau de incerteza devido à quantidade e à qualidade dos produtos retornados (ROGHANIAN e PAZHOHESHFAR 2014; ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998). Iniciativas nesse sentido devem ser implantadas para uma efetiva taxa de coleta e reciclagem desse resíduo.

O Diagrama de Causa e Efeito apresentado na Figura 6 sintetiza os principais desafios enfrentados pela Logística Reversa de Oluc nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.

Figura 6 – Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Elaboração própria



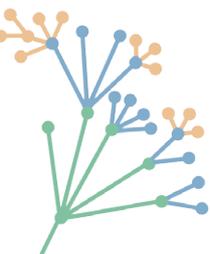
## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bom andamento das atividades do rerrefinador está intimamente ligado ao bom andamento das atividades do consumidor, comerciantes, distribuidores, produtores e importadores, uma vez que estes irão garantir a coleta e, conseqüentemente, manter o fluxo de entrada de óleo lubrificante usado nas plantas de rerrefino. As regiões Norte e Nordeste do País contam com desafios muito significativos à realização da Logística Reversa do Oluc. Fatores geográficos, tecnológicos, regulatórios e de consciência ambiental interagem engrandecendo as dificuldades de coleta e beneficiamento. Os impostos exercidos, que são desestimulantes às boas práticas ambientais, assim como a mínima responsabilização e educação do consumidor pelo armazenamento e correta destinação do Oluc, são gargalos regulatórios. Dessa forma, um pré-requisito para intensificar a coleta de Oluc é o reforço da rede logística atualmente implementada nas regiões Norte e Nordeste, tendo em vista as dimensões continentais do Brasil.

Apesar deste estudo utilizar o cenário das regiões Norte e Nordeste para demonstrar a criticidade da Logística Reversa dos Oluc, melhorias também devem ser implantadas na tentativa de se elevar o percentual de coleta desse resíduo no País. A lentidão na evolução do percentual de coleta desse resíduo no Brasil foi percebida e evidencia o impacto desses desafios na efetivação da Logística Reversa.

Com relação aos potenciais e desafios do setor no momento atual, esse ramo tem potencial de crescimento que tende a se intensificar à medida que o retorno e a recuperação desse resíduo forem vistos pelos envolvidos e a sociedade em geral como algo elementar e imprescindível. No entanto, para alcançar esse cenário é preciso vencer uma série de desafios, como o real cumprimento da legislação, endurecimento da fiscalização, a diminuição de distâncias entre os centros coletores e rerrefinadores, a intensificação da malha de coleta e rerrefino nas regiões Norte e Nordeste e conscientização da população, além do investimento em pesquisas que desenvolvam métodos cada vez mais eficientes de rerrefino.

A implementação da Logística Reversa dos Oluc tem grandes impulsionadores como os econômicos, tendo em vista, principalmente, a possibilidade de recuperação do óleo básico; os legais com o intuito de fortificar a atuação do Estado como regulador dessa atividade, como exemplo os acordos setoriais e a responsabilidade compartilhada, além dos ganhos ambientais, evitando o descarte impróprio dos Oluc. Em contrapartida, muitos são os desafios. Ao mesmo tempo em que a legislação pode colaborar para a estruturação da Logística Reversa de Oluc, existem muitos desafios regulatórios, como a ausência de legislações específicas, altos tributos e falta de fiscalização do cumprimento das exigências legais. Outro desafio são os geográficos pela grande extensão do território brasileiro e, conseqüentemente, a ineficiência da rede de coleta do Oluc. Os desafios tecnológicos também devem ser evidenciados e apontam a necessidade de adoção de tecnologias de rerrefino mais eficientes. Já os desafios relacionados a fatores ambientais refletem a pouca conscientização da população acerca do descarte adequado e dos riscos à saúde relacionados ao Oluc. Todos esses desafios configuram-se em



fragilidades que precisam ser sanadas para uma implementação adequada da Logística Reversa de Oluc.

Nesse sentido, como proposta de pesquisa futura, sugere-se uma análise Swot da Logística Reversa de Oluc para discutir e apontar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças do processo. Sugere-se também sistematizar a relação entre os distintos desafios encontrados por meio do emprego de metodologias de estruturação de problemas, o que seria de grande valia para compreender a relação entre os fatores que impedem a expansão da Logística Reversa, de forma a propor soluções apropriadas.

Outra proposta de trabalhos futuros é o planejamento geoestratégico da localização de centros de rerrefino, tendo como referência a ótima disposição de centros coletores e a distribuição das rotas de transporte. É também válida a avaliação do transporte do Oluc até os centros rerrefinadores por diferentes modais de transporte logístico.

Por fim, apesar deste artigo se basear em pesquisa bibliográfica, este trabalho contribui para uma análise inicial dos desafios à Logística Reversa dos Oluc que não se encerra aqui, mas evidenciou potencial para pesquisas futuras. O aprofundamento dessa discussão e a estruturação dos problemas podem contribuir para a minimização dos desafios à expansão da recuperação e reutilização do Oluc. A concretização dessa Logística Reversa permitirá a preservação do meio ambiente e, consigo, a manutenção de uma sociedade saudável.

## REFERÊNCIAS

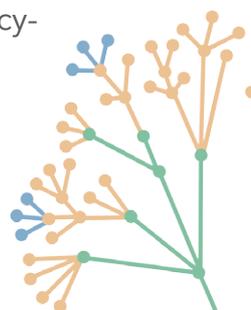
ACESSA. **Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.acesa.com/arquivo/cidade/jfhoje/2000/09/15-lixo/lixo11.php>>. Acesso em: ago. 2015.

ACSELRAD, H. **Meio Ambiente e Justiça: estratégias argumentativas e ação coletiva**. Justiça ambiental e cidadania. Rio de Janeiro: Relume dumará, p. 23-40, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=2884>>. Acesso em: mar. 2016.

ALCOBIA, B. A. **Desenvolvimento de um modelo conceptual para a Análise do Ciclo de Vida (ACV) de tecnologias de tratamento e valorização de óleos usados**. Dissertação de Mestrado, Monte da Caparica, 2009.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. 2006. Disponível em: <<http://www.recycleoil.org>>. Acesso em: mar. 2016.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: **resíduos sólidos** – classificação, Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE DE CIANORTE. **Guia Básico: gerenciamento de óleos lubrificantes usados ou contaminados**. Portaria MMA n. 31, de 23 de fevereiro de 2007.

BERNARDO, M.; LIMA, R. da S. **Comparação entre modalidades de coleta seletiva de materiais recicláveis**, 2015.

BLOEMHOF-RUWAARD, J. B. et al. Interactions between Operations Research and Environmental Management. **European Journal of Operational Research**, Bradford, 1995.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 02 ago. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007\\_2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007_2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 24 jun. 2014.

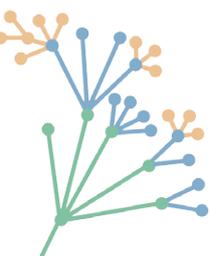
\_\_\_\_\_. Resolução Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) n. 362, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. **Diário Oficial [da] União** n. 121, 27 jun. 2005. Seção 1, p. 128-130.

\_\_\_\_\_. Portaria Interministerial Ministério de Minas e Energia/Ministério do Meio Ambiente n. 59, de 17 de fevereiro de 2012. **Diário Oficial [da] União**, 23 fev. 2012a. Disponível em: <[http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/folder\\_portarias/portarias\\_interm/2012/pin\\_term\\_%2059%20-%202012.xml?fn=document-frame.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/folder_portarias/portarias_interm/2012/pin_term_%2059%20-%202012.xml?fn=document-frame.htm$f=templates$3.0)>. Acesso em: 01 ago. 2014.

\_\_\_\_\_. Resolução Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) n. 450, de 06 de março de 2012b. Modifica Resolução que dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. **Diário Oficial [da] União** n. 46, 07 mar. 2012. Seção 1, p. 61.

BRIDJANIAN, H.; SATTARIN, M. Modern Recovery Methods in Used oil Re-Refining. **Petroleum & Coal**. n. 48, v. 1, p. 40-43, 2006.

CAMPOS, H. K. T. Recycling in Brazil: challenges and prospects. **Resources, Conservation and Recycling**, n. 85, 2014, p. 130-138.



CANCHUMANI, G. A. L. **Óleos Lubrificantes Usados: um estudo de caso de avaliação de ciclo de vida do sistema de rerrefino no Brasil**. 2013. 157 p. Tese (Doutorado em Planejamento Energético). COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

COMPANHIA DE ÁGUAS DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/>>. Acesso em: ago. 2015.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. Disponível em: <[http://cempre.tecnologia.ws/ci\\_2014-0506\\_desafios.php](http://cempre.tecnologia.ws/ci_2014-0506_desafios.php)>. Acesso em: ago. 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Proposta de Implementação dos Instrumentos Econômicos Previstos na Lei n. 12.305/2010 por meio de Estímulos à Cadeia de Reciclagem e Apoio aos Setores Produtivos Obrigados à Logística Reversa**. Brasília, 2014.

DE BRITO, M. P. **Managing Reverse Logistics or Reversing Logistics Management?** Erasmus University Rotterdam, Rotterdam, 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: ago. 2015.

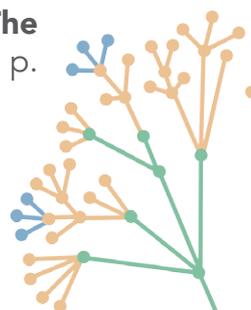
DIAS, J. B; PENA, L. L. S. Dificuldades para o aproveitamento energético de resíduos sólidos através da incineração no Brasil. **Geosaberes**, v. 6, n. 3, p. 173-180, 2016.

EUROPEAN COMISSION. **Integrated pollution prevention and control – Reference document on Best Available Techniques for the waste treatments industries**, 2006.

FEDERAÇÃO NACIONAL DO COMÉRCIO DE COMBUSTÍVEIS E DE LUBRIFICANTES. **Relatório Anual da Revenda de Combustíveis**, 2015. Disponível em: <<http://www.fecombustiveis.org.br/relatorios/relatorio-anual-da-revenda-de-combustiveis-2015/>>. Acesso em: mar. 2016.

FRANÇOLIN, W. **Logística Reversa dos óleos lubrificantes usados e o rerrefino**. Disponível em: <[www.sindirrefino.org.br/upload/eventos/00001716.pdf](http://www.sindirrefino.org.br/upload/eventos/00001716.pdf)>. Acesso em: abr. 2016.

GEORGIADIS, P.; BESIOU, M. Environmental and economical sustainability of WEEE closed-loop supply chains with recycling: a system dynamics analysis. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 47, n. 5-8, p. 475-493, 2010.



GOMES, M. D.; CASTRO, R. **Gerenciamento do óleo lubrificante usado para a logística reversa: uma análise nos postos de combustíveis.** In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 2010, São Carlos.

GONÇALVES, R. Coleta e Rerrefino do óleo Lubrificante Usado: capacitação de agentes públicos. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, novembro de 2013, 2013.

GOSALIA, A. **To Sustain Ability in the Global Lubricants Industry.** Macroeconomics & Lubricants Competitive Landscape Outlook. February, 2014.

GRANLIE, M. et al. A taxonomy of current literature on reverse logistics. **Intelligent Manufacturing Systems**, v. 11, n. 1, 2013, May. p. 275-280.

GUARNIERI, P. **Logística Reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental.** Recife: 1. ed., Clube dos Autores, 2011.

HAMAWAND, I.; YUSAF, T.; RAFAT, S. Recycling of Waste Engine Oils Using a New Washing Agent. **Energies**, n. 6, p. 1023-1049, 2013.

HERCULANO, S. O clamor por justiça ambiental e contra o racismo ambiental. **InterfacEHS-Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 3, n. 1, 2011.

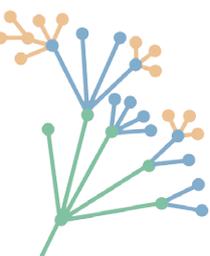
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home>>. Acesso em: ago. 2015.

LAMBERT, S.; RIOPEL, D.; ABDUL-KADER, W. A Reverse Logistics Decisions Conceptual Framework. **Computers & Industrial Engineering**, 2011.

LEARDINI. **ICMS – alíquotas aplicadas nas operações e/ou prestações interestaduais.** Disponível em: <<http://www.leardinicontabilidade.com.br>>. Acesso em: ago. 2015.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade.** São Paulo: Prentice Hall, 2009.

LWART. **Como é realizado rerrefino na fábrica da lwart: tecnologias.** Disponível em: <<http://www.lwarcel.com.br/site/content/lubrificantes>>. Acesso em: nov. 2015.



MACHADO, P. A. L. Princípios da política nacional de resíduos sólidos. **Revista do Tribunal Regional Federal da 1ª Região**, Brasília, v. 24, n. 7, p. 25-33, jul. 2012.

MARTINATO, A. **Canais de logística reversa na cadeia do óleo lubrificante no estado de São Paulo: o caso das embalagens plásticas**. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Produção. Universidade de São Paulo. 2008.

MOHAMMED, R. R. et al. Waste lubricating oil treatment by extraction and adsorption. **Chemical Engineering Journal**. n. 220, p. 343-351, 2013.

NASCIMENTO NETO, P.; MOREIRA, T. A. Política Nacional de Resíduos Sólidos – reflexões acerca do novo marco regulatório nacional. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. n. 15, p. 10-19, 2010.

NUMER, J. et al. Logística Reversa de pós-consumo: um estudo de caso em empresa de comércio de combustíveis. In: 4º CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Anais...** Bento Gonçalves – RS, Brasil, abril de 2014.

OLIVEIRA, R. L. **Logística Reversa: a utilização de um Sistema de Informações Geográficas na Coleta Seletiva de Materiais Recicláveis**. Dissertação de Mestrado, Itajubá, 2011.

OLIVEIRA, R. **Determinação de ICMS por estados da Federação**. 2014. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/politica/3114144/cae-mantem-aliquota-interestadual-de-12-do-icms-para-zona-franca>>. Acesso em: mar. 2016.

PESQUISA NACIONAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: fev. 2016.

RESCH, S.; MATHEUS, R.; FERREIRA, M. de F. Logística Reversa: o caso dos ecopontos do município de São Paulo. **Revista Eletrônica Gestão e Serviços**, v. 3, n. 1, p. 413-430, 2012.

ROGERS D. S.; TIBBEN-LEMBKE R. S. **Going Backwards: reverse logistics trends and practices**. Reverse Logistics Executive Council, 1998.

ROGHANIAN, E; PAZHOHESH FAR, P. An optimization model for reverse logistics network under stochastic environment by using genetic algorithm. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 33, n. 3, p. 348-356, 2014.

SHEPPARD, E. et al. GIS-based measures of environmental equity: exploring their sensitivity and significance. **Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology**, v. 9, n. 1, p. 18-28, 1999.

SHIBAO, F. Y; MORRI, R. G; SANTOS, M. R. **A Logística Reversa e a Sustentabilidade Empresarial**. In: XIII SEMEAD, 2010.

SILVEIRA, E. L. C. et al. Determinação de contaminantes em óleos lubrificantes usados e em esgotos contaminados por esses lubrificantes. **Revista Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1193-1197, 2006.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO RERREFINO DE ÓLEOS MINERAIS. 2016. Disponível em: <<http://www.sindirrefino.org.br/>>. Acesso em: mar. 2016.

SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE COMBUSTÍVEIS E ÓLEOS LUBRIFICANTES. Disponível em: <<http://www.sindicom.com.br/>>. Acesso em: ago. 2014.

TANG, Z.; LI, S. A review of recent developments of friction modifiers for liquid lubricants (2007 - present). **Current opinion in solid state and materials science**. n. 18, p. 119-139, 2014.

TÁVORA, S. P.; GONÇALVES, O. L. Óleos lubrificantes usados – evolução das responsabilidades pela coleta/destinação e alternativas para aplicações: uma contribuição para a tecnologia de produção mais limpa. **Revista Produção**, v. 3, n. 2, 2003.

VIEIRA, K. N.; SOARES, T. O. R.; SOARES, L. R. A logística reversa do lixo tecnológico: um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da Braskem. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 120-136, 2009.

XAVIER, L. H; CORRÊA, H. L. **Sistemas de Logística Reversa: criando cadeias de suprimento sustentáveis**. São Paulo: Atlas, 2013.