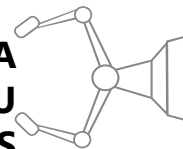


PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO DE LOGÍSTICA REVERSA DOS ÓLEOS LUBRIFICANTES USADOS OU CONTAMINADOS



Erik Telles Pascoal

erik.pascoal@outlook.com, Universidade Federal de Alfenas

Lara Nabak Maroti Ribeiro

laranabak96@gmail.com, Universidade Federal de Alfenas

Rafael Mendes

rafamendes99@hotmail.com, Universidade Federal de Alfenas

Resumo: Qualquer produto acabado gera algum tipo de resíduo ou refugo ao final de sua vida útil. Atualmente, um produto de extensa aplicação e que gera um resíduo com um potencial poluidor muito alto é o óleo lubrificante. A alternativa correta para o destino desse óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC) é a realização de sua logística reversa por meio de seu rerrefino. O estudo do fluxo de logística reversa do OLUC foi realizado na cidade de Poços de Caldas, localizada no sul do estado de Minas Gerais, que apresenta em torno de sessenta e cinco pontos de coleta de óleos lubrificantes usados ou contaminados, em que a maioria do volume coletado é destinado a uma rerrefinadora, na cidade de Piracicaba-SP, onde é realizado seu rerrefino. A análise deste processo apontou uma oportunidade de melhoria que é a mudança do local de realização dos testes de pré-rerrefino, que poderão ser feitos na origem da coleta (Poços de Caldas) e não mais no final (na Rerrefinadora). Identificou-se ainda a possibilidade de uma empresa júnior da Universidade Federal de Alfenas – *campus* Poços de Caldas realizar os testes necessários para aptidão do OLUC ao rerrefino. Tal proposta, significa um ganho para todas as partes da cadeia do produto: produtores, consumidores, coletores, rerrefinadores, comunidade acadêmica, e é claro, o meio ambiente.

Palavras-chave: Logística reversa. Óleos lubrificantes usados ou contaminados. Rerrefino. Empresa Júnior.

PROPOSAL FOR IMPROVEMENT IN THE REVERSE LOGISTICS PROCESS OF LUBRICATING OILS USED OR CONTAMINATED

Abstract: Any finished product generates some type of residue at the end of its useful life. Currently, a product of extensive application and that generates a residue with a very high polluting potential is lubricating oil. The correct alternative for the destination of this used or contaminated lubricating oil (OLUC) is to carry out its reverse logistics through its re-refining. The study of OLUC's reverse logistics flow was carried out in the city of Poços de Caldas, located in the south of the state of Minas de Gerais, which has around sixty-five collection points for used or contaminated lubricating oils, in which the majority of the collected OLUC is destined to a refiner, in the city of Piracicaba-SP, where

it is re-refined. The analysis of this process pointed to an opportunity for improvement, which is to change the place of the pre-refining tests, which could be done at the origin of the collect (in Poços de Caldas) and no longer at the end (at the re-refiner). It was also identified the possibility of a junior company from the Federal University of Alfenas - Poços de Caldas campus to carry out the tests necessary for OLUC's ability to re-refining. Such a proposal means a gain for all parts of the product chain: producers, consumers, collectors, re-refiners, the academic community, and of course, the environment.

Keywords: Reverse logistic. Used or contaminated lubricating oils. Re-refine. Junior company.

PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE LOGÍSTICA INVERSA DE ACEITES LUBRICANTES USADOS O CONTAMINADOS

Resumen: *Cualquier producto terminado genera algún tipo de residuo al final de su vida útil. Actualmente, un producto con una amplia aplicación y que genera un desperdicio con un alto potencial de contaminación es el aceite lubricante. La alternativa correcta para el destino de este aceite lubricante usado o contaminado (OLUC) es llevar a cabo su logística inversa a través de su refinación. El estudio del flujo logístico inverso de OLUC se llevó a cabo en la ciudad de Poços de Caldas, ubicada en el sur del estado de Minas de Gerais, que cuenta con alrededor de sesenta y cinco puntos de recolección de aceites lubricantes usados o contaminados, en los cuales la mayoría del volumen recolectado se destina a un refinador, en la ciudad de Piracicaba-SP, donde se refina. El análisis de este proceso apuntó a una oportunidad de mejora, que consiste en cambiar la ubicación de las pre-pruebas pre-refino, que se puede hacer en el origen de la recogida (Poços de Caldas) y no más al final (en la Rerrefinadora). También se identificó la posibilidad de que una empresa junior de la Universidad Federal de Alfenas - campus de Poços de Caldas realice las pre-pruebas necesarias para la capacidad de OLUC de refinar. Dicha propuesta significa una ganancia para todas las partes de la cadena de productos: productores, consumidores, recolectores, refinadores, la comunidad académica y, por supuesto, el medio ambiente.*

Palabras clave: *Logística inversa. Aceites lubricantes usados o contaminados. Re-Refinamiento. Empresa junior.*

1. INTRODUÇÃO

Vivemos em uma época em que todos os atores das cadeias produtiva e consumista de um determinado produto se preocupam com o destino do mesmo, e com os óleos lubrificantes não é diferente.

Automóveis, ônibus, caminhões, barcos, trens, entre outros tipos de meios de transportes; todos têm algo em comum: dependem da lubrificação, principalmente na parte dos motores, para o perfeito funcionamento. Os responsáveis por essa função são os óleos lubrificantes (COMPER; SOUZA; CHAVES, 2016; BOADU *et al.*, 2019; MACHADO; FERES; GONÇALVES, 2019).

Certamente muitos motoristas brasileiros, já levaram seus veículos a um posto de combustíveis, concessionárias ou em oficinas mecânicas para fazer a troca do óleo lubrificante.

A coleta de óleos lubrificantes usados ou contaminados (OLUC) demanda grande cuidado, uma vez que esse produto é extremamente poluidor devido sua composição

química. Todo estabelecimento que realiza este tipo de serviço, necessita estar adequado às leis que regulamentam o manuseio e a armazenagem destes produtos (SCHUELTER; FERNANDES; TAGLIALENHA, 2016).

No Brasil, os OLUCs, não podem ser depositados em qualquer lugar, tendo assim, uma única destinação legalmente adequada: o rerrefino (COMPER; SOUZA; CHAVES, 2016). O OLUC deve ser encaminhado para o rerrefino por meio de coletores credenciados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

O rerrefino é a reintegração das propriedades iniciais dos óleos lubrificantes, podendo recuperar entre 80% e 85% de óleo básico e servir de matéria-prima novamente para produtos novos (BOADU *et al.*, 2019; BHONGADE; PATIL; BHARGAVA, 2019). Porém, para que esse processo seja feito, é necessário a implementação da logística reversa.

A logística reversa é um importante instrumento para gerenciar resíduos perigosos, de maneira a propiciar a reutilização de seus componentes ou uma destinação apropriada (COMPER; SOUZA; CHAVES, 2016; MACHADO; FERES; GONÇALVES, 2019; BANIHASHEMI; FEI; CHEN, 2019). Sua aplicação é regulamentada pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) que define que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de resíduos e embalagens, são obrigados construir e efetivar sistemas de logística reversa (BRASIL, 2010; 2017; ANDRADE *et al.*, 2018).

Neste contexto, analisar a logística reversa de óleos lubrificantes usados ou contaminados é importante para que se avalie sua destinação final e, desta forma, evitar desperdícios, como custos de transporte, de armazenagem, bem como eliminar ou diminuir os riscos ambientais causados por esse produto (SCHUELTER; FERNANDES; TAGLIALENHA, 2016; ANDRADE *et al.*, 2018).

Assim, esse trabalho teve como objetivo geral avaliar o processo de logística reversa dos óleos lubrificantes usados ou contaminados no município de Poços de Caldas-MG. Durante a análise foi identificada uma possibilidade de melhoria deste processo por meio da realização dos testes de pré-rerrefino do OLUC na origem de sua coleta, e não em seu destino final. A proposta em estudo é que estes testes possam ser realizados pela empresa júnior vinculada da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) – *campus* Poços de Caldas.

O presente trabalho está dividido nas seguintes seções além da introdução: na seção 2 são apresentados os referenciais teóricos aplicáveis ao tema em estudo, na seção 3 é abordada a metodologia de pesquisa utilizada no trabalho, a seção 4 tem como finalidade apresentar os resultados e discussões do tema estudado e, por fim, na seção 5 são apresentadas as conclusões deste trabalho e as propostas de futuros trabalhos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são apresentados os referenciais teóricos (óleo lubrificante usado e contaminado (OLUC), logística reversa, processo de rerrefino e empresa júnior) que são relevantes para o contexto deste estudo.

2.1. Óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC)

Ao longo da utilização dos óleos lubrificantes, diversos fatores podem influenciar a alteração da sua viscosidade e da sua eficiência, perdendo assim suas propriedades iniciais. Quando isso ocorre, o óleo precisa ser trocado por um novo. O óleo que é extraído do motor ou qualquer outro equipamento, é chamado de óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC), popularmente conhecido como “óleo queimado”.

Por conter inúmeros elementos tóxicos (como chumbo, cromo, cádmio e arsênio), provenientes da fórmula original e oriundos do próprio motor ou equipamento, o óleo lubrificante usado ou contaminado é considerado um resíduo altamente perigoso, tanto por fazer mal à saúde humana quanto por trazer riscos ao meio ambiente (DEMAJOROVIC; SENCOVICI, 2015; PINHEIRO *et al.*, 2017; BOADU *et al.*, 2019; MACHADO; FERES; GONÇALVES, 2019).

Os autores Muniz e Braga (2015), Demajorovic e Sencovici (2015), Machado, Feres e Gonçalves (2019) exemplificam alguns danos ambientais relevantes no solo, na água e no ar em decorrência da destinação irregular do OLUC:

- **solo:** como o OLUC não é biodegradável, ele leva dezenas de anos para dissipar-se no meio ambiente. Quando é destinado ilegalmente ao solo, destrói a vegetação e os microrganismos, causando a infertilidade da área, além disso, o OLUC pode chegar aos lençóis freáticos, contaminando assim os reservatórios subterrâneos;
- **água:** apenas um litro de OLUC pode contaminar um milhão de litros de água;
- **ar:** a queima ilegal do OLUC gera gases tóxicos e pode provocar doenças graves e agravar o efeito estufa. É também gerado uma grande quantidade de particulados (fuligem), produzindo precipitação de partículas que aderem na pele e penetram no sistema respiratório.

Mesmo sendo resíduo, o OLUC não pode ser descartado em qualquer lugar. No Brasil, a Resolução nº 362/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final do OLUC. A prática tecnicamente

recomendada para evitar a contaminação ambiental é o envio do OLUC para reciclagem e recuperação de seus componentes úteis por meio de um processo industrial conhecido como rerrefino (BRASIL, 2005; DEMAJOROVIC; SENCOVICI, 2015; ANP, 2017; MACHADO; FERES; GONÇALVES, 2019).

2.2. Logística Reversa

A logística direta ou tradicional é responsável por comprar, armazenar e distribuir materiais e produtos acabados em toda linha de produção, em um menor custo possível e a um prazo necessário, incluindo também todas as formas de movimentação de produtos e informações (MUNIZ; BRAGA, 2015; MACHADO; FERES; GONÇALVES, 2019).

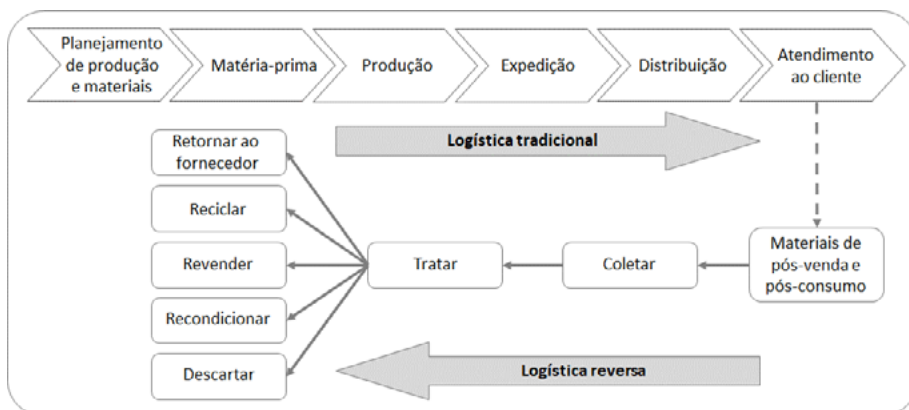
Já a logística reversa envolve todas as operações relacionadas à reutilização de produtos e materiais, desde o consumidor final até o fornecedor, na busca de uma re-integração destes a processos produtivos sustentáveis a fim de recuperar valor ou fazer uma apropriada disposição ambiental (MACHADO; FERES; GONÇALVES, 2019; BANIHASHEMI; FEI; CHEN, 2019).

De acordo com a PNRS, a logística reversa é:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010, p. 1).

A Figura 1 faz uma comparação entre os fluxos logísticos tradicional e reverso.

Figura 1 – Ciclo logístico tradicional X ciclo logístico reverso



Fonte: Adaptado pelos autores de STOCHER *et al.* (2019).

A logística reversa do OLUC é um importante instrumento de desenvolvimento econômico para o país, pois dessa maneira, é possível retornar com o lubrificante pós-consumo ao início da cadeia produtiva, por meio do processo de rerrefino.

A PNRS dá ênfase em especial à responsabilidade compartilhada dos atores envolvidos no ciclo do OLUC. São cinco categorias de atores que participam desde a coleta até a destinação adequada do OLUC: Produtores e Importadores, Revendedores, Geradores, Coletores e Rerrefinadores (BRASIL, 2010).

Os produtores e importadores são obrigados a coletar todo o OLUC ou garantir o custeio de toda a coleta de OLUC efetivamente realizada, na proporção do óleo que colocarem no mercado (ANP, 2017). Para o cumprimento dessa obrigação, os produtores e importadores podem se autorizar junto à ANP como coletores ou, podem oficializar um contrato de coleta junto a um coletor autorizado. O coletor, por sua vez, deve coletar o OLUC disponível junto aos geradores e revendedores e destinar esse OLUC a uma rerrefinadora (ANP, 2017).

A Portaria Interministerial do Ministério das Minas e Energia (MME) e Ministério do Meio Ambiente (MMA) nº 475/2019 define os percentuais mínimos de coleta de OLUC a ser coletado, sob responsabilidade de cada produtor/importador, para os anos 2020 a 2023 (BRASIL, 2019). Essas metas deverão ser calculadas de acordo com a participação no mercado de óleo lubrificante acabado de cada produtor e importador, correspondentes, no mínimo, aos percentuais estabelecidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Metas de coleta de OLUC para o quadriênio 2020-2023

Ano	Regiões					Brasil
	Nordeste	Norte	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	
2020	37,0%	37,0%	38,0%	45,0%	42,0%	42,0%
2021	38,0%	38,0%	39,0%	48,0%	45,0%	44,0%
2022	39,0%	39,0%	39,0%	50,0%	48,0%	45,5%
2023	40,0%	40,0%	40,0%	52,0%	50,0%	47,5%

Fonte: BRASIL (2019).

No Quadro 1 estão exemplificadas algumas das obrigações dos atores envolvidos no processo de coleta e destinação do OLUC.

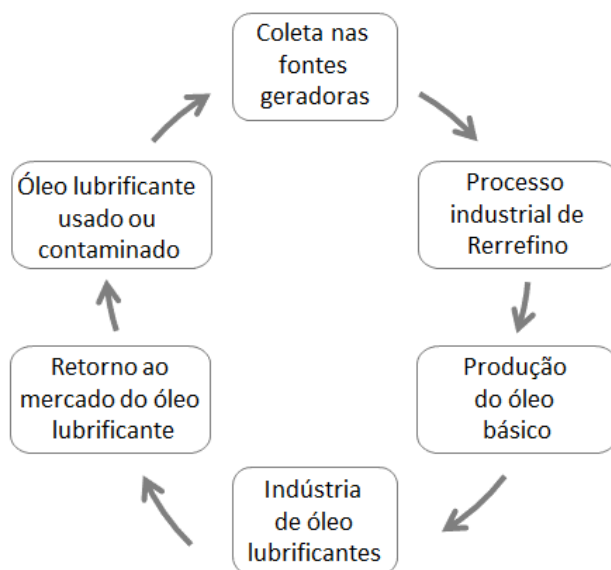
Quadro 1 – Atores envolvidos no processo de coleta e destinação do OLUC

Categoria	Descrição	Principais obrigações
Produtor	Pessoa jurídica responsável pela produção de óleo lubrificante acabado em instalação própria ou de terceiros, devidamente licenciada pelo órgão ambiental competente, e autorizada para o exercício da atividade pelo órgão regulador da indústria do petróleo	Mensalmente, garantir a coleta do OLUC, no volume mínimo fixado pelos Ministérios do Meio Ambiente e de Minas e Energia; Prestar informações em relação à produção de óleo lubrificante e geração, coleta e destinação dos OLUCs;
Importador	Pessoa jurídica que realiza a importação do óleo lubrificante acabado, devidamente autorizada para o exercício da atividade	Receber os OLUCs não recicláveis proveniente dos geradores e destiná-los por um local de tratamento (aprovado pelo órgão ambiental competente).
Revendedores	Pessoa jurídica que comercializa óleo lubrificante acabado no atacado e no varejo tais como: postos de serviço, oficinas, supermercados, lojas de autopeças, atacadistas, etc.	Receber dos geradores o OLUC; Disponibilizar instalações adequadas devidamente licenciadas pelo órgão ambiental competente para a substituição do OLUC e seu recolhimento de forma segura, em lugar acessível à coleta, em recipientes adequados e resistentes a vazamentos, de modo a não contaminar o meio ambiente.
Geradores	Pessoa física ou jurídica que, em decorrência de sua atividade, gera óleo lubrificante usado ou contaminado	Recolher os OLUC's de forma segura, em lugar acessível à coleta, em recipientes adequados e resistentes a vazamentos, de modo a não contaminar o meio ambiente.
Coletores	Pessoa jurídica devidamente autorizada pelo órgão regulador da indústria do petróleo e licenciada pelo órgão ambiental competente para realizar atividade de coleta de OLUC	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 OLUC que coletar.
Rerrefinadores	Pessoa jurídica, responsável pela atividade de rerrefino, devidamente autorizada pelo órgão regulador da indústria do petróleo para a atividade de rerrefino e licenciada pelo órgão ambiental competente	Receber todo o OLUC exclusivamente do coletor, emitindo o respectivo Certificado de Recebimento

Fonte: Adaptado pelos autores de BRASIL (2005, 2010).

A Figura 2 ilustra o ciclo de vida sustentável do OLUC e seus principais atores.

Figura 2 – Ciclo de vida do OLUC



Fonte: Adaptado pelos autores de SINDIRREFINO (2019).

A responsabilidade compartilhada é o conjunto de atributos que os atores diretos e os administradores públicos devem realizar, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como reduzir os impactos gerados à saúde humana e à qualidade ambiental provenientes do ciclo de vida do OLUC (BRASIL, 2010).

2.3. Rerrefino

O rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC) é um processo industrial de remoção de contaminantes e de aditivos que transforma o óleo usado em óleo básico novamente (BRASIL, 2009; DEMAJOROVIC; SENCOVICI, 2015; BHONGADE; PATIL; BHARGAVA, 2019).

O rerrefino ‘fecha’ o ciclo de vida do OLUC e, além de evitar que este resíduo perigoso seja descartado no meio ambiente, ele proporciona dois importantes resultados: preservação dos recursos naturais e reabastecimento do mercado de óleos básicos. O rerrefino é o método ambientalmente mais seguro para a reciclagem do OLUC, e, portanto, a melhor alternativa de gestão ambiental desse tipo de resíduo (BRASIL, 2009).

Embora cada uma das rerrefinadoras possam ter diferentes tecnologias, o processo de rerrefino do OLUC é basicamente o mesmo para todas elas e é constituído de

sete etapas: Desidratação, Craqueamento, Resfriamento, Sulfonação, Decantação, Clarificação e Filtração (SINDIRREFINO, 2019).

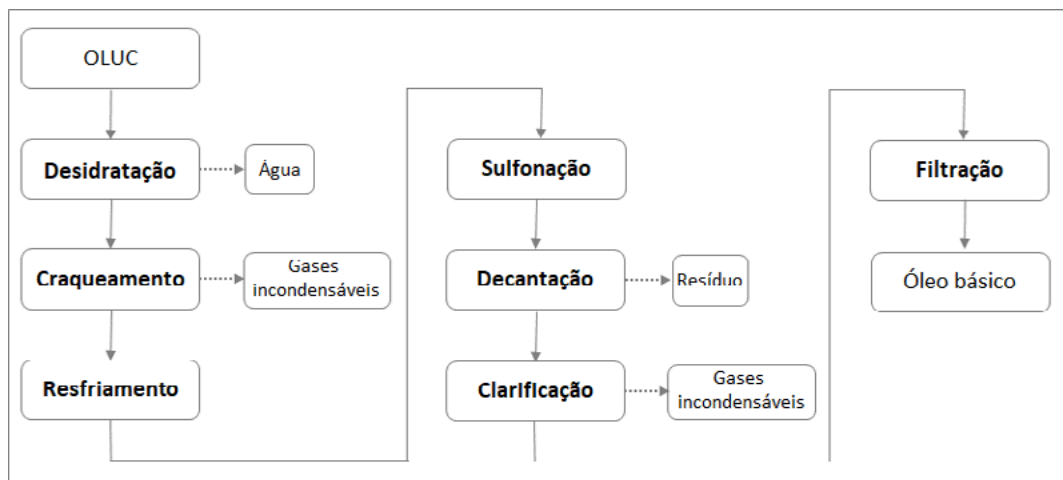
A primeira etapa é a Desidratação, que consiste na retirada de toda a umidade do material. Logo em seguida é feito o Craqueamento, no qual o material é submetido a temperaturas elevadas (340°C), para que sejam destruídos os aditivos e todas as substâncias sintéticas provenientes do desgaste do óleo lubrificante.

Após o Craqueamento, o material, passa por um trocador de calor para se resfriar. Ao término do Resfriamento, o material segue para a Sulfonação, onde recebe um banho de ácido sulfúrico, para que sejam retirados alguns componentes oxidados, ainda remanescentes após o Craqueamento. Após a Sulfonação, o material é bombeado para um decantador, onde ocorre a Decantação; que é um processo que leva algumas horas, no qual todas as impurezas que foram craqueadas na primeira fase, se decantam.

A próxima etapa é a Clarificação, onde a temperatura volta a aumentar e ao mesmo tempo o material recebe vácuo e vapor, para que além de retirar o restante das impurezas, também retire os materiais leves (combustíveis que se misturam dentro do motor automotivo) e a acidez do material. Após a Clarificação, o material segue para a última etapa: a Filtração.

Na Filtração, o material de interesse é filtrado por filtros prensa, para separar o óleo de outros resíduos. Após essa última etapa, o óleo mineral acabado é armazenado em tanques e estão prontos para serem transportados às fábricas de lubrificantes. A Figura 3 apresenta de forma esquemática todo o processo de rerrefino de OLUC.

Figura 3 – Fluxograma do processo de rerrefino do OLUC



Fonte: Adaptado pelos autores de SINDIRREFINO (2019).

Conforme previsto na Resolução nº 19/2009 da ANP, a atividade econômica de reciclagem do OLUC (Rerrefino) é considerada uma atividade de utilidade pública. O exercício dessa atividade depende de uma autorização expedida pelo órgão regulador da indústria do petróleo, desde que atendidos os requisitos legais previstos na referida Resolução (BRASIL, 2009).

O óleo lubrificante quando recuperado de forma adequada é capaz de atingir percentuais consideráveis de óleo básico reciclado, o que garante pontos vantajosos para economia do país, e principalmente, para o setor ambiental. Países como o Brasil podem tirar proveito dessa situação, uma vez que este é um ciclo que pode se repetir diversas vezes, poupando os gastos com importação de óleos básicos para produção de óleos acabados (COMPER; SOUZA; CHAVES, 2016). Ou seja, o aproveitamento de OLUC é fator de economia de divisas para o país e contribui para a proteção do meio ambiente e maximização dos recursos naturais, assim como para a garantia do abastecimento nacional dos derivados do petróleo (BRASIL, 2009).

2.4. Empresa Júnior da UNIFAL

De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), uma empresa júnior é caracterizada como:

Uma associação civil sem fins lucrativos, formada e gerida por alunos de um curso superior, que tem como objetivos: fomentar o aprendizado prático do universitário em sua área de atuação; aproximar o mercado de trabalho das academias e os próprios acadêmicos; elaborar projetos de consultoria na área de formação dos alunos, entre outros (SEBRAE, 2019, p.1).

A Saber Engenharia Jr., empresa júnior da UNIFAL *campus* Poços de Caldas, foi criada em 25 de junho de 2015 e tem a capacidade de contemplar as diversas áreas das Engenharias, sendo capaz de desenvolver projetos conceituais, estudos de viabilidade, projetos básicos e executivos para as Engenharias de Minas, Química e Ambiental.

Um dos principais objetivos é de adquirir habilidades além da sala de aula como, o trabalho em equipe, técnicas de liderança, experiência em gerenciamento, administração, lidar com finanças e interações relacionadas ao mercado de trabalho.

Com a qualificação multidisciplinar e a vocação interdisciplinar do corpo docente da UNIFAL a Saber Engenharia Jr. se insere no mercado como uma empresa ideal e apta a prestar serviços de consultoria especializada (ARAÚJO, 2015).

3. METODOLOGIA

Esta seção apresenta a metodologia que foi desenvolvida neste estudo.

3.1. Classificação da pesquisa

De acordo com Gil (2017), a classificação da pesquisa pode ser realizada sob vários aspectos: natureza, objetivos, a abordagem do problema e procedimentos técnicos.

Particularmente este trabalho, do ponto de vista de sua natureza, foi classificado como uma pesquisa aplicada pois tem a finalidade prática de estudar a logística reversa do OLUC e propor melhorias para os problemas encontrados.

Do ponto de vista de seus objetivos, este estudo foi classificado como uma pesquisa exploratória e descritiva uma vez que, ele busca um maior conhecimento do tema escolhido por meio da análise, compreensão e descrição da logística reversa do OLUC, e assim, identificar possibilidades de melhoria no processo.

Quanto à forma de abordagem do problema o presente estudo é considerado uma pesquisa qualitativa pois sua ênfase está na interpretação dos processos e nos seus significados com o intuito de chegar a uma conclusão.

Já os procedimentos técnicos utilizados neste estudo foram a pesquisa bibliografia, visita técnica e entrevistas.

3.2. Procedimentos técnicos

Na primeira etapa deste estudo foi realizada uma revisão bibliográfica a respeito do tema de logística reversa de óleos lubrificantes usados ou contaminados abrangendo não somente trabalhos técnicos, mas também a legislação em vigor. Buscou-se artigos acadêmicos recentes e publicados em periódicos nacionais e internacionais demonstrando assim a relevância e a contemporaneidade do assunto.

Na segunda etapa deste trabalho foi realizada uma visita técnica à empresa Lubrasil Lubrificantes, no município de Piracicaba, estado de São Paulo. Durante a visita foi possível compreender todo processo de logística reversa do OLUC: coleta, transporte, testes e rerrefino. Foi também realizada uma entrevista com o responsável pela Gestão de Produção e Aspectos Ambientais da empresa, que, além de esclarecer dúvidas sobre o processo de logística reversa do OLUC permitiu identificar as oportunidades de melhoria neste processo, e assim justificar o propósito desse estudo.

Como última etapa do trabalho, foi estudado junto à empresa Júnior Saber Engenharia Jr. e à Universidade Federal de Alfenas – *campus* Poços de Caldas, a viabilidade

técnica e operacional para a realização dos testes de pré-errefino do OLUC coletado no município de Poços de Caldas-MG nos laboratórios da Universidade.

Foram realizadas reuniões com os membros da empresa júnior a fim de levantar dados quanto à capacidade de atender à demanda de testes, e assim, ter um posicionamento sobre a possibilidade de se fazer propostas aos coletores de OLUC do município de Poços de Caldas-MG.

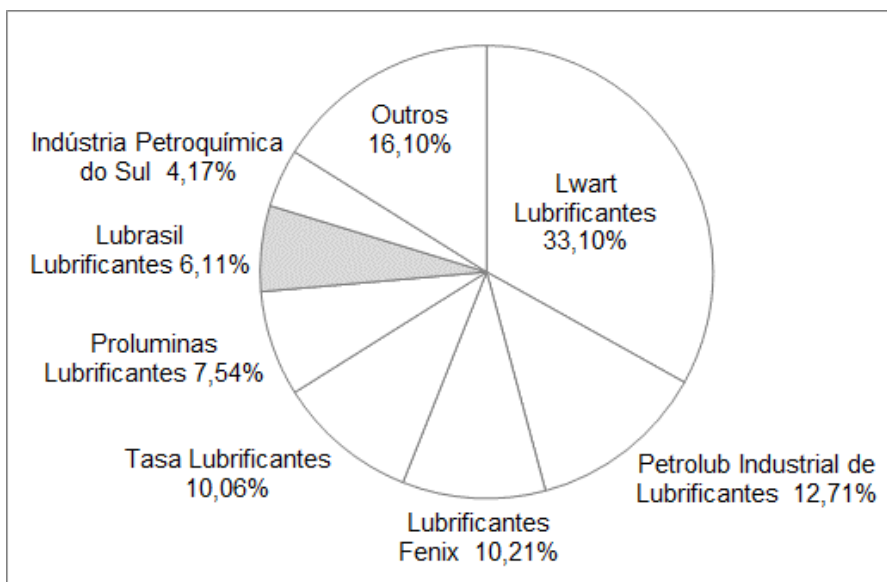
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para uma melhor compreensão, as informações desta seção foram separadas em duas subseções.

4.1. A Rerrefinadora e o processo de rerrefino de OLUC

A Lubrasil Lubrificantes, localizada em Piracicaba-SP é a empresa encarregada de fazer a maior parte da coleta e do rerrefino de OLUC do município de Poços de Caldas-MG. De acordo com a ANP (2019), a contribuição da Lubrasil Lubrificantes corresponde, aproximadamente, a 6,11% de todo volume coletado no Brasil, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 – Market-Share nacional dos coletores de óleo lubrificante usado ou contaminado



Fonte: Adaptado pelos autores de ANP (2019).

Na visita técnica foi possível levantar dados sobre o processo de logística reversa de OLUC do município de Poços de Caldas-MG. O OLUC na cidade é coletado em sessenta e cinco postos de coleta e/ou fontes geradoras (como oficinas mecânicas, troca de óleos, postos de combustíveis, etc.) e o volume coletado é transportado por caminhões com capacidade de 5.000 litros a 10.000 litros, normalmente, uma vez por semana.

De acordo com a empresa, o volume mensal transportado de OLUC de Poços de Caldas-MG para Piracicaba-SP, é de 23.060 litros, totalizando, em média, 55 caminhões (de 5.000 litros) por ano.

A coleta inicia-se quando as fontes geradoras de óleo lubrificante entram em contato com a empresa para fazer a coleta de OLUC. Posteriormente, antes de carregar os caminhões de coleta os coletores fazem uma “verificação” a olho nu, para identificar se há uma grande quantidade de água ou se a amostra tem uma cor diferente do habitual do OLUC.

Entretanto essas “verificações” não são totalmente precisas, e por isso, quando os caminhões carregados de OLUC chegam às rerrefinadoras, estas fazem uma análise mais precisa da amostra do OLUC, para verificar a quantidade de água, óleo vegetal ou se apresenta algum tipo de contaminante.

Durante a visita técnica pode-se evidenciar que as análises das amostras do OLUC transportado nos caminhões são fundamentais para verificar a “qualidade” do OLUC recebido antes de iniciar o seu processo de reciclagem.

Caso as quantidades de contaminantes presentes nas amostras ultrapassem os valores determinados pela rerrefinadora, o OLUC é reprovado e transportado de volta à sua origem, ou seja, é devolvido aos coletores.

Caso o lote de OLUC seja aprovado, o mesmo é armazenado em tanques conforme mostrado na Figura 5 para posterior utilização no processo de rerrefino.

Figura 5 – Tanques de armazenamento do OLUC aprovado para rerrefino



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

As análises de pré-errefino das amostras consistem em três testes: Teste de Pingo, Teste de Saponificação e o Teste de Determinação do Teor de Água; e a quantidade de amostra recolhida de cada caminhão necessária para se fazer estas análises é de 500 ml.

O Teste de Pingo é feito através da pipetagem de uma gota da amostra de OLUC em uma folha sulfite. A cor dessa gota é comparada a olho nu com uma tabela de parâmetros definida para esse tipo de teste e, assim determinar se a amostra é “boa” ou “ruim”. Caso o resultado seja considerado “ruim” o lote é rejeitado. A Figura 6, apresenta um exemplo do Teste de Pingo realizado pela Lubrasil Lubrificantes.

Figura 6 – Teste de Pingo do OLUC



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

O Teste de Saponificação é realizado por meio do aquecimento da amostra de OLUC dentro de um béquer, por um bico de Bunsen. Esse teste serve para verificar a presença de óleo vegetal na amostra recebida que é confirmada quando se forma uma crosta amarela nas paredes internas do béquer.

A presença de óleo vegetal no processo de rerrefino é indesejada, pois acarreta na saponificação em uma das etapas do processo. Desta forma, caso o resultado deste teste seja positivo o lote é totalmente reprovado, não seguindo para o processo de rerrefino. A Figura 7 ilustra o Teste de Saponificação na empresa Lubrasil Lubrificantes.

Figura 7 – Teste de saponificação do OLUC



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

E na última etapa de análises, realiza-se o Teste de Determinação do Teor de Água, consistindo em um processo que utiliza o equipamento Soxhlet e tolueno como solvente, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 – Teste de determinação do teor de água do OLUC



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Este teste tem como objetivo identificar o teor de água presente na amostra do OLUC. Se a amostra tiver mais de 10% de água, o processo de reciclagem do OLUC torna-se inviável devido a alteração de temperatura em um dos processos de rerrefino. Desta forma, o lote deverá ser rejeitado.

De acordo com a empresa, o percentual de reprovação dos caminhões pode chegar até 10% do total, ou seja, em média, seis caminhões de 5.000 litros de OLUC são reprovados anualmente. Isso acarreta na devolução do OLUC contido no caminhão, ocasionando assim, novos custos logísticos, perda de tempo e, principalmente riscos ambientais mediante um possível acidente no retorno deste caminhão aos coletores.

Com base nesses dados, torna-se bastante viável e de interesse de toda a cadeia de logística reversa de OLUC que os testes de pré-rerrefino sejam realizados na origem da coleta, o que evitaria o transporte desnecessário de um volume que não estaria apto para o processo de rerrefino. Mais especificamente, o que está sendo proposto é que tais análises sejam realizadas não no final do processo logístico em Piracicaba-SP, mas sim na origem de coleta do OLUC, ou seja, na cidade de Poços de Caldas-MG pela empresa júnior da UNIFAL.

De acordo com a Lubrasil Lubrificantes, o custo para a realização dos três testes de pre-rerrefino é de aproximadamente R\$5,00. Desta forma, a estimativa de receita anual para a empresa júnior seria de aproximadamente R\$275,00 (equivalente aos 55 caminhões). Porém, o ganho é bem maior, pois é necessário adicionar a economia do transporte (ida e volta) dos caminhões que tiveram o OLUC rejeitado para o rerrefino. Ainda segundo a Lubrasil Lubrificantes, o custo do transporte é de aproximadamente R\$600,00 por caminhão, sem contar o desgaste dos veículos. Assim, a previsão de ganho anual seria em torno de R\$3.000,00 considerando cinco caminhões rejeitados.

Além disso, sem a circulação desnecessária dos caminhões rejeitados, são evitados potenciais acidentes que acarretariam em grandes impactos ambientais.

4.2. Viabilidade dos testes na empresa júnior

A partir de reuniões com os integrantes da empresa júnior Saber Engenharia Jr. foi levantada a possibilidade dos testes de pré-rerrefino do OLUC serem realizados com mão de obra da empresa júnior nos laboratórios da Universidade Federal de Alfenas – *campus* Poços de Caldas.

Do ponto de vista técnico, foi identificado que os laboratórios possuem todos os recursos e equipamentos necessários para a realização dos três testes (Teste de Pingo, Teste de Saponificação e o Teste de Determinação do Teor de Água), restando apenas descrever os respectivos protocolos de realização dos testes para padronização.

Do ponto de vista operacional, foi confirmado a viabilidade da empresa júnior prestar este tipo de serviço, uma vez que, ela já atua em algo semelhante como na análise de resíduos oriundos de postos de combustíveis e oficinas mecânicas em Poços de Caldas-MG. Nesse aspecto, seria necessária a definição dos responsáveis pela emissão dos laudos referentes a cada um dos testes.

Outro ponto favorável é que esta nova possibilidade de prestação de serviço poderia aumentar os recursos para investimento na estrutura da própria empresa júnior, além de desenvolver e capacitar os seus membros para futuras oportunidades profissionais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta seção são apresentadas as considerações finais sobre o estudo realizado, e também propostas para futuros trabalhos.

5.1. Conclusões gerais

O presente trabalho apresenta uma abordagem extremamente importante e atual a respeito do destino após uso primário de um produto com grande potencial poluidor: o óleo lubrificante. Este estudo enriquece a literatura acerca do tema logística reversa, que adquire cada vez mais espaço no cenário nacional e mundial.

Após a análise dos dados levantados *in loco* na empresa Lubrasil Lubrificantes, foi observado uma oportunidade de melhoria no processo de logística reversa dos óleos lubrificantes usados ou contaminados no município de Poços de Caldas-MG que é a realização dos testes de pré-rerrefino na origem da coleta.

A proposta de se fazer tal análise no próprio município onde é coletado o OLUC atua como um plano de contingência efetivo para os casos onde o volume de OLUC a ser rerrefinado não atende às especificações mínimas exigidas para o seu rerrefino. Neste caso, o óleo rejeitado na rerrefinadora será transportado de volta para os coletores. Com os testes pré-rerrefino sendo realizados na origem, esse transporte não será mais necessário. Além disso, a proposta traz consigo uma estimativa de economia financeira dos gastos de transporte dos caminhões rejeitados, e ainda, gera uma fonte de renda para a empresa júnior. Além, é claro, dos potenciais ganhos para o meio ambiente.

A ideia de se fazer tais testes por meio de uma empresa júnior, garante um trabalho de qualidade, realizado por pessoas capacitadas e ainda, promove o desenvolvimento profissional e social dos membros da empresa.

Os pontos mencionados acima justificam a realização do presente trabalho, abrindo um leque de oportunidades a serem exploradas pela Universidade em prol da comunidade e do meio ambiente referente ao assunto de logística reversa de óleos lubrificantes usados ou contaminados.

5.2. Propostas para futuros trabalhos

As recomendações para futuros trabalhos são:

- realizar um estudo detalhado envolvendo os membros da empresa júnior, representantes da empresa de rerrefino e os responsáveis pela coleta de OLUC no município de Poços de Caldas-MG para definição dos padrões a serem seguidos nas análises, relatórios e dos custos associados;
- expansão da proposta de realização dos testes de pré-rerrefino para outros municípios da região com pontos de coleta de OLUC;
- uma análise dos impactos desta proposta na legislação atual.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. T.; AMÂNCIO, M. E.; JESUS, T. L.; REZENDE, R. P.; SOUSA, A. C. D.; MENEZES, F. S. Reverse Logistics in the Disposal of Residual Lubricating Oil. **Theoretical and Applied Engineering**, v. 2, n. 4, p. 1-5, 2018. DOI: <https://doi.org/10.31422/taae.v2i4.14>.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Relatório Individual de Coleta de OLUC**. Superintendência de Abastecimento, jun. 2017. Disponível em: http://www.anp.gov.br/images/DISTRIBUICAO_E_REVENDA/Lubrificantes/Dados_mercado/relatorio_coleta_OLUC1.1.pdf Acesso em: 05 dez. 2019.

ANP. **Boletim de Lubrificantes**. Superintendência de Distribuição e Logística, ano 4, n. 32, set. 2019. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/arquivos/publicacoes/boletins-anp/lubrificantes/n32/2019-09-boletim-lubrificantes.pdf> Acesso em: 06 dez. 2019.

ARAÚJO, A. C. **Campus Poços inaugura a empresa “Saber Engenharia Jr.”**. Assessoria de Comunicação Social da Universidade Federal de Alfenas, jun. 2015. Disponível em: <https://www.unifal-mg.edu.br/comunicacao/campuspocosinauguraempresajr>. Acesso em: 07 dez. 2019.

BANIHASHEMI, T. A.; FEI, J.; CHEN, P. S. Exploring the relationship between reverse logistics and sustainability performance: A literature review. **Modern Supply Chain Research and Applications**, v. 1 n. 1, p. 2-27, may. 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.1108/MS CRA-03-2019-0009>.

BHONGADE, O.; PATIL, K.; BHARGAVA, R. Recent Methods Available for Re-Refining of Lubricating Oil: A Review. **International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology**, v. 7, n. 5, apr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2019.4190>.

BOADU, K. O.; JOEL, O. F.; ESSUMANG, D. K.; EVBUOMWAN, B. O. A Review of Methods for Removal of Contaminants in Used Lubricating Oil. **Chemical Science International Journal**, v. 26, n. 4, p. 1-11, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.9734/CSJI/2019/v26i430101>.

BRASIL. Resolução nº 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**. Brasília, DF, 27 jun. 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=466>. Acesso em: 07 dez. 2019.

BRASIL. Resolução nº 19, de 18 de junho de 2009. Estabelece os requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado. ANP. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 jun. 2009. Disponível em: <http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-%20anp/2009/junho&item=ranp-19--2009>. Acesso em: 07 dez. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 06 dez. 2019.

BRASIL. Decreto nº 9.177, de 23 de novembro de 2017. Regulamenta o art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e complementa os art. 16 e art. 17 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 out. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9177.htm. Acesso em: 06 dez. 2019.

BRASIL. Portaria Interministerial MME/MMA nº 475, de 19 de dezembro de 2019. Estabelece os percentuais mínimos obrigatórios, nacional e regional, de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC). **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 31 dez. 2019. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/20182/0/Portaria+Interministerial+475+Coleta+Oleo+Combust%C3%ADvel.jpg/8ecbbe70-86ef-bf84-3431-ab6f67374fc7?t=1577994007632>. Acesso em: 05 jan. 2020.

COMPER, I. C.; SOUZA, F. O.; CHAVES, G. L. D. Caracterização e Desafios da Logística Reversa de Óleos Lubrificantes. **Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade**, v. 2, n. 1, p.131-155, jun. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18472/ReGIS.v2n1.2016.18431>.

DEMAJOROVIC, J.; SENCOVICI, L. A. Entraves e perspectivas para a logística reversa do óleo lubrificante e suas embalagens. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 2, p. 83-101, mai./ago. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5585/geas.v4i2.167>.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MACHADO, G. C.; FERES, P. P.; GONÇALVES, M. F. S. Reverse logistics: feasibility analysis of the collection and restitution of lubricating oil used or contaminated. **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**, v. 5, n. 17, p. 62-67, mar. 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.5935/2447-0228.20190009>.

MUNIZ, I. C.; BRAGA, R. M. Q. L. O Gerenciamento de Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados e suas Embalagens: Estudo de Caso de uma Empresa de Logística na Região Norte do Brasil. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 10, n. 3, p. 442-457, jan. 2015. DOI: <https://doi.org/10.7177/sg.2015.V10.N3.A8>.

PINHEIRO, C. T.; ASCENSÃO, V. R.; CARDOSO, C. M.; QUINA, M. J.; GANDO-FERREIRA, L. M. An overview of waste lubricant oil management system: Physicochemical characterization contribution for its improvement. **Journal of Cleaner Production**, v. 150, p. 301-308, may. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.024>.

SCHUELTER, L. M.; FERNANDES, C. W. N.; TAGLIALENHA, S. L. S. Óleos Lubrificantes Automotivos Residuais: Um Estudo de Caso em Logística Reversa. **Colloquium Exactarum**, v. 8, n. 2, p. 69-84, 25 abr. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5747/ce.2016.v08.n2.e156>.

SEBRAE. **Empresa Júnior – O que é? E como funciona?** 08 jul. 2019. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/ap/artigos/empresa-junior-o-que-e-e-como-funciona,e3a048ae422fe510VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 07 dez. 2019.

SINDIRREFINO. Sindicato Nacional da Indústria do Refino de Óleos Minerais **Processo Industrial/Refino**, 2019. Disponível em: <https://www.sindirrefino.org.br/refino/processo-industrial>. Acesso em: 04 dez. 2019.

STOCHER, F. M.; SILVA, M. L.; CAPPELLARI, G.; CASSANEGO JÚNIOR, P. V. A. Logística Reversa no Setor Farmacêutico. **Revista Produção Online**, v. 19, n. 3, p. 1069-1093, 2019. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v19i3.3607>.