



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## ESTIMATIVA DOS RESÍDUOS DE ÓLEOS LUBRIFICANTES E DE COMPONENTES DE FILTROS LUBRIFICANTES DA FROTA DE VEÍCULOS GOIANA E BRASILEIRA

Antonio Pasqualetto<sup>1</sup>; Ricardo Luiz Machado<sup>2</sup>; Juarez de Morais<sup>3</sup>

### RESUMO

O setor automotivo é importante no desenvolvimento econômico do país, com geração de empregos e renda na produção, distribuição, manutenção e destinação final. Entretanto, o segmento é responsável pela geração de resíduos de várias naturezas e que por força de leis de proteção ambiental devem ser destinados adequadamente. Neste sentido, investigaram-se materiais contaminados por hidrocarbonetos no setor automotivo, especificamente o óleo residual resultante das trocas de três marcas: Fiat (4422 veículos), Honda (4246 veículos) e Iveco (952 veículos) e os componentes de filtros lubrificantes de 981 veículos destas marcas localizadas no Estado de Goiás entre 2014 e 2015. As variáveis analisadas foram: óleo lubrificante novo utilizado nos veículos e óleo usado residual, o tamanho da frota de veículos nacionais e goiana, quantificação dos resíduos componentes do filtro lubrificante, com estimativas para Brasil e Goiás. Os resultados evidenciaram que o montante de óleo usado e contaminado pela frota veicular é elevado e requer destinação adequada por meio de logística reversa em atendimento à política nacional de resíduos sólidos, dado os riscos que oferece. Os volumes reciclados estão dentro da meta brasileira de 38,9% do óleo comercializado em 2016. Estratégias de novas tecnologias dos componentes veiculares, em especial do filtro de óleo devem ser objeto de pesquisas para mitigar os impactos do setor. Goiás pode e deve contribuir com o Brasil com políticas e parcerias entre sociedade, setor público e empresas viabilizando a logística reversa do OLUC e componentes do filtro de óleo.

**Palavras-chave:** Filtros lubrificantes; óleo; lubrificante usado e contaminado; sustentabilidade.

### ESTIMATE LUBRICANT OIL WASTE AND FILTERS COMPONENTS OF LUBRICANTS IN GOIANA AND BRAZILIAN VEHICLE FLEET

#### ABSTRACT

The automotive sector is important in the economic development of the country, generating jobs and income in the production, distribution, maintenance and disposal of various products. However, the segment is responsible for the generation of waste of various kinds which under environmental protection laws should be properly disposed. In this sense, this paper investigated materials contaminated by hydrocarbons in the automotive sector, specifically the residual oil resulting from exchanges of three brands: Fiat (4422 vehicles), Honda (4246 vehicles) and Iveco (952 vehicles) and lubricant filters components of 981 vehicles of these brands located in the State of Goiás between 2014 and 2015. The variables analyzed were: new lubricating oil used in vehicles and wasted used oil, the size of the national and local fleet of vehicles, quantification of components of wasted grease filter, with estimates for Brazil and Goiás. The results showed that the amount of used and contaminated oil by the vehicle fleet is high and requires proper disposal through reverse logistics in compliance with the national solid waste policy, given the risks it offers. The recycled volumes are within the Brazilian target of 38.9% of the commercialized oil in 2016. Strategies to envisage new technologies for vehicle components, especially new oil filters that should be the object of research to mitigate the industry's impact. Goiás can and should contribute to Brazil with policies and partnerships between society, public sector and companies enabling the OLUC reverse logistics and oil filter components.

**Keywords:** Lubricants filters; oil; used and contaminated lubricating; sustainability.

<sup>1</sup> Coordenador do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Desenvolvimento e Planejamento Territorial – PUC Goiás e Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG. E-mail: profpasqualetto@gmail.com

<sup>2</sup> Coordenador do Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas – PUC Goiás. E-mail: dricardo@gmail.com

<sup>3</sup> Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas - PUC Goiás. E-mail: juarez.morais@rodandoverde.com.br

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das indústrias com maior potencial poluidor e, ao mesmo tempo, com potencial mitigador de seus impactos, através do reuso, remanufatura e reciclagem dos materiais, peças e componentes dos veículos produzidos é a indústria automotiva (CURY *et al.*, 2008).

No final da década de 1990 cerca de nove milhões de veículos eram descartados anualmente, criando aproximadamente nove milhões de toneladas de resíduos. Como consequência, em 21 de Outubro de 2000, a União Europeia foi pioneira ao aprovar diretriz que responsabilizava os fabricantes de veículos pelos resíduos gerados durante todo seu ciclo de vida, até o momento do descarte. Destacam-se as seguintes cláusulas de responsabilidade dos fabricantes conforme Rogers e Tibben-Lembke (1999):

a) Garantia de que todos os veículos no final do seu ciclo de vida fossem tratados por desmontadoras autorizadas;

b) Restrição do uso de metal pesado nos veículos a partir de 2003;

c) Garantia de que, até 2015, um mínimo de 95% dos veículos sejam reusáveis ou recuperáveis (incluindo a recuperação de energia através da incineração de resíduos).

Dentro dessa orientação para o setor automobilístico o emprego do plástico

como componente na linha de montagem tornou-se uma realidade. O plástico substituiu muitos dos componentes outrora utilizados na produção do automóvel como lã, madeira, marfim, aço, entre outros, devido às suas características de baixo peso, baixo custo, elevadas resistências mecânicas e químicas e ainda por serem 100% recicláveis (ABIPLAST, 2014).

Medina & Gomes (2002) apontam a tendência de que em um futuro próximo os chamados carros verdes sejam produzidos em fábricas verdes, “onde todo o ciclo de produção e de vida do produto é planejado e gerenciado de forma a evitar qualquer impacto ambiental”.

A crescente preocupação do poder público e da sociedade com as questões ambientais tem contribuído para a redução dos impactos de suas atividades, através da elaboração de leis e procedimentos de proteção ambiental, que visam um sistema produtivo que consiga conciliar a produção e garanta o mínimo de respeito à natureza. Nesse sentido, é necessário um sistema produtivo que busque a sustentabilidade, que se ancora em três pilares: respeito ao meio ambiente, respeito às pessoas envolvidas e lucratividade.

A busca por componentes que possibilitassem segurança, *design* e preço baixo levaram a indústria automobilística a empregar materiais que após o seu ciclo de vida não tivessem nenhuma utilidade,

culminando no excesso de materiais descartados em aterros. Entretanto, no início dos anos 90 passou-se a focar na produção de carros “amigos do meio ambiente” com a finalidade de atender as diretrizes do *End-of-Life Vehicle* (ELV) (MAT SAMAN, ZAKUAN & BLOUNT, 2012).

As metas impostas pela ELV preconizavam a utilização de materiais que permitissem a reciclagem ou reuso de 85% até 2006 e de 95% até 2015 (MAT SAMAN, ZAKUAN & BLOUNT, 2012).

Segundo Joshi, Venkatachalam & Jawahir, apud Mat Saman, Zakuan & Blount (2012), o conceito de reciclagem evoluiu, passando do conceito 3 R's (reduzir, reutilizar, reciclar) para o conceito 6 R's (reduzir, remanufaturar, reutilizar, recuperar, reciclar, redesenhar).

Do momento em que o automóvel é concebido, produzido e colocado em uso pelo seu primeiro proprietário até o seu descarte final pelo último proprietário, será gerado um volume elevado de resíduos. Sabe-se que alguns componentes do veículo o acompanharão até o término do seu ciclo de vida. Porém, há componentes que são substituídos periodicamente, em função de sua utilização.

O fabricante do automóvel preconiza substituições periódicas de componentes como filtros, correias, óleos lubrificantes, velas, mangueiras, cabos, fluídos,

pastilhas, lonas de freios, pneus, válvulas, entre outros. Podem-se elencar vários itens de vários subsistemas que formam o veículo, que também requerem trocas periódicas, tais como: direção, suspensão, freios, motorização, câmbio, semiárvores, iluminação, embreagem, forração ou tapeçaria, sistemas elétricos, acessórios e outros. Essas trocas ocorrem em função da quilometragem percorrida, tempo de uso, desgaste natural ou ainda por colisões.

Conforme determina Brasil (2010) sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, a responsabilidade de tratamento de resíduos é compartilhada, ou seja, o fabricante, o distribuidor, o varejista e até mesmo o consumidor são corresponsáveis pela correta destinação dos resíduos gerados após a utilização de quaisquer produtos. Apesar de existir formalmente o dispositivo legal envolvendo todos os entes desde a fabricação até o consumo, apenas o consumidor ou no máximo o varejista é que normalmente tem suportado os custos de destinação.

Conforme CONAMA (2005) na Resolução 362, artigo 2, Inciso V, toda pessoa física ou jurídica, que em decorrência de sua atividade gera óleo lubrificante usado ou contaminado - OLUC é considerado um gerador e, portanto, possuem a responsabilidade (artigo 5º) de recolher e efetuar o armazenamento

temporário dos OLUCs gerados e destinar às empresas coletoras e especializadas no rerrefino, devidamente autorizadas pela Agência Nacional do Petróleo (ANP).

Normalmente, os trabalhos encontrados na literatura sobre o tema dos resíduos de automóveis analisam apenas o OLUC extraído dos veículos automotores, não se envolvendo com estudos referentes à quantidade de OLUC que se acumula no interior dos filtros lubrificantes. Este trabalho contempla a decomposição do filtro lubrificante usado e quantifica por tipo de material existente no seu interior, entre eles o OLUC residual, materiais contaminados e demais materiais recicláveis.

Neste sentido, buscou avaliar o quantitativo dos resíduos automotivos de filtros lubrificantes, incluindo o OLUC residual, produzidos em função da execução das atividades de manutenção mecânica em veículos automotores a partir dos registros de assistências técnicas de concessionária de veículos da marca Fiat, Honda e Iveco, estimando os valores destes resíduos em Goiás e no Brasil, com base na frota veicular.

### 1.1 Quilometragem média percorrida pelos veículos brasileiros

Nos estudos de Ueda e Tomaz (2011) a quilometragem média anual percorrida dos caminhões pesados é de 51.500

km/ano, para os comerciais leves a quilometragem média anual percorrida é de 38.250 km/ano e dos automóveis a quilometragem média anual percorrida é de 20.000 km/ano.

O SINDIREPA-SP (2014) estima a quilometragem média anual percorrida, de acordo com tipo de veículo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Quilometragem média anual percorrida pelos veículos brasileiros.

Segmento	Quilometragem anual (km)
Automóveis	21.600
Comerciais Leves	78.000
Caminhões Urbanos	60.000
Caminhões Rodoviários	240.000
Ônibus Urbanos	150.000
Ônibus Rodoviários	249.600
Micro-Ônibus	132.000

Fonte: SINDIREPA-SP, 2014.

Wills (2008) destaca que a quilometragem média anual varia em função da idade da frota (Tabela 2):

**Tabela 2:** Quilometragem média anual percorrida em função da idade da frota.

Idade da frota (anos)	Quilometragem média anual
Até 1 ano	22.000
2	19.000
3	17.000
4	15.000
5	14.000
6	14.000
7	14.000
8	13.000
9	13.000
10	13.000
11	9.500

Fonte: Mendes, 2004 apud Wills, 2008.

Percebe-se que a quilometragem média se reduz a partir do segundo ano da frota, estabiliza-se entre o quinto e o décimo ano e com mais de onze anos de uso ocorre uma redução mais acentuada.

Os automóveis apresentam uma média de quilômetros percorridos anualmente reduzida em comparação a outros segmentos. Tendo em vista, que a utilização doméstica por significativa parcela dos proprietários de veículos brasileiros ocorre em pequenos trajetos. Entretanto, há utilizações dos automóveis em setores empresariais como representantes, vendedores, taxistas, auto-escolas, entre outros, que percorrem anualmente grandes distâncias.

As diferenças verificadas entre fontes são atribuídas especialmente a amostragem adotada em cada avaliação e a tipificação das categorias utilizadas.

## **1.2 Intervalo de substituições dos materiais pesquisados**

Os fabricantes de automóveis recomendam a troca de óleo lubrificante em duas situações: por tempo ou por quilometragem (CHICONI, 2011). A FIAT (2014) preconiza a troca de óleo a cada 15000 quilômetros percorridos. Entretanto, em condução severa a troca reduz para 7500 quilômetros.

Os veículos movidos ao combustível diesel e produzidos a partir de 2012 saíram

de fábrica com tecnologia de redução de emissões de gases, conforme estabelece a norma Proconve P7 – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, norma similar a Euro 5 (Euro 5: norma europeia de emissão de gases, que tem como meta a redução de 60% das emissões de Óxido de Nitrogênio (NOx) e em até 80% de emissões de material particulado pelos modelos Euro 3). Portanto, utiliza-se de um diesel de melhor qualidade o S10. Como há redução do teor de enxofre no combustível, o intervalo de troca de óleo lubrificante e filtro foram prorrogados. O fabricante de caminhões VOLVO aumentou os intervalos de trocas de óleo de 20.000 km para 40.000 km (GIOPATO, 2011). O manual de uso e manutenção da montadora dos caminhões IVECO modelo TECTOR observa que as trocas de óleo lubrificante devem ocorrer aos 40.000 km ou 600 h de uso (IVECO LATIN AMÉRICA, 2013).

## **1.3 Estimativa da frota**

O Relatório da Frota Circulante, elaborado pelo Sindipeças com dados até 2016, apontou aumento de 0,7% na frota de autoveículos brasileira, em comparação com 2015, registrando 42,9 milhões de unidades circulantes, entre automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus (SINDIPEÇAS, 2017). Diante deste estudo a frota de veículos brasileiros alcançou ao

término de 2016, quase 43 milhões de veículos em circulação (Tabela 3), além de 13.469.778 motocicletas que circulam no país (SINDIPEÇAS, 2016).

**Tabela 1.** Tamanho da frota de veículos brasileiros (unidades) no ano de 2016.

Segmento	Tamanho da frota
Automóveis	35.601.099
Comerciais leves	5.001.828
Caminhões	1.883.864
Ônibus	385.623
Total	42.872.414

Fonte: SINDIPEÇAS, 2016.

#### 1.4 Filtros lubrificantes e OLUC

O filtro lubrificante é um conjunto formado por tampa, caneca, válvulas e juntas de vedação. Tem a função de filtrar as impurezas do óleo, que circula pelo meio filtrante impulsionado pela pressão da bomba de óleo, que é ligada ao movimento de rotação do motor.

O filtro lubrificante após o seu uso terá em seu interior componente impregnados de derivados do petróleo. De acordo com a norma NBR 10.004 (ABNT, 2004) os filtros usados de óleo lubrificante automotivo são classificados na classe I (perigosos), bem como graxa, óleos, tintas ou macacões e toalhas contaminados com óleos lubrificantes. O filtro lubrificante usado é considerado sucata metálica e o destinam a receptores intermediários. No entanto, a membrana filtrante do

componente retém óleo e pode prejudicar o meio ambiente. Existem equipamentos que cortam os filtros e retiram o óleo remanescente. Assim, após a retirada da membrana filtrante e OLUC residual, a carcaça metálica e demais componentes pode ser destinadas a reciclagem e/ou coprocessamento adequados.

O OLUC após passar pelo processo de rerrefino se transforma no óleo lubrificante básico rerrefinado e possui valor de mercado. Entretanto, para que a coleta do OLUC seja possível é necessário que os coletores remunerem os revendedores (postos de gasolina, concessionárias de automotores, oficinas mecânicas etc.), pois somente dessa forma é que haverá segregação sem mistura (água e outros contaminantes). As coletas são efetuadas pelas empresas autorizadas pela Agência Nacional do Petróleo - ANP. Porém, são encontrados números bastante baixos para o recolhimento do OLUC.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Ministério de Minas e Energia (MME) do Brasil estabeleceram ato normativo em conjunto com as metas de recolhimento de OLUC (SINDIRREFINO, 2015). Na Tabela 4 são apresentadas metas de recolhimento de OLUC.

Certamente em função de metas modestas estabelecidas para o recolhimento do OLUC é possível afirmar que haverá destinos diferentes para o

OLUC, além do definido na resolução 362 (CONAMA, 2005) e resolução 450 (CONAMA, 2012) que estabelecem o rerrefino como o único destino adequado. Quaisquer outras aplicações são consideradas impróprias e, portanto, sujeitas às penalidades da Lei 9605/98 (BRASIL, 1998).

**Tabela 4.** A Portaria Interministerial MME/MMA nº 100/2016 define as metas volumétricas mínimas de OLUC a ser coletado, sob responsabilidade de cada produtor/importador, para os anos 2016-2019.

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

Fonte: Brasil 2016 apud ANP, 2016.

A destinação adequada de materiais que oferecem algum tipo de risco ao meio ambiente é abarcada na Política Nacional de Resíduos Sólidos, lei 12305 (BRASIL, 2010) e muitos são os questionamentos sobre onde destinar de forma ambientalmente prevista na legislação, quem deve suportar estes custos e quais os mecanismos para implantação, sobretudo, da especificação de cada resíduo gerado.

Canchumani (2013) descreve o fluxo do óleo lubrificante e do óleo lubrificante usado e contaminado (OLUC), ou seja, da Refinaria ou importador, o óleo vai aos produtores de óleos lubrificantes básicos que entregam os produtos aos revendedores e consumidores. O OLUC

pode ter destinação desconhecida ou retornar para rerrefino.

### 1.5 Resíduos automotivos da troca de óleo do motor

As intervenções mecânicas nos veículos automotores ocorrem pelas manutenções preventivas e corretivas e geralmente se verificam substituições de componentes, que se tornam resíduos específicos. Papa e Riquena (2011) citam:

*“Que os dados das montadoras indicam que o volume de resíduos gerados por um carro no primeiro ano de vida, corresponde a aproximadamente 10,5 litros de óleo, filtros de óleo, combustível e ar, 5 quilos de resíduos como estopa, embalagens, materiais e outros insumos usados em revisões. Segundo a Environmental Protection Agency (EPA), em uma concessionária de grande porte são gerados mais do que 1.000 quilos de resíduos perigosos por mês. Uma concessionária pequena gera entre 100 quilos e 1.000 quilos de resíduos perigosos.”*

Principais resíduos gerados nas vendas de veículos são: filtros e papéis da cabine de pintura, borras de retífica, resíduo e lodo de tinta, solventes e químicos, óleos, graxas e lubrificantes usados, embalagens de óleos e graxas, embalagens de produtos químicos, metais ferrosos, plásticos: polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade (PEABD), polipropileno (PP), resíduo de madeira, tambores metálicos, papéis e papelão, pneus inservíveis, peças e acessórios sucateados, filtros e papéis

com resina, resíduo de varrição não perigoso, papéis e panos contaminados por hidrocarbonetos, EPIs usados, filtro de óleo lubrificante, filtro de combustível, lonas e pastilhas de freio.

O OLUC é um resíduo gerado nas oficinas mecânicas e possui potencial de poluição. Tamada *et al.* (2012) citam que sua toxicidade mesmo após o produto passar por um processo de biodegradação continua extremamente elevada, devido à alta concentração de metais pesados.

De acordo com Ott *et al.* (2012) citando *American Institute Petroleum* (2009), nos EUA mais de duzentos milhões de galões de OLUC são descartados de forma inadequada a cada ano.

Pires e Martinho (2013) abordam 15 possibilidades de destinação do OLUC em Portugal, para avaliar as opções que apresentam melhor índice de redução dos impactos ambientais. Concluem que o rerrefino é a opção preferível dentro de uma hierarquia de destinação.

No Brasil a destinação adequada do OLUC é prevista por um conjunto de normas, leis, resoluções e portarias ministeriais do governo brasileiro, com acompanhamento de grupos de monitoramento permanente, conforme Morais (2015), como:

1. Lei 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos

2. Resoluções do CONAMA 362/2005 e 450/2012

3. Portaria MMA nº 31/2007 – Institui o Grupo de Monitoramento Permanente

4. Portaria Interministerial MMA e MME nº 464/2007 – estabelece diretrizes para o recolhimento, coleta e destinação dos óleos usados e contaminados, determinando percentuais mínimos de coleta, a serem atendidos pelos produtores e importadores de lubrificantes acabados, por região e no Brasil.

No Brasil o único destino para o OLUC é o rerrefino e quaisquer outras aplicações são consideradas ilegais e sujeitas às penalidades previstas na legislação. O descarte dos filtros sem a remoção prévia do óleo contido não só desperdiça recursos preciosos de aço e do volume residual do OLUC, mas também é perigoso para o meio ambiente, devido ao vazamento potencial do óleo contido.

*“Estima-se que aproximadamente 1340 toneladas de OLUC e 1.810 toneladas de aço são descartados todos os anos na Grécia, como resultado da gestão não eficaz de filtros automotivos usados.” (GAIDAJIS et al., 2011, p. 985)*

Hsu e Liu (2011) ponderam que o óleo lubrificante usado não deve ser descartado de forma aleatória, devido à presença de agentes nocivos ao meio ambiente. Entretanto, afirmam que as tecnologias de destinação devem ser comparadas com vistas a uma sugestão ao



governo de Taiwan para que formule políticas de recuperação de lubrificantes.

Kanokkantapong *et al.* (2009) afirmam que o OLUC é um resíduo difícil de se lidar devido a sua toxicidade e que a seleção de tecnologias para sua recuperação deve levar em consideração não somente os aspectos técnicos, mas a questão ambiental. A queima do OLUC como combustível em fornos de cimenteiras possibilitou melhor destinação, tendo em vista que a alta temperatura do forno permitia a combustão completa dos compostos orgânicos do OLUC, enquanto outros contaminantes como metais pesados foram capturados e incorporados à matéria-prima do cimento.

Utsev *et al.* (2013) citam que na Nigéria não existe legislação específica para proibir o descarte inadequado do OLUC e baseado na análise do ponto de fulgor, poder calorífico, viscosidade, metais pesados, teor de enxofre, ponto de inflamação e teor de cinzas do OLUC, o mesmo poderia ser adicionado ao LPFO – *Low Poor Fuel Oil*, no Brasil chamado de BPF (Baixo Ponto de Fluidez, óleo combustível pesado) empregado como óleo combustível nas fábricas de cimento. O volume gerado de OLUC na Nigéria é de 20 m<sup>3</sup> por dia.

A responsabilidade pela gestão dos resíduos no setor automotivo não é apenas do concessionário, a legislação assevera

que o fabricante, distribuidores e até mesmo o consumidor devem destinar adequadamente os resíduos gerados. Entretanto, as montadoras exigem dos revendedores padrões mínimos de atendimento e qualidade de serviço, e recentemente inseriram os padrões ambientais. Normalmente recorrem a institutos independentes para realização de auditorias e diagnósticos, como o Instituto de Qualidade Automotiva (IQA), a ISO 14001, entre outros. A tendência é que se consolide a gestão eficaz no gerenciamento dos resíduos produzidos, com muito mais rigor do que os próprios órgãos ambientais fiscalizadores, tendo em vista os mecanismos existentes de bonificação ao concessionário por cumprimento de metas (índice de qualidade de atendimento, desempenho de vendas, índice de qualidade de serviços) que implicará em maior ou menor taxa de mão de obra por serviços prestados às montadoras em intervenções em garantia, ou *Hold back*, entre outros mecanismos de premiação.

Objetivou-se realizar a estimativa dos resíduos de óleos lubrificantes e de componentes de filtros lubrificantes da frota de veículos goiana e brasileira.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Objetos de estudo e escopo

Uma abordagem combinada (qualitativa e quantitativa) foi utilizada para explicar o relacionamento entre a geração de OLUC e outras formas de resíduos, e o consumo de óleo lubrificante.

A pesquisa foi realizada em Goiânia, no Estado de Goiás, centro-oeste do Brasil. Para viabilizar a abordagem de pesquisa foram selecionadas três concessionárias de veículos automotores, sendo uma de cada marca FIAT, Honda e Iveco.

Observações relativas à geração de OLUC ocorreram em um período de doze meses entre 01 de junho de 2013 e 31 de maio de 2014 a fim de buscar registros que abordam as diversas flutuações de demanda ao longo de um ano de operação nas concessionárias das marcas estudadas.

## 2.2. Etapas da pesquisa

A pesquisa foi conduzida de acordo com os seguintes passos:

a) A coleta de dados relacionados a quantidades de óleo lubrificante novo e filtro de óleo que foram consumidos nos concessionárias de automóveis (que serviram como objetos de pesquisa) a partir de junho 2013 a maio de 2014;

b) Em uma análise preliminar foi determinada a associação entre a entrada de veículos na concessionária (para receberem o Serviço de Manutenção) e o consumo de óleo combustível (em litros);

c) O recolhimento de dados sobre a quantidade de OLUC coletado na concessionária de automóveis no período de análise, através da verificação dos certificados de OLUC existentes;

d) Posteriormente, foi analisada a geração de resíduos em cada filtro lubrificante usado, substituído no serviço de manutenção. Como procedimento operacional padrão preconizado pelas montadoras de automóveis, houve substituição de filtro em cada automóvel que ingressou na concessionária.

e) Realizou-se decomposição dos filtros lubrificantes usados e fez-se análise dos resíduos gerados nas instalações da empresa responsável pela reciclagem de filtros (Equação 1):

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1-p) + e^2 \cdot (N-1)} \quad (01)$$

Onde:

n = amostra calculada;

N = população;

Z = variável normal padronizada associada ao nível de confiança;

p = probabilidade do evento;

e = erro amostral (arbitrada nesta análise como 5%).

f) Como variáveis de análise foram selecionadas:

- **Variáveis associadas ao óleo lubrificante:** Consumo de óleo por troca (L/troca); Trocas óleo por ano (n);

Consumo total de óleo da frota Brasil e Goiás (L/ano). Nesta análise foi considerado que para cada veículo que recebeu manutenção na concessionária houve substituição de filtro lubrificante e óleo lubrificante. O consumo de óleo lubrificante por veículo foi obtido através da razão entre os dados de registros mensais de volumes consumidos de óleo combustível e quantidade de filtros lubrificantes dispendidos (Equação 2):

$$Lo = \frac{\sum_{i=1}^n xi}{\sum_{i=1}^n yi} \quad (02)$$

Onde:

Lo = Quantidade média de óleo consumido por veículo em cada troca de óleo (litros /unidade);

xi = Quantidade de óleo lubrificante consumido em cada veículo, durante o período considerado (litros);

yi = Quantidade de filtros lubrificantes utilizados durante o período considerado (unidades). Em Cada veículo foi consumido apenas um filtro de óleo;

n = Número de períodos (meses) considerados na Amostra

i = 1

**- Variáveis Associadas à Análise do filtro lubrificante:** Brasil e Goiás: OLUC (litros/ano), Materiais Metálicos (t/ano), Borrachas (t/ano), plásticos (t/ano) e membrana filtrante (t/ano); A partir dos filtros da amostra que foram cortados e

quantificados os componentes, os quais foram extrapolados para a frota de Goiás e do Brasil.

g) Procedimentos na análise e apresentação dos resultados:

A população observada foi de 952 veículos, da marca IVECO, 4422 veículos da marca FIAT e 4246 veículos da marca HONDA para outras determinações no estudo. A amostra da quantidade de filtros cortados para se conhecer os demais materiais existentes. Sendo, 274 filtros lubrificantes usados da IVECO, 354 filtros lubrificantes usados da FIAT, e 353 filtros lubrificantes usados da HONDA.

A população foi considerada em uma análise preliminar, que procurou determinar a associação entre a entrada de veículos em concessionárias e consumo de óleo combustível (volume em litros). Devido aos custos relacionados com o processo de decomposição dos filtros lubrificantes usados, a análise da geração de resíduos por esses produtos foi baseada em amostragem. O cálculo das amostras foi determinado a partir da população de veículos, uma vez que foi considerado que cada veículo recebeu para trabalhos de manutenção na concessionária uma troca de óleo lubrificante. Nesta segunda análise, foram investigados filtros de lubrificantes das marcas Fiat, Honda e Iveco.

Adotou-se no trabalho o intervalo de troca de 10.000 km para veículos leves e

camionetes, tendo em vista que a frota é formada tanto com veículos mais modernos, que ensejam uma quilometragem maior como os veículos mais antigos, cujos proprietários trocam óleo lubrificante e filtros em torno de 5000 km. Para veículos como ônibus, micro-ônibus e caminhões adotou-se a média de 20000 km para troca.

A partir dos dados ANFAVEA (2016) da frota veicular foram estimados os valores da frota para Goiás e Brasil, considerando a mortalidade de veículos por tipificação da frota. A distância percorrida adotou-se média estimada do SINDIREPA (2014) e o intervalo de troca de óleo adotou-se média da recomendação do fabricante. O consumo de óleo e trocas foram obtidos pelas análises da pesquisa, a por extrapolação. Na estimativa do OLCU considerou-se perda de 15% em relação ao óleo lubrificante novo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 OLCU gerado no processo de troca de óleo

Para estimar a geração de óleo usado foi calculada a frota a partir da registrada no Denatran (Tabela 5) e posteriormente considerou-se o decréscimo por mortalidade com base no sistema fif.

**Tabela 5.** Frota veicular por tipo no Brasil e em Goiás em Abril de 2016.

Local	Frota veicular	Automóveis	Caminhões, ônibus e micro-ônibus	Comerciais leves, camionetes e utilitários
Brasil	64.809.202	50.290.258	4.232.288	10.286.656
Goiás	2.293.487	1.697.544	166.756	429.187
Goiás/Brasil	3,54%	3,38%	3,94%	4,17%

**Fonte:** Adaptado de Denatran, 2016.

O consumo de óleo lubrificante novo e do óleo usado e contaminado – OLCU constam no Quadro 1. O volume gerado de óleo lubrificante, que totaliza em 845.954.000 L não representa o mesmo volume de OLCU. Pois há uma perda do óleo lubrificante entre as trocas. Devido ao fato que os motores modernos consomem uma parcela do óleo, que é queimada juntamente com o combustível. Uma das funções do óleo é a de lubrificar as paredes dos cilindros e o movimento dos pistões leva uma parte deste óleo até à câmara de explosão, portanto, é perfeitamente normal o consumo do óleo pelo próprio motor do veículo até a proporção de 1 litro a cada 1000 quilômetros.

Baseado na pesquisa de demanda de óleo da linha FIAT e no mesmo período o volume de OLCU entregue à empresa autorizada pela ANP em transporte e rerrefino, a redução alcançou 15%. Portanto, considerando decréscimo, obteve-se 719.061.000 L de OLCU, sendo que o estado de Goiás representa 4,4% deste total.

**Quadro 1.** Consumo de óleo lubrificante novo e usado por tipo de veículos Brasil e Goiás, estimado considerando o sistema *fit*, ou seja, considerando a mortalidade de veículos.

Tipo de veículos	Qtd. veículos Brasil (mil unidades)*	Qtd. veículos após mortalidade Sistema <i>fit</i> (mil unidades) – Brasil*	Qtd. veículos Goiás (mil unidades)	Qtd. veículos após mortalidade (Goiás) (mil unidades)	Distância percorrida (km/ano) <sup>2</sup>	Intervalo de Troca Óleo <sup>2</sup> (km)	Consumo óleo por troca (L/troca)	Trocas óleo por ano (n)	Consumo de óleo anual (L/ano)	Consumo total de óleo da frota Brasil (mil L/ano)	Consumo total de óleo da frota Goiás (mil L/ano)	Estimativa OLuc (mil L/ano) Brasil <sup>3</sup>	Estimativa OLuc (mil L/ano) Goiás <sup>3</sup>
Automóveis	50.290	32.715	1.697	1.080	21.000	10.000	3,86 **	2,1	8,11	265.188	8.751	225.410	7.439
Comerciais leves, Camionetas utilitários	10.287	6.287	429	432	78.000	10.000	3,86**	7,8	30,11	189.289	13.007	160.896	11.056
Caminhões, ônibus microônibus	4.232	2.740	166	108	150.000	20.000	19,05***	7,5	142,87	391,48	15,43	332,756	13,116
TOTAL	64.809	41.742	2.292	1.620						845.954	37.188	719.061	31.611

<sup>1</sup> Média Estimada – Adaptada de Sindirepa-SP, 2014. <sup>2</sup> Média Estimada – Adaptada do fabricante. <sup>3</sup> Considerado perda de 15% entre óleo novo e usado. \* Fonte: distribuição da frota conforme classificação ANFAVEA-2016. \*\* Considerada a média entre veículos analisados da marca FIAT e Honda. \*\*\*considerada a média para veículos analisados da marca IVECO.

A produção e importação de óleo foi da ordem de 1.254.248.000 litros, sendo 678.821.000 produzidos internamente e 575.427.000 L importados (ANP, 2016). Ou seja, além de veículos tradicionais, o óleo ainda é empregados em outras máquinas, incluindo, aviação, navios, tratores etc., resultando em maior produção de OLuc, que requer destinação adequada.

O percentual de automóveis e comerciais leves na composição da frota de veículos nacionais representa 92,76% e é responsável pelo consumo de 36,23% de óleo lubrificante total consumido no Brasil. Os caminhões e ônibus representam 6,56% da frota de veículos e consomem 31,21% de óleo lubrificante produzido e importado do Brasil.

As resoluções do CONAMA 362/2005 e 450/2012 dispõem sobre o rerrefino como destino obrigatório do OLuc. O rerrefino é um processo de reaproveitamento do óleo lubrificante básico, que corresponde de 80% a 85% do OLuc. O próprio óleo lubrificante novo é

considerado perigoso ao meio-ambiente por conter contaminantes ao solo e mananciais (águas superficiais e subterrâneas). O OLuc oferece periculosidade maior, pois carrega uma carga de componentes nocivos à saúde como dioxinas, ácidos orgânicos, cetonas, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, chumbo, cádmio, cromo e arsênio.

### 3.2 OLuc residual no interior dos filtros lubrificantes usados

O Quadro 2 demonstra a quantidade de OLuc presente nos filtros lubrificantes usados gerados anualmente pelos veículos brasileiros e goianos, sendo que a sua remoção somente é possível através do processo de corte ou desmonte dos filtros lubrificantes usados.

**Quadro 2.** OLuc residual dos filtros lubrificantes usados e substituídos nas trocas de óleo.

Tipo de veículos	Qtd. de veículos (mil unid.) - Brasil	Qtd. de veículos (mil unid.) - Goiás	Trocas de óleo/ano (n)	OLUC residual (L/troca)	OLUC residual (mil L/ano) - Brasil	OLUC residual (mil L/ano) - Goiás
Automóveis	32.715	1.697	2,1	0,0491	3.373,24	174,98
Comerciais Leves	6.287	429	7,8	0,0491	2.407,80	164,30
Caminhões e ônibus	2.740	166	7,5	0,0181	371,96	22,53
TOTAL	41.742	2.292			6.152,99	361,81

Goiás também tem uma contribuição de aproximadamente 5,88% do OLUC presente nos filtros lubrificantes usados no Brasil. O montante de mais de seis milhões de litros de OLUC presente nos filtros lubrificantes descartados anualmente dos veículos brasileiros sempre foi ignorado. Uma das justificativas, diz respeito à dificuldade de operacionalização da sua retirada, já que a sua remoção só é possível através do corte do filtro. O desmanche no filtro lubrificante foi realizado através de um pequeno torno mecânico, equipado com uma ferramenta de corte de aço.

Após a fixação do filtro em um cabeçote consistindo de três placas que posteriormente, entravam em movimento, uma ferramenta de corte avançava sobre o filtro efetuando uma cisão em sua carcaça metálica, dividindo-a em duas partes, possibilitando o escoamento do óleo lubrificante residual. Na sequência, retiraram-se os demais materiais internos (capa, tuchos, válvulas e OLUC residual), com o intuito de conhecer a massa de cada componente para estimativa dos resíduos.

### 3.3 Membrana filtrante do interior dos filtros lubrificantes usados

As membranas filtrantes (Quadro 3) do lubrificante são as únicas que não permitem reciclagem direta, devido o fato de estarem impregnadas com derivados do petróleo. Entretanto, o coprocessamento

em fornos de cimenteiras se apresenta como a correta destinação para a membrana filtrante, que se consolida como alternativa na redução de passivo ambiental de vários processos produtivos, transformando o resíduo em matéria-prima ou em combustível alternativo na produção do cimento (SELLITTO *et al.* 2013).

**Quadro 3.** Quantidade de membrana filtrante encontrada no interior do filtro lubrificante usado.

Tipo de veículos	Qtd. de veículos Brasil (mil unid.)	Qtd. de veículos Goiás (mil unid.)	Trocas óleo por ano (n.)	Membrana Filtrante (kg/troca)	Membrana Filtrante Brasil (t/ano)	Membrana Filtrante Goiás (t/ano)
Automóveis	32.715	1.697	2,1	0,0671	4.609,87	239,12
Comerciais Leves	6.287	429	7,8	0,0671	3.290,49	224,53
Caminhões e ônibus	2.740	166	7,5	0,4772	9.806,46	594,11
TOTAL	41.742	2.292			17.706,82	1.057,77

O coprocessamento das membranas filtrantes garante a destinação final deste material que não oferece nenhuma possibilidade de se reciclar devido à impregnação do OLUC.

Conforme ANFAVEA (2014), em 2012 o Brasil possuía 5.116 concessionárias instaladas considerando as possibilidades de reciclagem dos componentes do filtro lubrificante, especialmente o rerrefino do óleo residual, é notório o potencial de redução de risco ambiental se adotadas estas medidas. Acrescenta-se que conforme a Resolução do CONAMA 362/2005 em seu artigo 2, Inciso V, toda pessoa física ou jurídica, que em decorrência de sua atividade gera OLUC é considerado um gerador e

portanto, possuem a responsabilidade (artigo 5º) de recolher e efetuar o armazenamento temporário dos OLUCs gerados e destinar às empresas coletoras e especializadas no rerrefino, devidamente autorizadas pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). A não obediência às normativas do setor condiciona sujeição à lei de crimes ambientais Lei 9605/98 e às penalidades impostas. Ressalta-se também que a lei 12305 que dispõe sobre a política nacional de resíduos sólidos é clara na destinação adequada destes materiais (BRASIL, 2010).

### 3.4 Materiais metálicos no interior dos filtros lubrificantes usados

A decomposição do filtro lubrificante possibilita a reciclagem anual de aproximadamente 34,5 mil toneladas de materiais metálicos (Quadro 4).

**Quadro 4.** Quantidade de materiais metálicos no interior dos filtros lubrificantes usados.

Tipo de veículos	Qtd. de veículos Brasil (mil unid.)	Qtd. de veículos Goiás (mil unid.)	Trocas óleo por ano (n)	Materiais Metálicos (kg/troca)	Materiais Metálicos Brasil (t/ano)	Materiais Metálicos Goiás (t/ano)
Automóveis	32.715	1.697	2,1	0,1854	12.737,26	660,71
Comerciais Leves	6.287	429	7,8	0,1854	9.091,76	620,39
Caminhões e ônibus	2.740	166	7,5	0,616	12.658,80	766,92
TOTAL	41.742	2.292			34.487,81	2.048,02

Os tuchos metálicos dos filtros lubrificantes são os componentes internos responsáveis pela fixação da membrana filtrante. Estes componentes se juntam à capa e são encaminhados à reciclagem especializada em metálicos.

Valle & Souza (2014) apontam que o rápido crescimento de bens e materiais retornados, associados à crescente variedade de suas características físicas e químicas tem contribuído para o aumento da complexidade da logística reversa. Portanto, o desmonte do filtro é fundamental para destinação dos componentes. sobretudo, os materiais metálicos que representam maior concentração e possuem taxa de reciclabilidade alta.

### 3.5 Borrachas no interior dos filtros lubrificantes usados

O quantitativo brasileiro dos resíduos de borrachas verificado anualmente no processo de decomposição do filtro lubrificante é aproximadamente 1,5 t, com Goiás contribuindo com 5,96% (Quadro 5).

**Quadro 5.** Quantidade de borracha encontrada no interior dos filtros lubrificantes usados.

Tipo de veículos	Qtd. veículos Brasil (mil unid.)	Qtd. veículos Goiás (mil unid.)	Trocas de óleo por ano	Borracha (g/troca)	Borracha (t/ano) Brasil	Borracha (t/ano) Goiás
Automóveis	32715	1.697	2,1	5,9	405,34	21,03
Comerciais Leves	6287	429	7,8	5,9	289,33	19,74
Caminhões e ônibus	2740	166	7,5	38,3	787,07	47,68
TOTAL	41742	2.292			1.481,73	88,45

Destaca-se que ônibus e caminhões contribuem com aproximadamente a metade deste total.

### 3.6 Materiais plásticos no interior dos filtros lubrificantes usados

O Quadro 6 evidencia que aproximadamente 34,5 mil toneladas de plástico são gerados anualmente pelos filtros lubrificantes no país. Goiás contribui com 5,93% destes que poderiam estar sendo encaminhados a reciclagem.

**Quadro 6.** Quantidade de plástico encontrado no interior dos filtros lubrificantes usados.

Tipo de veículos	Qtd. veículos Brasil (mil unid)	Qtd. veículos Goiás (mil unid)	Trocas óleo por ano (n)	Plásticos (kg/troca)	Plásticos Brasil (t/ano)	Plásticos Goiás (t/ano)
Automóveis	32715	1697	2,1	0,1854	12.737,26	660,71
Comerciais Leves	6287	429	7,8	0,1854	9.091,76	620,39
Caminhões e ônibus	2740	166	7,5	0,6160	12.658,80	766,92
TOTAL	41742	2292			34.487,81	2.048,02

### 3.7 Resíduos da troca do filtro de óleo lubrificantes da frota goiana e brasileira

O Quadro 7 sintetiza o quantitativo anual de todos os materiais presentes e passíveis de destinação nas intervenções de trocas de óleo lubrificante e filtros lubrificantes descartados.

**Quadro 7.** Resumo dos materiais gerados anualmente nas trocas de óleo de veículos automotores no Brasil e em Goiás.

Filtro Usado	Estimativa de Resíduos Brasil	Estimativa de Resíduos Goiás
OLUC (mil litros/ano)	719.061,14	31.610,81
Metálicos (t/ano)	34.487,81	2.048,02
Borracha (t/ano)	1481,73	88,45191
Plástico (t/ano)	34.487,81	2.048,02
Membrana (t/ano)	17.706,82	1.057,77

De acordo com a ANP (Agência Nacional do Petróleo) citado por Duque (2013), a estimativa de todo óleo lubrificante a ser consumido no Brasil em

2013 era de 1,38 bilhão de litros, incluindo-se, portanto, o consumo em vários outros tipos de máquinas industriais e motores estacionários. Perto de 23% deste número provem de óleo rerrefinado. Conforme Duque (2013), o acréscimo no consumo de óleo entre 2013 e 2015 foi superior a 6% anualmente.

Gaidajis *et al.* (2011) estimam que 7.650.000 filtros lubrificantes (0,7 filtros / habitante) são utilizados na Grécia todos os anos, tendo em conta apenas os filtros que são usados por veículos de passageiros. Extrapolando os resultados para a União Europeia um número estimado de 345.000.000 de filtros de óleo usados foram utilizados e, posteriormente, eliminados em 2007. Se usar esta mesma relação à população brasileira estimada em 210 milhões de habitantes em 2016, atingiria o total de 147.000.000 de filtros de óleo usados.

### 3.8 Logística reversa dos componentes do filtro lubrificante

A Figura 1 representa de forma esquemática o processo de logística reversa dos resíduos gerados no filtro lubrificante usado, após a operação de corte, e as suas respectivas destinações.

A logística reversa é o processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e a recuperação de valor dos resíduos gerados ou descarte adequado.



Corroborada por estudos no setor automotivos desenvolvidos por Blanas; Koukoumialos; Kyllindri (2012).

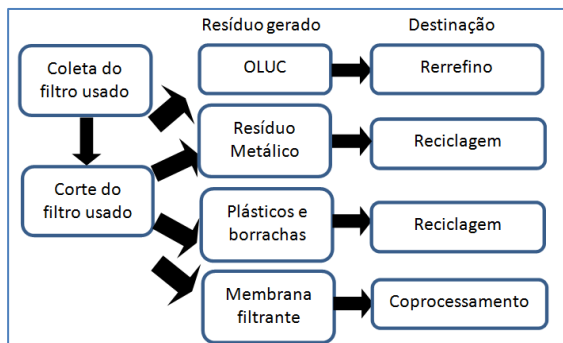


Figura 1. Fluxo reverso do filtro lubrificante usado.

O processo reverso inicia-se na coleta (nas concessionárias) dos filtros lubrificantes usados que são encaminhados à operação de corte (na organização de processamento de produtos usados). O corte do filtro gera como produtos o OLU, resíduos metálicos e membranas filtrantes. Cada resíduo desencadeia um processo distinto de reprocessamento: o OLU segue para uma operação de rerrefino, o resíduo metálico é reciclado e a membrana é coprocessada.

Conforme Den Boer *et al.* (2007) o planejamento da gestão de resíduos urbanos considera três subsistemas básicos: armazenamento temporário; recolha e transporte e tratamento, eliminação e reciclagem. Em cada um dos subsistemas é necessário um conjunto de ações diferenciadas observando as especificidades de cada etapa.

Miguez (2010) ressalta que logística reversa tem impacto direto na melhoria do ambiente, pois reduz a quantidade de materiais perigosos despejados nos aterros e até mesmo em lixões e córregos a céu aberto. Outro efeito da logística reversa no meio ambiente é o recolhimento e reaproveitamento de produtos, fazendo com que menos matéria-prima virgem seja utilizada, poupando recursos minerais e energéticos.

De Benedetto & Klemes (2009) citam que a Análise de Ciclo de Vida na gestão de produtos em uma perspectiva humanizada, é benéfica à sociedade, pois a redução dos impactos ambientais na produção melhora a qualidade de vida.

Veiga (2013) descreve que a reciclagem de embalagens vazias de agrotóxicos antecedeu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Portanto, o setor automotivo deveria se antecipar nas formulações de ações similares, sendo propositivo e não reativo aos anseios ambientais.

Impossível imaginar uma sociedade do futuro sem considerar as variáveis de produção verde e a responsabilidade ambiental. Deif (2011) torna-se necessário o domínio dos conceitos de fabricação verde e as ferramentas e modelos analíticos necessários para tal.

Kainak *et al.* (2014) enfatizam que ainda há falta de consciência ambiental e

até mesmo econômica dos benefícios proporcionados pela Logística Reversa.

A *U.S. Bureau of Census* (BOC) emprega métodos para definição de indústria *high tech* e considera o automóvel como uma plataforma hospedeira de tecnologias de ponta. pois, a indústria automobilística utiliza ou desenvolve tecnologias de quatro áreas consideradas avançadas como: computadores e telecomunicação; eletrônica; manufatura integrada por computadores e; *design* de materiais (CARVALHO, 2008).

Para Cerra *et al.* (2014), na cadeia de suprimento da indústria automotiva há uma cooperação mútua entre os fornecedores e montadoras no desenvolvimento de componentes tecnológicos. Inclusive com alguns fornecedores dependentes das tecnologias oriundas das montadoras, sobretudo, fornecedores de menor porte e normalmente de capital nacional e outros fornecedores que detêm tecnologias importantes para o segmento.

O desenvolvimento de novos produtos deve ser realizado com vistas ao atendimento a uma necessidade. Mas, é preciso considerar alguns aspectos qualificadores. Pigosso *et al.* (2010) trazem a discussão do *ecodesign*, fundamental para concepção de produtos. Jabbour *et al.* (2014) avaliaram a adoção de práticas ambientais e produção enxuta em empresas

do setor automotivo e concluíram após testarem em 75 empresas brasileiras, que as práticas de manufatura enxuta tendem a suportar, de forma positiva e estatisticamente válida a gestão ambiental nas empresas pesquisadas.

De acordo com Noronha *et al.* (2014) o desenvolvimento de produto depende do arranjo de inúmeras variáveis, tais como matéria-prima e seu custo, tecnologia, legislação vigente, cenário competitivo, realidade econômica, comportamento do mercado, tendências ambientais, entre outros.

Para Associação Brasileira de Cimento Portland (2016) é necessário mapear as tecnologias existentes e as potenciais que sejam capazes de auxiliar a indústria do cimento a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa, melhorar a eficiência energética e, assim, atender às demandas futuras da sociedade e suas políticas públicas.

Neste sentido, explorar a capacidade de inovação pode permitir o desenvolvimento de produtos com maior facilidade de reciclagem e/ou menor potencial poluidor.

É notório e até redundante que o automóvel há muito tempo tem recebido várias inovações tecnológicas. Entretanto, associadas às tendências ambientais, ainda há muito a ser feito, onde o correto seria o emprego materiais que permitam

destinação ambientalmente sustentável após o fim da vida útil dos materiais ou componentes. O automóvel por si já se constituiu hospedeiro de novas tecnologias. inclusive os diferenciais apresentados pelas diversas marcas ao mercado são justamente as inovações tecnológicas.

Em Goiânia, uma empresa especializou-se neste processo de logística reversa de filtros usados de óleos lubrificantes, atendendo demanda local e nacional, com perspectivas de excelentes ganhos econômicos, e naturalmente ambientais. Os procedimentos de abertura do filtro e retirada dos componentes é artesanal e ainda precisa de avanços em tecnologia na fabricação do produto, bem como na hora de realizar a reciclagem.

Quanto ao OLUC, o sistema é regulamentado pela Resolução Conama nº 362/2005 — é o envio do óleo lubrificante usado para reciclagem e recuperação de seus componentes úteis por meio de um processo industrial conhecido como rerrefino. O Ministério do meio Ambiente possui Grupo de Monitoramento Permanente-GMP da Resolução Conama nº 362/2005, criado em seu Art. 11 com o objetivo de acompanhar a aplicação e implementação desta Resolução, que trata da disposição adequada dos óleos lubrificantes usados e/ou contaminados no meio ambiente (MMA, 2017)

Os materiais metálicos tem valor agregado facilitando estocagem e comercialização gerando novas peças e aproveitamento completo dos materiais reciclados. As borrachas e os plásticos, embora de menor valor agregado, tem custo ambiental de decomposição a ser considerado, ultrapassando 300 anos nestes últimos. Ademais, quando contaminados com resíduos de óleo usado desencadeiam consequências ambientais ainda mais graves. As membranas filtrantes carecem de maiores estudos e investigações em possibilidades de coprocessamento.

Independentemente dos ganhos financeiros factíveis oriundos da logística reversa, há que se considerar o custo do passivo ambiental do lançamento destes materiais em locais inapropriados.

#### **4. CONCLUSÕES**

Dentre os resíduos produzidos pelos veículos nas trocas de óleo lubrificante, apresenta-se o OLUC, com processo bem definido pelo Ministério do Meio Ambiente e Ministério de Minas e Energia, criação de normas e portarias de destinação, estrutura logística robusta e ampla cobertura no território brasileiro. O rerrefino – recuperação do óleo básico do OLUC – constitui-se na única destinação legalmente aceita no Brasil.

Há necessidade de inovação nos equipamentos e técnicas voltados para a desmontagem de filtros lubrificantes podem auxiliar os *designers* de autopeças na criação de produtos com maior facilidade de desmonte, possibilitando dessa forma, a destinação total dos materiais residuais. Levando em consideração este aspecto observado na pesquisa, destaca-se a presença da membrana filtrante que após a sua remoção torna os componentes metálicos com elevado grau de pureza e com reduzidas escórias permitindo reciclagem.

Um aspecto a ser observado pelo setor produtivo é a busca de diferenciais competitivos, que colocam as organizações a um patamar na frente aos seus principais concorrentes. Embora haja aumento das regulações ambientais a adequação dos processos produtivos pode-se tornar estratégia de diferenciação, atendendo a parcela do seu público alvo que opte por empresas que comuniquem e demonstrem melhor desempenho ambiental.

É importante destacar que a busca por parcerias universidades, empresas e governos nos trabalhos futuros contribuirá para definições de modelos sustentáveis para o segmento automotivo, trazendo a luz informações importante sobre a geração e destinação de materiais considerados perigosos e que oferecem danos ao meio ambiente.

## 5. REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. **Produção Nacional de Derivados de Petróleo**. 2016. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?dw=8484> . Acesso em: 18 de agosto de 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. **Relatório Individual de Coleta de OLUC** Disponível:< <file:///C:/Documents%20and%20Settings/pasqualetto/Desktop/83315.pdf>> Acesso 20 de dezembro de 2017.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. ANFAVEA. **Anuário da indústria automobilística brasileira**. São Paulo, Anfaeva, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO - ABIPLAST. **Os plásticos**, 2014. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/site/os-plasticos>. Acesso 13 dez. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/cms/sustentabilidade/meio-ambiente/sustentabilidade-meio-ambiente/> . Acesso 10 de junho de 2016.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES - ANFAVEA. **Brazil automotive guide 2014: guia setorial da indústria automotiva brasileira**, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10004. Resíduos e Classificação**. Disponível < [http://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/normas/ABNT\\_NBR\\_n\\_10004\\_2004.pdf](http://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/normas/ABNT_NBR_n_10004_2004.pdf)> Acesso 15 de dezembro de 2017.
- BLANAS, G.; KOUKOUMLIOS, S.; KYLINDRI, S. Reverse logistics

- strategic antinomies: the case of the automotive sector. **Journal of Business Science and Applied Management**, v. 7, 2012.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 2000, 512 p.
- BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito - Denatran. **Frota**. Disponível: <http://www.denatran.gov.br/frota2013.htm>. Acesso 30 set. 2016.
- BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências.
- BRASIL. **Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
- CANCHUMANI, G. A. L. Óleos Lubrificantes Usados: um Estudo de Caso da Avaliação do Ciclo de Vida do Sistema de Refino no Brasil. Tese de **Doutorado**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2013.
- CARVALHO, E.G. Inovação tecnológica na indústria automobilística: características e evolução recente. **Economia e Sociedade**, v. 7, n. 3 (34), p. 429-461, 2008.
- CERRA, A. L.; MAIA, J. L.; ALVES FILHO, A. G.; NOGUEIRA, E. Cadeias de suprimentos de montadoras dos setores automobilísticos e de linha branca – Uma análise comparativa por meio de estudos de caso. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 21, n. 3, p. 635-647, 2014.
- CHICONI, N. **Troca de óleo**. Revista Quatro Rodas, ed. Outubro, 2011.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução 362/2005**. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução 450/2012**. Altera os arts. 9º, 16, 19, 20, 21 e 22, e acrescenta o art. 24-A à Resolução no 362, de 23 de junho de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, que dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Disponível: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=674>. Acesso 27 set. 2016.
- CURY, R. M.; RODRIGUEZ, A. M.; DUARTE, P. C. & MENDES, K. B. Recuperação de Valor em Peças de Veículos em Fim de Vida. Resultados de um Estudo Exploratório. **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro, 2008.
- DE BENEDETTO, L.; KLEMES, J. The Environmental performance Strategy M. an integrated LCA approach to support the strategy decision-making process. **Journal of Clean Production**, v. 17, p. 900-906, 2009.
- DEIF, A. M. A system model for green manufacturing. **Journal of Cleaner Producing**, v. 19, p. 1553-1559, 2011.
- DEN BOER J., DEN BOER E., JAGER J. LCA-IWM: a decision support tool for sustainability assessment of waste management systems. **Waste Management**, v. 27, p. 1032-1045, 2007.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSITO - DENATRAN. Anuários Denatran: frota de veículos 2016. Disponível:< <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>> Acesso 20 de dezembro 2017.

- DIRECTIVE 2000/53/EC ON END OF LIFE VEHICLES.** DTI 2001. Disponível: [http://www.a-r-a.org/files/directive\\_200.pdf](http://www.a-r-a.org/files/directive_200.pdf).
- DUQUE, S. O consumo de óleo lubrificante no mercado brasileiro. **Revista Mercado Automotivo**, ed. 220, abril de 2013. Disponível <<http://www.revistamercadoautomotivo.com.br/O-consumo-de-oleo-lubrificante-%20no-mercado-automotivo-brasileiro/219/r/>> Acesso 10 de junho de 2016.
- FIAT AUTOMÓVEIS S/A. **Manual de uso e manutenção família Palio**. Betim, Fiat: p. 7, 2014.
- GAIDAJIS, G.; ANGELAKOGLU, K.; BOTSARIS, P. N.; FILIPPIDOU, F. Analysis of the recycling potential of used automotive oil filters using the life cycle assessment approach. **Resources, Conservation and Recycling**, n. 55, p. 986-984, 2011.
- GIOPATO, D. Ecoline: a nova geração de produtos Iveco. **O Carreteiro**, n. 444, out., 2011.
- HSU, Y. L.; LIU, C. C. Evaluation and selection of regeneration waste lubricating oil technology. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 176, p. 197-212, 2011.
- IVECO LATIN AMÉRICA. **Manual de uso e manutenção Tector Attack**. Sete Lagoas: Iveco, p. 141, 2013.
- JABBOUR, A. B. L. S.; JABOOUR, C. J. C.; FREITAS, W. R. S.; TEIXEIRA, A. A. Lean and Green? Evidências empíricas do setor automotivo brasileiro. **Gest. Prod., São Carlos**, v. 20, n.3, p. 653-665, 2013.
- KAINAK, R.; KOÇOGLU, I.; AKGÜN, A. E. The Role of Reverse Logistics in the Concept of Logistics Centers. **Procedia** – **Social and Behavioral Sciences**, v. 109, p. 438-442, 2014.
- KANOKKANTAPONG V., KIATKITTIPONG W., PANYAPINYOPOLD B., WONGSUHOTOC P., PAVASANTC P. Used lubricating oil management options based on life cycle thinking. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 1 53, n. 5, p. 294-299, 2009.
- MAT SAMAN, M. Z.; ZAKUAN, N.; BLOUNT, G. (2012). Design for End-of-Life Value Framework for Vehicles Design and Development Process. **Journal of Sustainable Development**, v. 5, n. 3, p. 95-111, 2012.
- MEDINA, H. & GOMES, D. A **Indústria Automobilística Projetando para a Reciclagem**, CETEM, 2002.
- MIGUEZ, E.C. **Logística reversa como solução para o problema do lixo eletrônico: benefícios ambientais e financeiros**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por veículos automotores rodoviários**. 2011. Disponível em <[http://www.mma.gov.br/estruturas/163/\\_publicacao/163\\_publicacao27072011055200.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf)> Acesso 10 agosto de 2016.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA . **Sistema Nacional de Informações sobre Resíduos Sólidos – SINIR**. Disponível:< <http://www.sinir.gov.br/web/guest/oleo-lubrificante-usado-ou-contaminado-oluc>> Acesso 10 de janeiro de 2018
- MORAIS, J. de. Logística reversa de óleo lubrificante usado e contaminado – OLCUC em concessionárias de automóveis de Goiás. Dissertação de **Mestrado** em Engenharia de Produção e Sistemas – PUC Goiás. 2015

- NORONHA, J. C.; MELLO, C. H. P.; SILVA, C. E. S.; NORONHA, J. C. C. Opções reais aplicadas à gestão do processo de desenvolvimento de produtos em uma indústria de autopeças. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 21, n. 1, p. 77-94, 2014.
- OTT, L. S.; SMITH B. L.; BRUNO, T. J. Composition-Explicit Distillation Curves of Waste Lubricant Oils and Resourced Crude Oil: A Diagnostic for Re-Refining and Evaluation. **American Journal of Environmental Sciences**, n. 6, p. 523-534, 2010.
- PAPA, V.; RIQUENA, C. A. **Gestão de concessionários de veículos**. São Paulo: Alaúde Editorial, 2011.
- PIGOSSO, D. C. A. et al. Ecodesign methods focused on remanufacturing. **Journal of Clean Prod.**, v. 18, p. 21-31, 2010.
- PIRES, A.; MARTINHO, G. Life cycle assessment of a waste lubricant oil management system. **J. Life Cycle Assess.**, v. 18, p. 102-112, 2013.
- ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices**. Reno: University of Nevada, 1999.
- SELLITTO, M. A.; KADEL JR, N.; MIRIAN, B.; PEREIRA, G. M.; DOMINGUES, J. Coprocessamento de cascas de arroz e pneus e inservíveis e logística reversa na fabricação de cimento. **Ambiente e Sociedade**, v. XVI, n. 1, p. 141-162, 2013.
- SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE COMPONENTES PARA VEÍCULOS AUTOMÓVEIS – SINDIPEÇAS. **Relatório da Frota Circulante 2017**. Disponível em: <[http://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2017/R\\_Frota\\_Circulante\\_2017.pdf](http://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2017/R_Frota_Circulante_2017.pdf)> Acesso 20 dez. 2017.
- SINDICATO DA INDÚSTRIA DE REPARAÇÃO DE VEÍCULOS E ACESSÓRIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO - SINDIREPA-SP. Disponível em: <[http://www.sindirepa-sp.org.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=90:a-quilometragem-media-estimada-da-frota-brasileira-de-veiculos&catid=40:noticias-consumidor&itemid=323](http://www.sindirepa-sp.org.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=90:a-quilometragem-media-estimada-da-frota-brasileira-de-veiculos&catid=40:noticias-consumidor&itemid=323)>. Acesso 13 out. 2014.
- SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO RERREFINO DE ÓLEOS MINERAIS - SINDIRREFINO. Disponível em: <<http://www.sindirrefino.org.br/>>. Acesso 27 fev. 2015.
- TAMADA, I. S.; LOPES, P. R. M.; MONTAGNOLLI, R. N.; BIDOIA, E. D. Biodegradation and Toxicological Evaluation of Lubricant Oils. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 55, n. 6 p. 951-956, 2012.
- UEDA, A. P.; TOMAZ, E. Inventário de emissão de fontes veiculares da região metropolitana de Campinas, São Paulo. **Quim. Nova**, v. 34, n. 9, p. 1496-1500, 2011.
- UTSEV, J. T.; AHO, M. I.; UUNGWA, S. J. Lub Oil Recycling: Environmental and Economic Implications. **Energy Science and Technology**, v. 6, n. 1, p. 73-78, 2013.
- VALLE, Rogério. SOUZA, R.G. (org.). **Logística reversa: processo a processo**. São Paulo: Atlas, 2014.
- VEIGA, M. M. Analysis of efficiency of waste reverse logistics for recycling. **Waste Management & Research**, v. 31 (10), p. 26-34, 2013.
- WILLS, W. **O aumento da eficiência energética nos veículos leves e suas implicações nas emissões de gases de efeito estufa – cenários brasileiros entre 200 e 2030**. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/williamw2.pdf>>.