

## **Re-refino no Brasil: A reciclagem de óleos usados**

### **AUTORES**

#### **JULIANO MACHADO DE MAGALHÃES**

Universidade do Vale do Rio do Sinos

julianommagalhaes@gmail.com

#### **FRANCISCO FERNÁNDEZ DONOSO**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos

francisdonoso@yahoo.com.br

#### **PEDRO LUCAS DE RESENDE MELO**

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

resendemelo@hotmail.com

### **Resumo**

Os administradores de empresas não podem ser omissos a cerca dos resíduos que são gerados nas atividades industriais pelas quais são responsáveis. Muitas dessas atividades geram resíduos que agridem o ambiente. Apesar desse caráter negativo, os resíduos podem gerar oportunidades de ganhos, tanto econômicos, como ambientais. A reciclagem de resíduos pode envolver processos variados, gerando fontes de matérias-primas para outros produtos ou fontes energéticas. Nesse artigo, concentra-se o interesse na reciclagem de óleos minerais através do re-refino. Analisam-se as diversas etapas dos processos industriais, desde a coleta, até o produto acabado. Apresentam-se dados sobre a atual situação do re-refino de óleos no Brasil e perspectivas futuras em um cenário promissor, uma vez que se encontra apoiado nos interesses econômicos industriais, na legislação, na escassez de recursos naturais, na necessidade de diminuir a contaminação ambiental e nas forças políticas e sociais. Como ilustração, apresentam-se alguns dados de duas das maiores empresas nacionais dedicadas ao re-refino. Aponta-se ainda para as oportunidades que o tema da reciclagem apresenta como matéria de estudo e aprofundamento teórico.

**Palavras-chave:** Ciclo de vida de produtos. Re-refino. Óleo. Reciclagem. Reprocessamento.

### **Abstract**

Company managers cannot neglect residues that are generated from industrial activities they are responsible for. Many of these activities generate residues that harm the environment. In spite of this negative characteristic, residues may give way to both economical and environmental profitable opportunities. Residues recycling may involve diverse processes, generating raw materials sources for other products or energetic sources. In this article, we focus on mineral oils recycling through the re-refining process. We analyzed the different stages of industrial processes, from pickup to the finished product. We present data on the current situation of oil re-refining in Brazil, as well as future perspectives in a promising scenario, once it is supported on industrial economical interests, on legislation, on the lack of natural resources, on the need to diminish environmental contamination and on social and political forces. For illustration purposes, some data of two of the major companies dedicated to the re-refining process are presented. We further point out the opportunities that the recycling theme presents as a study matter and theoretical deepening.

**Key words:** Product Life-cycle. Re-refining. Oil. Recycling. Reprocessing.

## 1. Introdução

A realidade contemporânea fez com que antigos paradigmas fossem colocados sob dúvida e explicitou a necessidade do surgimento de uma nova forma de pensar essa mesma realidade. A impossibilidade de se pensar na atividade produtiva como um fluxo de materiais e energia, que têm sua origem na natureza e que termina por desaparecer no ar, na água ou nos solo, se tornou evidente: esgotamento de reservas naturais em uma extremidade desse fluxo e poluição em suas diversas formas em outra, fizeram ruir os pressupostos de fontes inesgotáveis e infinito espaço para a dispersão dos resíduos. Não por casualidade, emergem abordagens, onde o pensamento sistêmico é o novo paradigma: complexidade e relações encadeadas em forma cíclica de causas e efeitos passaram a descrever melhor um mundo que se reconheceu menor do que nossos antecessores supunham.

O uso dos hidrocarbonetos derivados do petróleo se apresenta como um caso típico e, seguramente, um dos que necessitam maior atenção dessa nova abordagem. Conforme estudos recentes indicam (VIVEIROS, 2000), apenas um litro de óleo lubrificante usado contamina a potabilidade de 1 milhão de litros de água e criam uma película que impede a aeração de mil metros quadrados da superfície de um corpo de água, causando sérios danos à fauna e à flora aquática.

O remanejamento ambiental de óleos usados, assim como de outros resíduos perigosos, deve partir do pressuposto de que é imperativo reciclar tudo o que seja possível e, somente se comprovada a impossibilidade de fazê-lo, o resíduo deve ser eliminado por queima ou incineração.

Considerando este pressuposto, as diretrizes para o remanejamento de óleos usados devem estar fundamentadas prioritariamente na (SCOREL DE AZEVEDO, 2002; MEDINA; GOMES, 2001; ROSS; EVANS, 2003):

- Prevenção: reduzindo a geração na fonte por alternativas tecnológicas e novos produtos que se ofereçam no mercado;
- Revalorização dos resíduos: com prioridade para sua utilização através da reciclagem ou reutilização, e;
- Tratamento: seja físico, químico ou biológico dos resíduos visando sua eliminação, se possível com aproveitamento de energia.

Como atividade econômica o re-refino de óleos usados apresenta viabilidade mesmo sem os recursos rotineiramente usados dos subsídios públicos ou das leis de proteção. As empresas do setor têm se mantido em atividade e crescimento, embora tenha sido verificada a descontinuidade de algumas delas. O óleo lubrificante é importado por cerca de US\$ 0,35 (R\$ 0,80) o litro. Para coletar e reciclar o óleo usado, os produtores pagam uma média de R\$ 0,22 por litro, conforme Viveiros (2000). No comércio varejista o óleo re-refinado é comercializado por cerca de R\$ 5,00 o litro, pouco abaixo do preço mediano de R\$ 8,00 praticado no comércio para o óleo convencional.

Da perspectiva do interesse social, comunitário e ambiental, a re-refinação é a alternativa correta para o processamento de resíduos de óleos que não se consomem nos processos em que participam. Essa atividade demonstra ter viabilidade econômica, com objetivo de (SCOREL DE AZEVEDO, 2002; CEMPRE, 2005):

- 1) reduzir a contaminação ambiental;
- 2) aumentar a vida útil das reservas naturais de petróleo com a conseguinte economia de matérias primas escassas;
- 3) reduzir o consumo de energia (no processo de reciclagem, o consumo é cerca de 15% do consumo de energia na produção primária);
- 4) trazer economia de divisas com a diminuição das importações;
- 5) gerar impostos e empregos com materiais aparentemente inservíveis;

6) contribuir com a diminuição do gasto público para a capacitação e eliminação de materiais contaminantes, recursos que podem ser destinados a outros fins.

## 2. Conceituando reciclagem e reutilização

Reciclar significa separar ou extrair materiais do fluxo de dejetos de um processo e acondicioná-los para sua comercialização, de modo que possam ser usados como matérias primas em substituição de materiais virgens. A reciclagem é amplamente considerada como uma opção a ser incentivada devido a seus benefícios ambientais ao ajudar a mitigar a escassez de recursos naturais virgens, diminuir os riscos de enfermidades e a alteração de ecossistemas, reduzir a demanda por espaço em depósitos de resíduos e gerar uma redução no consumo de energia (CRAIGHILL; POWELL, 1996).

As formas de reciclagem mais utilizadas são: a *energética*, a *química*, a *mecânica* e a *reutilização industrial* (MEDINA; GOMES, 2001). A reciclagem energética tem estreita relação com a incineração e é feita a partir de uma instalação de combustão de resíduos. Mas difere da usina de incineração porque gera um produto, a energia (eletricidade e calefação), que pode ser vendido ou reutilizado para abastecer processos.

O uso deste tipo de reciclagem pode ser bastante vantajoso, por prover um certo grau de auto-suficiência energética. Porém, tem como grande desvantagem a emissão de poluentes na atmosfera. Essa desvantagem pode ser minimizada desde que haja uma preocupação prévia com o tratamento desse resíduo. Um exemplo deste processo é a reciclagem de pneus.

A reciclagem química visa recuperar compostos químicos, que deram origem aos materiais plásticos ou seus compósitos. Isso é possível com a quebra parcial ou total das moléculas dos resíduos plásticos, selecionados e limpos, através de reações químicas. Os materiais obtidos exigem tratamento dispendioso na purificação final. No Brasil, a reciclagem química é feita para POLI (metacrilato de metila), PET, pára-choques de automóveis (PPE, PA, PC, ABS), em sistemas de freios e em tanques de combustível (PE). O objetivo dessa recuperação dos compostos e substâncias químicas é reutilizá-los como matéria prima secundária na produção de novos plásticos, conforme Medina e Gomes (2001).

A reciclagem mecânica, segundo Medina e Gomes (2001), consiste na redução de tamanho e re-processamento dos materiais transformando-os em matéria prima secundária. Esse tipo de reciclagem fecha o ciclo de reciclagem de um produto, onde ele pode voltar a ser utilizado como matéria prima para gerar o mesmo produto que fora, ou um novo produto, continuando a contribuir com a indústria.

A reutilização industrial ou de materiais, no sentido amplo, corresponde à retirada de partes, ou peças de um produto, que ainda sejam reutilizáveis, com nenhuma ou pouca alteração, ou seja, um novo uso, conforme Medina e Gomes (2001). Exemplo de reutilização são os pneus, que podem ser recauchutados algumas vezes antes de serem considerados inservíveis para rodagem. Ainda assim, pneus inservíveis podem ser utilizados nos outros tipos de reciclagem. Peças de automóveis que sofreram acidentes, onde ocorreu a destruição de algumas partes do mesmo, mas outras não foram danificadas, podem ser recolocadas em outros veículos, também são exemplos de reutilização industrial.

Um ponto de importância a ser citado é a utilização da dimensão ciclo de vida (*LCA – life cycle assessment*) na eleição do método mais apropriado para o tratamento e reciclagem de resíduos sólidos, pois dependendo das características do produto as soluções para tratamento podem diferir (EKVALL, 1999).

A fim de evitar desperdícios e aliviar o impacto decorrente do consumo intensivo de matérias primas, as autoridades têm encorajado a implementação de atividades para a reciclagem e reutilização de resíduos. No entanto, ultimamente essas políticas tem sido

criticadas por suas possíveis implicações e impactos ambientais sobre outros recursos materiais, questão menos óbvia, porém não menos importante. Por exemplo, os benefícios da reciclagem de papel tem sido questionados face aos estudos que mostram um aumento no consumo de combustíveis fósseis no processo, assim como impacto sobre o efeito estufa e aumento de gases ácidos (ROSS; EVANS, 2003).

## **2.1 Conhecendo a matéria-prima: o óleo lubrificante**

O óleo lubrificante representa cerca de 2% dos derivados do petróleo, e é um dos poucos que não são totalmente consumidos durante o seu uso. O uso automotivo representa 75% do consumo nacional, principalmente em motores a diesel. Também são usados na indústria em sistemas hidráulicos, motores estacionários, turbinas e ferramentas de corte. É composto de óleos básicos (hidrocarbonetos saturados e aromáticos) que são produzidos a partir de petróleos especiais e aditivados de forma a conferir as propriedades necessárias para seu uso como lubrificantes (CEMPRE, 2005; CALIFORNIA INTEGRATED WASTE MANAGEMENT BOARD, 2005).

Durante o seu uso na lubrificação dos equipamentos, se produz a degradação termoxidativa do óleo e o acúmulo de contaminantes torna necessária sua troca. Além disso, parte do óleo é queimado no próprio motor, devendo ser repostado. No processo de troca do lubrificante, este é drenado para um tanque de acúmulo, para posterior reaproveitamento. Surge, assim o "óleo queimado", que é considerado um produto perigoso, por ser tóxico e apresentar grande potencial de risco ao meio ambiente e à saúde pública. Quando não adequadamente disposto é levado pelas águas pluviais contaminando o solo, os riachos e rios. Depositado na água, em rios, lagos ou no mar, sempre ocasiona danos irreparáveis: um litro de óleo lubrificante usado forma um filme, com uma espessura muito baixa, numa área de mil metros quadrados, impedindo a oxigenação da água e a entrada da luz solar, danificando a vida aquática, contaminando aproximadamente um milhão de litros de água (CEMPRE, 2005).

## **2.2 Reciclagem de óleo usado**

Os óleos lubrificantes usados podem ser reciclados. Quando filtrados para reuso pelo seu proprietário não podem ser destinados a qualquer forma de comercialização. Podem ainda ser re-refinados. No processo de re-refino são removidos os contaminantes, os produtos de degradação e os aditivos do óleo usado. Isso lhe confere as mesmas características de óleo lubrificante básico, gerando matérias primas para novas formulações (ESCOREL DE AZEVEDO, 2002).

Especificamente "processo de reciclagem" é um termo genérico que considera os óleos re-processados, re-filtrados e re-refinados. No re-processamento se submete o óleo usado a diferentes operações destinadas a remover contaminantes insolúveis e produtos da oxidação por meio de tratamento térmico a altas temperaturas, filtração, sedimentação ou decantação, desidratação e centrifugação. Segundo a qualidade disponível o óleo assim obtido será utilizado para realizar misturas ou cortes (Blending), com ou sem inclusão de aditivos para novos lubrificantes. Mediante este processo se obtêm produtos com qualidade similar ou equivalente ao original. Em geral este processo implica obter um produto que possa destinar-se ao uso original (ESCOREL DE AZEVEDO, 2002; RECYCLE USED MOTOR OIL, 2005).

O re-filtrado se realiza através da separação de sólidos e a água por meio de aquecimento, filtração, desidratação e centrifugação. O óleo re-filtrado é usado para

combustível (*fuel* e *fuel* misturado) já que ao longo do tratamento podem permanecer vários contaminantes como: metais pesados, substâncias aditivas (inibidores da corrosão), etc. Seu uso está limitado a motores com menores requerimentos que os recomendados para óleos originais (SCOREL DE AZEVEDO, 2002).

A re-refinação implica a remoção de contaminantes (em geral metais pesados), produto da oxidação e aditivos. Com este procedimento se obtém óleos bases para a produção de novos lubrificantes. Este processo se realiza em refinarias e se trata em rigor de uma pré-destilação com tratamento com ácidos, extração por solventes, separação em evaporadores de película, passagem por carvão ou argila ativada e desidratação. Este é um procedimento muito mais completo e controlado que o utilizado para as categorias anteriores de re-processo. Assim se obtém produtos secundários como resíduos da destilação possíveis de utilizar em derivados do asfalto e filtros des-metalizados utilizados como material de base para a construção de estradas. A fração de asfalto pode ser empregada para a fabricação de membranas e outros produtos asfálticos (Pinturas, seladores, etc.) (SCOREL DE AZEVEDO, 2002; KING COUNTRY, 2005).

São muitos os usos dos sub-produtos obtidos através destes procedimentos. Estes são destinados principalmente ao mercado da construção, como por exemplo, membranas asfálticas, pinturas asfálticas, breus, etc. e na construção e conservação de estradas. Como elemento secundário em misturas ligantes na produção de asfaltos, processos de separação por flutuação oleosa, lubrificantes secundários, *carrier* para pesticidas e tratamento fitossanitários (herbicidas), limpadores industriais para todo propósito, vernizes para barcos e construções lacustres ou marinas, proteção de embarcadouros, etc (SCOREL DE AZEVEDO, 2002; CCI, 2005).

No processo de reciclagem de óleo usado o produto chega à re-refinaria através das seguintes etapas (SCOREL DE AZEVEDO, 2002; CCI, 2005; LWART, 2005; LWART PROASFAR, 2005):

1. **Coleta:** Efetuada nos pontos de coleta, principalmente postos de serviço e abastecimento de veículos e indústrias, em geral com o emprego de caminhões-tanque dotados de bombas de sucção. Na medida do possível são identificadas as características do produto e as fontes geradoras;
2. **Transporte:** É feito por caminhões-tanque autorizados pela Agência Nacional de Petróleo (ANP) para o transporte de resíduos,
3. **Estocagem:** Realizada em tanques dispostos nos centros de estocagem localizados em pontos próximos dos mais importantes centros de coleta. Antes da disposição nos tanques é efetuada a análise química do material coletado para definir a sua classificação;
4. **Classificação:** Tem por objetivo definir o processo ao qual o material será submetido e os produtos que serão obtidos. O **óleo reciclável** será utilizado como óleo base no processo de reciclagem; o produto derivado apresenta características similares ao produto original. O **óleo para combustão** será utilizado como combustível alternativo ao chamado *fuel oil* em caldeiras e outros processos industriais que utilizam fornalhas alimentadas com combustíveis líquidos. O resíduo, que não apresenta condições de reciclagem ou de queima por conter componentes inadequados aos demais usos é classificado como **óleo para destruição** e é incinerado sob estritas medidas de segurança quanto à emissão de contaminantes.

### 2.3 Descrição do processo de re-refinação de óleo usado

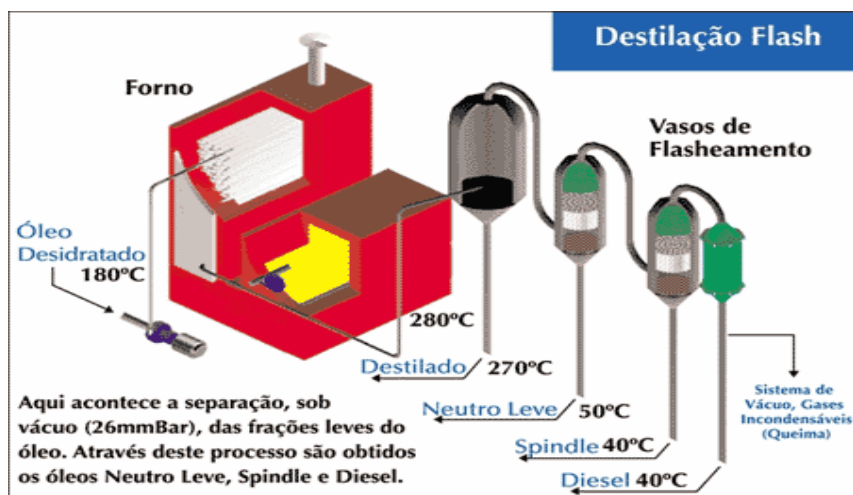
As etapas que compõem o processo de re-refino de óleo usado são apresentadas resumidamente a seguir (ESCOREL DE AZEVEDO, 2002; LWART, 2005):

1- Desidratação - Após o descarregamento do óleo numa caixa receptadora, este passa por uma filtração para retenção de partículas grosseiras. A desidratação se inicia com um pré-aquecimento do óleo até 80°C antes do envio aos desidratadores. Nos desidratadores a temperatura é elevada a 180°C para que a água e outras substâncias mais voláteis vaporizem. A água e os solventes evaporados são retirados pela parte superior do vaso para serem a seguir condensados e separados em um separador de fases. Os solventes são aproveitados como combustível para os fornos e a água é enviada para tratamento numa estação de tratamento de efluentes (ETE).



Fonte: Lwart (2005)

2- Destilação Flash – Logo depois de desidratado, o óleo é bombeado para dois fornos onde é aquecido até uma temperatura de 280°C. Após o forno, o óleo entra no sistema de vasos de flasheamento a autovácuo (a 20 mmbar). Aqui são separadas as frações leves do óleo usado: óleo neutro leve, óleo spindle e óleo diesel. O óleo neutro leve entra na formulação de óleo com média viscosidade. O óleo spindle é usado em formulações diversas. O óleo diesel é destinado ao uso da empresa. Estas frações precisam de um acabamento antes do seu uso.



Fonte: Lwart (2005)

3- Des-asfaltamento - O óleo destilado é bombeado para dois fornos onde é aquecido a uma temperatura de 380°C e enviado para os quatro evaporadores de película em autovácuo (1mmBar). Nesta etapa é separada a borra neutra do óleo. A borra neutra é composta pela maior parte degradada do óleo lubrificante usado. Na sua composição encontramos

principalmente polímeros, metais, resinas, aditivos, e compostos de carbono. A borra neutra é empregada na fabricação de mantas e produtos asfálticos em geral.



Fonte: Lwart (2005)

4- Tratamento Químico - O óleo proveniente do des-asfaltamento ainda possui alguma quantidade de componentes oxidados. Para extrair estes componentes se aplica ácido sulfúrico que promove a aglomeração dos contaminantes que decantam gerando a borra ácida. A borra ácida é um resíduo altamente poluente se lançado ao ambiente e por isso é necessário dar-lhe um tratamento adequado. Assim é lavada com água, neutralizada e desidratada transformando-se em combustível. A água ácida gerada na lavagem desta borra ácida é neutralizada com a lama e cal virgem, transformando-se em gesso para corretivo de solo. A água neutralizada é enviada para tratamento.



Fonte: Lwart (2005)

5- Clarificação e Neutralização - Após o tratamento químico, o óleo é bombeado para os reatores de clarificação e neutralização onde é adicionada a terra fuller. A mistura óleo/terra é aquecida para promover a adsorção de compostos indesejáveis. No final é adicionada a cal para neutralização do óleo.



Fonte: Lwart (2005)

6- **Filtragem** - A mistura óleo/terra/cal passa por filtros prensa que separam a terra e a cal. A terra usada pode ser empregada em indústrias cerâmicas e do cimento. O óleo ainda passa por filtros especiais para eliminar os particulados remanescentes. No final é obtido o óleo básico mineral re-refinado com as mesmas características de óleo básico virgem. Após estas etapas o óleo é armazenado em tanques. As especificações de viscosidade, cor, ponto de fulgor, acidez, corrosão, etc, são analisadas num processo de controle de qualidade que garante as características originais do produto.

### 3. A reciclagem de óleo lubrificante usado no Brasil

#### 3.1 O Mercado do Lubrificantes e o Re-refino

A produção de óleos lubrificantes no Brasil é de aproximadamente 1 bilhão de litros ao ano (CONSELHO EM REVISTA, 2005). Deste volume cerca de 650 milhões de litros ao ano são consumidos na queima dos motores ou outros usos, ou seja, não são passíveis de recuperação. Dos restantes 350 milhões de litros/ano que são usados, mas não consumidos nos processos, 69,2% são reciclados via re-refino, ou seja, 240 milhões de litros/ano. Dados de 2004 revelam que nesse ano foram coletados 240 milhões de litros, isto é, em torno de 24,0% de óleo lubrificante comercializado no país. O volume de óleo usado coletado, em 2004 possibilitou o processamento de 170 milhões de litros de óleo básico re-refinado (SCOREL DE AZEVEDO, 2002; CEMPRE, 2005).

Para fins de comparação, na Europa, 50% do óleo comercializado retorna para reutilização (CONSELHO EM REVISTA, 2005), enquanto no Brasil, essa proporção chega apenas a 24% (CEMPRE, 2005).

Nas Tabelas 1 e 2 se mostra um panorama da reciclagem de óleo lubrificante, no ano 2001, para cinco países latino-americanos. O Brasil tem um dos maiores índices de recuperação de óleo lubrificante não consumido na queima (69%) (SCOREL DE AZEVEDO, 2002).



**Tabela 1 – Volumes de óleo lubrificado em cinco países (puro e usado) em Milhões de litros/ano (2001)**

	Óleo Novo	Consumo pelo uso	Resíduo de óleo usado	Recuperado	Recuperado com uso desconhecido	Resíduo/ Novo %	Recuperado / Resíduo %
Argentina	238	119	130	50	80	55%	38%
Brasil	900	510	390	270	120	43%	69%
Colômbia	150	60	90	56	34	60%	62%
Equador	56	22	34	14	20	61%	41%
México	880	570	310	102	208	35%	33%

Fonte: Adaptado de Escorel de Azevedo (2002)

Como demonstra a Tabela 1, o Brasil apresenta índices superiores aos dos países latino-americanos, porém ainda há uma recuperação grande com uso desconhecido (que pode ser simplesmente a queima), resultando em graves problemas de poluição atmosférica.

**Tabela 2 – Litros de Óleo lubrificante, participação pelo uso e frota de veículos em cinco países (2001).**

	Óleo novo consumido (m³/a)	Uso automotriz %	Óleo para uso automotriz (m³/a).	Frota de veículos (Un)	Litros de óleo por veículo/ ano	Resíduo de óleo usado em automotivos m³/ano	Litros de óleo usado por veic./ano
Argentina	238.000	75,00%	178.500	6.607.000	27,02	97.500	15
Brasil	900.000	75,00%	675.000	19.310.000	34,96	292.500	15
Colômbia	150.000	72,70%	109.050	1.782.000	61,20	65.430	37
Equador	56.000	80,00%	44.800	793.000	56,49	27.200	34
México	880.000	71,50%	629.200	15.347.000	41,00	221.650	14

Fonte: Adaptado de Escorel de Azevedo (2002)

A Tabela 2 apresenta o volume consumido de óleo em países latino-americanos, onde o Brasil possui o maior volume de consumo, seguido pelo México. Destes países o Brasil é um dos que possui menor volume de óleo utilizado por veículo ao ano, tendo destaque neste quesito a Colômbia, com 61,2 litros/ano. O óleo residual dos veículos no Brasil fez um volume de 292.500 litros em 2002, sendo que foi constatada uma média de somente 15 litros por veículo, inferior a de países como Colômbia e Equador, porém semelhante a da Argentina e do México.

### 3.2 Os recursos legais

O controle da produção de óleos lubrificantes é realizado pela Agencia Nacional de Petróleo (ANP), uma autarquia federal ligada ao Ministério de Minas e Energia, onde empresas produtoras, distribuidoras, coletoras e re-refinadoras estão todas cadastradas. Segundo dados da ANP, há 26 empresas coletoras de óleos lubrificantes e 14 empresas re-refinadoras de óleo lubrificante, em todo o território nacional (ESCOREL DE AZEVEDO, 2002).

No Brasil o conjunto de leis e normas que regulam a atividade de produção de óleos lubrificantes em geral é bastante eficaz no estabelecimento claro das obrigações do agente participante em cada etapa (MINISTÉRIO DO MEIO-AMBIENTE, 2005). Tais normas:

- Estabelecem parâmetros para os diversos graus de viscosidade dos óleos básicos produzidos pelo re-refino;
- Criam a figura do coletor com obrigações claras e definidas;

- Criam documentos de certificação de coleta e recepção, o primeiro com eficácia de documento fiscal e;
- Despertam consciência nas autoridades para as ações de repressão as atividades ilegais de queima em caldeiras e olarias.

Não obstante, preconiza-se melhorar aspectos referentes ao controle dos agentes que formam parte do setor, como oficinas mecânicas, oficinas de troca, supermercados, postos de gasolina, entre outros que ainda estão se adequando à legislação. A legislação no Brasil obriga, através da Resolução do CONAMA Nº 9 de 31 de Agosto de 1993, que todo o óleo utilizado seja reciclado, sendo a incineração uma medida excepcional utilizada somente se demonstrada a impossibilidade de re-refino e sob condiciones severas de controle de emissões. Além disso, existem a Portaria Interministerial Nº1, do 29 de Julho de 1999, do Ministro de Minas e Energia que estabelece a responsabilidade conjunta do produtor, do importador, do revendedor e do consumidor de óleo lubrificante pela sua coleta. O produtor ou importador é responsável pela estocagem e destino final. A Agência Nacional de Petróleo (ANP) publicou as Portarias ANP 125, 126, 127, 128, 130 e 131 que tratam do tema além de regular todo o processo de distribuição, coleta, estocagem e reciclagem dos óleos lubrificantes (SCOREL DE AZEVEDO, 2002; MINISTÉRIO DO MEIO-AMBIENTE, 2005). As metas estabelecidas pela ANP eram, a partir de outubro de 2000 chegar a 25% de re-refino e, a partir de outubro de 2001, coletar e reciclar 30% do total comercializado, índice comparável aos da Alemanha, França e Itália. Essa meta ainda não foi atingida (CEMPRE, 2005; VIVEIROS, 2000).

Existe uma crescente consciência sobre a necessidade de proteção ao meio ambiente e a sociedade em geral aprova a atividade de reciclagem de óleo lubrificante. (SCOREL DE AZEVEDO, 2002; MINISTÉRIO DO MEIO-AMBIENTE, 2005).

### **3.3 Panorama da utilização de óleo usado no Brasil**

Nos últimos anos a industria de re-refino no Brasil se preparou e se capacitou para reciclar todo o óleo lubrificante usado disponível no país. Desde outubro de 2001, a meta de reciclagem, estabelecida em lei, é de 30% do volume produzido, ou seja, 300 milhões de litros ao ano devem ser re-refinados. Estes são indicadores muito similares aos de países da Europa e dos Estados Unidos (SCOREL DE AZEVEDO, 2002).

Uma das causas da reutilização de óleos lubrificantes no Brasil é a baixa porcentagem de óleo no petróleo produzido no Brasil. Isso faz com que o óleo lubrificante usado seja considerado material valioso e a sua recuperação se justifique (SCOREL DE AZEVEDO, 2002).

Atualmente observa-se uma quantidade relativamente baixa de uso de óleos lubrificantes no Brasil (34,9 litros/veículo/ano – vide tabela 2) como consequência das novas tecnologias que permitem um maior tempo entre as trocas de óleos lubrificantes em veículos automotores. Embora isso, número de litros de óleo usado gerado (retirado do motor após quilometragem limite) por veículo/ano está entre 15 e 20 litros/veículo/ano, que representa um cenário bastante favorável para a industria de reciclagem de óleo lubrificante (SCOREL DE AZEVEDO, 2002; PETROQUIMICASUL, 2005).

Embora este cenário descrito pareça positivo, a realidade é que não existem dados confiáveis sobre o destino final dado aos óleos lubrificantes usados que não se destinam ao re-refino. Estima-se que uma parte do óleo lubrificante usado seja utilizada para mistura com combustíveis em caldeiras e olarias, acarretando sérios problemas ao meio-ambiente. Outra pequena fração, especialmente na zona rural, é utilizada para o tratamento de madeiras.

Segundo a SINDIRREFINO (Sindicato Nacional da Indústria do Re-refino de Óleos Minerais), na área específica de re-refino a tecnologia foi desenvolvida através de vários anos pelos próprios re-refinadores sem colaboração oficial. O sindicato considera que na atualidade o Brasil conta com uma tecnologia eficiente e adaptada às necessidades do país, sem subsídios ou ajudas governamentais. Não existem, entretanto, dados confiáveis acerca dos custos do processo de re-refino, porque cada empresa possui seus próprios perfis e esta é uma atividade privada com controle estatal no processo e não no mercado (ESCOREL DE AZEVEDO, 2002; PETROQUIMICA DO SUL, 2005; LWART, 2005).

É importante destacar ainda que mesmo tendo o Brasil solucionado o problema nos aspectos tecnológico e jurídico, existe um passivo ambiental relativamente grande, estimado em 110 m<sup>3</sup> de óleo usado ao ano (dados de 2005), dos quais não se sabe aonde são descartados, como pode ser visto na Tabela 1, conforme Escorel de Azevedo (2002).

Em geral, a experiência de reciclagem de óleo lubrificante no Brasil tem sido uma réplica do empirismo do setor de re-refino que, não obstante, conseguiu resultados surpreendentes. Importante destacar que esse setor não conta com a aplicação concreta de instrumentos econômicos que incentivem a sua atividade.

### 3.2 Principais empresas de re-refino de óleo usado no Brasil

O Brasil já contou com cerca de 50 pequenas usinas de re-refino de óleo usado. Até 1987, sobre o preço do óleo básico incidiam impostos que chegaram a somar US\$ 1.000/m<sup>3</sup> de óleo básico, valor esse utilizado no subsídio da coleta dos óleos usados. Desde 1987, com a queda do imposto único e o aumento dos custos para o atendimento das leis ambientais, quase todas as re-refinadoras de pequeno porte e com problemas ambientais fecharam. Existem atualmente 10 empresas de re-refino em operação, reunidas no SINDIRREFINO (Sindicato Nacional da Indústria do Re-refino de Óleos Minerais) autorizadas a realizarem a coleta, estocagem e processamento principalmente nas regiões Sul, Sudeste, Centro Oeste e em várias cidades do Nordeste e nas capitais dos Estados que compõem a região Norte. A coleta é realizada junto aos postos de serviços, oficinas, empresas concessionárias e garagens de grandes frotas (CEMPRE, 2005).

A maior empresa de reciclagem de óleo lubrificante do país é a **Lwart – Lubrificantes Ltda.** localizada no Estado de São Paulo, município de Lençóis Paulista (300 km da capital). Esta empresa é responsável por quase metade de todo o re-refino no Brasil. Possui centros de coleta e estocagem em quase todo o país e duas plantas re-refinadoras em Lençóis (SP) e Duque de Caxias (RJ) (ESCOREL DE AZEVEDO, 2002; CEMPRE, 2005; LWART, 2005). A Lwart Lubrificantes Ltda. é responsável pela coleta de mais de 90 milhões de litros/ano de óleos lubrificantes usados, em milhares de postos, transportadoras, indústrias e outras fontes geradoras do país (postos de troca, postos de gasolina, transportadoras, etc). Para que isto seja operacionalizado, a Lwart conta com uma frota de mais de 200 caminhões que são operados por profissionais treinados para a coleta e formados em um programa dirigido a transportadores de cargas perigosas (LWART, 2005). Através de 15 centros de coleta, estrategicamente distribuídos em praticamente todas as regiões do Brasil, o serviço de coleta é realizado e todo o óleo lubrificante usado vem para fábrica em Lençóis Paulista onde é transformado segundo as proporções abaixo (LWART, 2005; LWART PROASFAR, 2005):

- 67% se tornam óleo básico re-refinado;
- 27% se tornam subprodutos (asfaltos, combustíveis, tintas, mantas impermeabilizantes, etc);
- 6% é o percentual de água que se perde no processo.

O controle da logística e do fluxo de veículos envolvidos nesse transporte é feito através de informações diárias sobre volumes coletados e disponíveis nos centros de coletas.

O transporte é otimizado, pois os caminhões saem da fábrica carregados com óleo re-refinado, destinados aos clientes e retornam com óleo usado armazenado nos centros de coletas (LWART, 2005).

Na região sul do Brasil a **Indústria Petroquímica do Sul Ltda.**, fundada em 1961, é outra das maiores coletoras e re-refinadoras de óleos lubrificantes do Brasil e da América do Sul. Além de produzir o óleo re-refinado também são produzidos óleos acabados e graxas. A sua capacidade de reciclagem é de 30 milhões de litros/ano. Essa empresa está instalada no Parque Industrial de Alvorada, RS, possui mais de cento e cinquenta empregados, ocupa uma área de aproximadamente 50.000 m<sup>2</sup> e possui uma capacidade de armazenamento superior a 4 milhões de litros (PETROQUIMICA DO SUL, 2005). Sua frota de sessenta caminhões - tanques coletam lubrificantes usados no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e sul do Estado de São Paulo, mantendo depósitos em vários municípios destes estados. A empresa produz óleos lubrificantes básicos de alta qualidade, os, tanto óleos acabados como graxas, levam a marca LIDEROIL, presente há quarenta anos no mercado (PETROQUIMICA DO SUL, 2005).

## 6. Conclusões

Embora o tema apresente significativa relevância, é necessário referir a escassez de fontes de informação confiáveis e acessíveis para o desenvolvimento do estudo, sendo isso um fator limitante para o aprofundamento. As buscas realizadas quer junto aos órgãos reguladores (ANP, CONAMA, FEPAM), quer junto aos órgãos de classe da indústria (SINDIRREFINO), quer ainda junto às firmas dedicadas ao re-refino (Lwart, Petroquímica do Sul) resultaram poucos dados.

Além disso, uma grande parte do óleo usado gerado reconhecidamente não tem qualquer controle dos órgãos responsáveis. Tal situação sugere a existência de um amplo campo de atuação no sentido de melhor controlar o fluxo desse produto que, se mal gerido representa um alto risco ambiental, enquanto que, adequadamente encaminhado, é uma real fonte de geração de valor econômico.

Os profissionais gestores de empresas necessitam prestar atenção às oportunidades emergentes em cenários aparentemente adversos. Antes de representar ameaças, a legislação ambiental e a escassez de recursos podem trazer, como no caso analisado, novas possibilidades de negócios. Embora os poucos dados acessíveis em relação à matriz de custos do processo de re-refino alguns indicadores de preços sugerem ser este um lucrativo negócio. Um aprofundamento no tema poderá trazer maior convicção a essa sugestão.

A multidisciplinariedade que pode ser envolvida no estudo aponta para pesquisas sobre o mesmo tema em variadas abordagens. Apenas como sugestões, estudos de Marketing poderiam enfatizar o apelo gerado no consumidor em relação ao significado ecológico de produtos reciclados e a percepção de responsabilidade social corporativa do fabricante; estudos de Economia poderiam focar os ganhos econômicos resultantes da redução dos custos com matérias primas, principalmente aquelas não renováveis, como é o caso do petróleo e seus derivados; estudos ligados à Estratégia Organizacional poderiam indicar a relação entre a adoção de práticas de reciclagem de matérias-primas e a possibilidade de obtenção de uma vantagem competitiva que poderá se revelar sustentável.

Apesar da capacidade produtiva ociosa, há custos crescentes para a captação de óleo nas zonas rurais que inviabilizam a coleta. Esse óleo é normalmente utilizado na queima, gerando degradação ambiental. Visto que o óleo “verde” pode se tornar mais valioso para consumidores e empresas que queiram, seja por consciência ou por força de sua governança corporativa, sinalizar compromisso ambiental.

Uma seqüência futura deste estudo poderia verificar se, desde que corretamente comunicado, por meio da implantação de programas mercadológicos coerentes e sedutores, os consumidores conscientes da necessidade de preservação dos recursos naturais e do meio ambiente passariam a preferir o óleo reciclado, que poderia ser denominado de “óleo verde”.

Com base nos aspectos identificados nesta pesquisa, poderia se propor as seguintes hipóteses para pesquisas futuras:

Hipótese de pesquisa 1: O “óleo verde”, dado significado ecológico da mensagem de sua marca, passaria a ter maior valor e conseqüentemente maior preço de revenda.

Hipótese de pesquisa 2: Maiores preços viabilizariam comercialmente a captação de óleo em localidades mais remotas.

## 7. Referencias bibliográficas

BABAKRI, K. A.; BENNETT, R. A.; RAO, S; FRANCHETTI, M.: **Recycling performance of firms before and after adoption of the ISO 14001 standard**. Journal of Cleaner Production. Vol.12 pg. 633–637. 2004.

CRAIGHILL, A; POWELL, J., **Lifecycle assessment and economic evaluation of recycling: a case study**. *Resources, Conservation and Recycling* No. 17. pag. 75-96, 1996;

EKVALL, T.; **Key methodological issues for life cycle inventory analysis of paper recycling** Journal of Cleaner Production. Vol. 7 , pg. 281–294, 1999.

ESCOREL DE AZEVEDO, Pedro U. **Revisión y análisis de las experiencias de Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador y México respecto a los cinco elementos claves para el manejo ambiental de lubricantes usados. Reporte Final Analítico**, REPAMAR, Buenos Aires, Argentina, Junho de 2002.

MEDINA, H., GOMES, D. **Gestão Ambiental na Indústria Automobilística**, ENEGEP 2001, Maio 2001.

ROSS, Stuart; EVANS, David. **The environmental effect of reusing and recycling a plastic-based packaging system**. Journal of Cleaner Production. Vol. 11, pg. 561–571, 2003.

SCHULTMANN, F, ENGELS, B., RENTZ, O.: **Flowsheeting-based simulation of recycling concepts in the metal industry**. Journal of Cleaner Production, Vol. 12, pg . 737–751, 2004.

[8]<http://www.ciwmb.ca.gov/UsedOil/Rerefined> - Used Oil Reciclyng Program. California Integrated Waste Management Board. All rights reserved.Acessada em 29/11/2005.

[9][http://www.dep.state.pa.us/cgi\\_apps/oil/](http://www.dep.state.pa.us/cgi_apps/oil/) - Recycle Used Motor Oil. Acessada em 29/11/2005.

KING COUNTRY Environmental Purchasing Program. Environmentally Preferable Lubricants. <http://www.metrokc.gov/procure/green/oil.htm>- Acessada em 29/11/2005.

[11]<http://www.recycleoil.org/> - Acessada em 29/11/2005.

[12]<http://www.epa.gov/cpg/products/lubricat.htm> - Acessada em 29/11/2005.

[13]<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/usedoil/index.htm> - Acessada em 29/11/2005.

[14]<http://www.cempre.org.br> - Acessada em 27/11/2005.

MINISTÉRIO DO MEIO-AMBIENTE <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res0993.html> - Acessada em 27/11/2005.

[16]CCI. Centro Científico Independente. <http://paginas.fe.up.pt/~jotace/temaspolemicos/oleosusados.htm> - Acessada em 29/11/2005.

PETROQUIMICA DO SUL. <http://www.petroquimicasul.com.br> - Acessada em 29/11/2005

LWART. <http://www.lwart.com.br> - Acessada em 27/11/2005.

LWART PROASFAR. <http://www.lwart.com.br/proasfar.asp> - Acessada em 27/11/2005.

CONSELHO EM REVISTA. Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Rio Grande do Sul. Mais rigor no controle de lubrificantes. Ano II, num. 13. Setembro 2005. p.11-13.

VIVEIROS, Mariana. Cerca de 28 mi de litros de óleo poluem SP por ano. Folha de São Paulo. 06/08/2000 Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u6713.shl>>. Acessado em 27/11/2005.