

## 1. Introdução

A Humanidade tem desde sempre tentado tirar o melhor partido dos recursos naturais que a Natureza disponibiliza. Com o início da era da industrialização, a designada Revolução Industrial, o modelo de desenvolvimento económico adoptado resultou no aumento dos níveis de consumo das matérias-primas existentes (tais como metais, madeira ou minerais para construção, energia e solos), acompanhando o crescimento da população e as necessidades daí geradas [1].

Associado ao desenvolvimento económico e social, o desenvolvimento tecnológico e a alteração dos padrões de produção e de consumo também contribuíram fortemente para a crescente utilização de recursos.

Uma parte dos recursos utilizados nas diversas actividades é convertida em resíduos e emissões. Com o seu aumento, surgiu a necessidade de se gerir a sua correcta eliminação ou valorização. Verificou-se também, desde então, o aumento da diversidade e da perigosidade dos resíduos, o que acarretou uma maior dificuldade e responsabilidade à gestão. A ausência de políticas específicas, que permitissem a gestão adequada dos resíduos, resultou na proliferação de lixeiras ou deposição nas linhas de águas, provocando efeitos negativos no meio ambiente [2,3].

Actualmente, existe uma extensa legislação tanto a nível europeu como nacional que regulamenta a gestão dos resíduos que são produzidos diariamente tanto de origem urbana como ao nível industrial.

Correntemente consideramos *resíduo* qualquer matéria indesejável e sem utilidade. No entanto, após a criação do Decreto-Lei número 239/97, da Assembleia da República, passou-se a definir resíduos, em conformidade com o Catálogo Europeu de Resíduos (CER), como sendo “quaisquer substâncias ou objectos de que o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer”. Assim sendo, um resíduo compreende todos os desperdícios resultantes da actividade humana e animal. Na sua grande maioria, estes resíduos apresentam-

se no estado sólido, sem utilização ou indesejáveis pelo seu detentor, apresentando no entanto capacidades de valorização.

De facto, nesta definição de tão vasta abrangência, podem estar incluídos, para além dos produtos em fim de vida útil, os produtos danificados, avariados e em fim de utilização. O fabricante pode ter necessidade de devolver matérias-primas que não satisfazem a qualidade especificada; por outro lado, o distribuidor pode proceder à devolução do produto devido à gestão interna do seu nível de *stock* ou a acordos comerciais pré estabelecidos e, por último, o cliente pode querer devolver produtos que se avariaram e estão dentro da garantia, produtos em fim de vida útil ou, mesmo em fim de utilização.

Para combater esta realidade, a União Europeia (UE) iniciou há mais de três décadas a elaboração de um vasto conjunto de Instrumentos de Política de Ambiente (IPA). Os IPA possuem uma natureza diversa, incluindo legislação, planos e taxas, permitindo definir as orientações e estabelecer actuações coordenadas nas diversas áreas de intervenção, sendo que o âmbito da política europeia de resíduos tem como objectivo primordial contribuir para a preservação dos recursos naturais.

Dos vários IPA actualmente em vigor, destaca-se a Directiva 2006/12/CE, de 5 de Abril, que estabelece o enquadramento legal do tratamento dos resíduos. A Directiva 2006/12/CE aplica-se especificamente a operações de gestão de resíduos, compreendendo toda e qualquer operação de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos, incidindo nas operações de descontaminação de solos e a monitorização dos locais de deposição, após o encerramento das respectivas instalações de gestão de resíduos.

No final de 2008, foi aprovada a Directiva 2008/98/CE, de 19 de Novembro, que surge para clarificar conceitos-chave como a definição de resíduo, introduzir uma abordagem que tenha em conta todo o ciclo de vida dos produtos e materiais e não apenas a fase de resíduo. A aprovação desta Directiva resultou em alterações imediatas na Directiva 2006/12/CE. Com a aprovação da Directiva 2008/98/CE, foram revogadas as Directivas 75/439/CE, 91/689/CEE e a Directiva 2006/12/CE, com efeitos a partir de Dezembro de 2010.

Dos vários resíduos produzidos numa sociedade industrializada, destacam-se os óleos lubrificantes usados. Os óleos lubrificantes usados são o resultado de um processo de contaminação ocorrido durante a utilização dos óleos lubrificantes novos (OLN),

encontrando-se estes categorizados como resíduo perigoso na Lista Europeia de Resíduos (LER). Este facto reforça a obrigatoriedade de se assegurar a sua devida gestão para evitar efeitos negativos no ambiente, resultantes da sua queima ou deposição [4].

As políticas de gestão definidas, em Portugal, para os óleos lubrificantes usados têm assentado na implementação de sistema integrados de gestão, os quais procuram criar circuitos de recolha selectiva e de encaminhamento para destino final [5].

Com a melhoria do nível de vida, sobretudo nos países industrializados, tem-se verificado um aumento cada vez mais acentuado dos resíduos, em número e em quantidade. Até um passado muito recente, os resíduos eram eliminados, normalmente, através da deposição em aterro.

Com os aterros sobrelotados e a escassez de incineradoras (em número e capacidade), têm sido envidados esforços no sentido de reintegrar os resíduos nos processos produtivos originais tendo em vista a minimização das substâncias a depor em aterro bem como a redução do consumo de recursos naturais. A reintegração dos resíduos nos processos produtivos permite um desenvolvimento mais sustentável, não colocando em risco as gerações futuras.



## 2. Enquadramento do Problema

Neste capítulo é feita a caracterização dos óleos lubrificantes virgens, assim como a enumeração de algumas das suas características e funções. Seguidamente é feita também a caracterização do óleo lubrificante usado e é explicado o ciclo de vida do mesmo, sendo feito um enquadramento legal dos óleos lubrificantes usados em Portugal e na União Europeia.

Finaliza-se este capítulo explicando a situação nacional actual em termos de gestão e tratamento dos óleos lubrificantes usados, enumerando e explicando as formas de valorização existentes.

### 2.1. Óleo lubrificante virgem

Um óleo lubrificante virgem pode definir-se, de uma forma simples, como uma substância destinada a reduzir o atrito, o calor e o desgaste, quando colocada entre duas superfícies com movimento relativo entre si. Esta designação pode ser aplicada a várias categorias de produtos, tais como óleos de motor, óleos de engrenagens, óleos hidráulicos, massas lubrificantes, entre outros [6].

Quanto à origem, os óleos lubrificantes virgens (OLV) podem ser classificados em quatro categorias sendo estas óleos minerais, óleos vegetais, óleos animais e óleos sintéticos:

- **Óleos minerais** - são substâncias obtidas a partir do petróleo e, de acordo com a sua estrutura molecular, são classificadas em óleos parafínicos ou óleos nafténicos.
- **Óleos vegetais** - são extraídos de diversas sementes: soja, girassol, milho, algodão, arroz, entre outras.
- **Óleos animais** - são extraídos de animais como a baleia, o cachalote, o bacalhau, entre outros.

- **Óleos sintéticos** - são produzidos em indústrias químicas que utilizam substâncias orgânicas e inorgânicas para fabricá-los. Estas substâncias podem ser silicões, ésteres, resinas, glicerinas entre outros.

Os óleos animais e vegetais raramente são usados isoladamente como lubrificantes, devido à sua baixa resistência à oxidação, quando comparados a outros tipos de lubrificantes. Os óleos sintéticos são de aplicação muito rara, devido ao seu elevado custo, e são utilizados nos casos em que outros tipos de substâncias não têm actuação eficiente. Os óleos minerais são os mais utilizados nos mecanismos industriais, sendo obtidos em larga escala a partir do petróleo [7].

Os óleos lubrificantes virgens sempre foram utilizados nos motores para proteger as peças móveis - reduzindo a fricção e o desgaste, arrefecendo as peças quentes e limpando interiormente o motor. Sem o lubrificante, as peças metálicas tocam umas nas outras causando desgaste e, em casos extremos, a fractura das mesmas. Assim sendo, os óleos lubrificantes têm de possuir características que os façam:

- Lubrificar, ou seja, reduzir o atrito e prevenir contra o desgaste (contacto metal-metal);
- Proporcionar uma vedação entre os êmbolos, os segmentos e as paredes dos cilindros;
- Arrefecer as peças do motor;
- Resistir à degradação térmica e química.

Os óleos lubrificantes virgens, antes de serem colocados à venda pelo fabricante, são submetidos a ensaios físicos padronizados que, além de controlarem a qualidade do produto, servem como parâmetros para os usuários. Os principais ensaios físicos padronizados para os óleos lubrificantes encontram-se resumidos na tabela seguinte [7].

Tabela 1 – Ensaios físicos padronizados para os óleos lubrificantes [7].

<b>Tipo de ensaio</b>	<b>Especificações</b>
<b>Viscosidade</b>	Resistência ao escoamento oferecida pelo óleo. A viscosidade é inversamente proporcional à temperatura. O ensaio é efectuado em aparelhos denominados viscosímetros. Os viscosímetros mais utilizados são o <i>Saybolt</i> , o <i>Engler</i> , o <i>Redwood</i> e o <i>Ostwald</i> .
<b>Índice de viscosidade</b>	Mostra como varia a viscosidade de um óleo conforme as variações de temperatura.
<b>Densidade relativa</b>	Relação entre a densidade do óleo a 20°C e a densidade da água a 4°C.
<b>Flash point (Ponto de inflamação)</b>	Temperatura mínima à qual pode inflamar-se o vapor do óleo em análise, no mínimo, durante 5 segundos.
<b>Ponto de combustão</b>	Temperatura mínima a que se mantém a queima do óleo.
<b>Ponto de mínima fluidez</b>	Temperatura mínima em que ocorre o escoamento do óleo por gravidade.
<b>Resíduo carbonoso</b>	Resíduo sólido que permanece após a destilação destrutiva do óleo.

Durante o período de utilização dos óleos lubrificantes virgens (OLV) registam-se processos que provocam perdas, emissões e contaminações, sendo consumido cerca de 50% do total do agente lubrificante. Deste modo obtém-se como produto final, um resíduo designado por óleo lubrificante usado (OLU) [8].

## 2.2. Óleo lubrificante usado

Os óleos lubrificantes usados (OLU) estão definidos na directiva da Comunidade Económica Europeia nº 75/439/CEE, de 16 de Junho de 1975, como sendo quaisquer óleos industriais lubrificantes de base mineral, tornados impróprios para o uso a que estavam inicialmente destinados. Enquadrados nesta categoria encontramos os óleos usados dos motores de combustão e dos sistemas de transmissão e os óleos minerais para máquinas, turbinas e sistemas hidráulicos.

Desta forma, podem definir-se de uma forma abrangente os óleos lubrificantes usados como todos os óleos provenientes de fontes industriais ou não industriais que usaram OLV nas suas diversas aplicações e cujas características originais foram alteradas durante a utilização, sofrendo um processo de contaminação, incapacitando a sua reutilização nas funções originais (9),(10).

A classificação dos óleos usados (OU) como resíduo é feita com base na Lista Europeia de Resíduos (Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março), que substitui o anterior Catálogo Europeu de Resíduos. Esta classificação tem como objectivo assegurar a harmonização do normativo vigente em matéria de identificação e classificação de resíduos. Em anexo apresentamos a tabela com a designação de todos os códigos LER's e respectiva designação (Anexo I).

Os óleos lubrificantes usados são classificados com as famílias dos códigos LER's 13 01, 13 02, 13 03, 13 04 e 13 05, que correspondem respectivamente às famílias “Óleos hidráulicos usados”, “Óleos de motores, transmissões e lubrificação usados”, “Óleos isolantes e de transmissão de calor usados”, “Óleos de porão usados” e “Conteúdo de separadores óleo/água”.

Os óleos lubrificantes usados contêm na sua estrutura química os contaminantes derivados da combustão, fricção e temperatura a que os OLV estiveram sujeitos na sua aplicação.

Segundo diversos autores o nível de contaminação do óleo lubrificante usado é directamente proporcional ao desgaste a que é submetido. O OLU ainda pode conter na sua constituição produtos químicos como solventes ascaréis (bifenis policlorados) que, por vezes, são

inescrupulosamente adicionados ao óleo usado, modificando as características do óleo e aumentando a insalubridade inerente ao óleo e aos seus contaminantes.

A tabela seguinte indica os principais elementos contaminantes do óleo lubrificante usado e faixas de valores das concentrações normalmente encontradas.

**Tabela 2 – Principais contaminantes do óleo lubrificante usado [12].**

Elementos	Origem	Limites (ppm)
Ba	Aditivos detergentes	< 100
Ca	Aditivos detergentes	1000 - 3000
Mg	Aditivos detergentes	100 - 500
Zn	Aditivos antidesgastantes	500 - 1000
Fe	Degradação do motor	100 - 500
Cr	Degradação do motor	Traços
Ni	Degradação do motor	Traços
Al	Desgaste das peças rotativas	Traços
Cu	Desgaste das peças rotativas	Traços
Sn	Desgaste das peças rotativas	Traços
Si	Aditivos/Água	50 - 100
S	Óleo básico/Produtos de combustão	0,2 - 1 %
Água	Combustão	5 - 10 %
Hidrocarbonetos leves	Combustível	5 - 10 %
PAH	Combustão Incompleta	< 1000

Para além dos compostos anteriormente mencionados, também é frequente verificar-se a presença de solventes, anti-refrigerantes, fluídos de travões e combustível.

As estratégias de gestão dos OU's são particularmente importantes uma vez que, considerando factores como as quantidades de OU's geradas, o seu potencial de valorização ou a sua perigosidade, são o garante do encaminhamento para um destino final adequado de um resíduo perigoso, evitando ou minimizando efeitos negativos no ambiente, isto é, a contaminação de solo ou das linhas de água.

Para que se proceda à correcta gestão dos óleos usados, é importante compreender todo o ciclo de vida dos mesmos. Neste sentido, é também importante considerar as etapas a montante da geração do próprio OU.

Assim, considera-se que fazem parte do ciclo de vida dos óleos usados as seguintes etapas [13]:

- Refinação de OLN, transporte e sua utilização (etapas a montante);
- Recolha de OU (indiferenciada/selectiva);
- Transporte de OU (directo/por transferência);
- Armazenamento de OU;
- Pré-tratamento de OU;
- Valorização de OU (energética, reciclagem ou regeneração);
- Eliminação final (destruição térmica uma vez que não são admissíveis resíduos líquidos em aterro).

### 2.3. Legislação imposta sobre os OLU's

No âmbito das suas competências, a União Europeia emana regulamentos, directivas, decisões, recomendações e pareceres. Estes tratam-se de instrumentos jurídicos independentes sem relação com os instrumentos jurídicos nacionais. As instituições competentes só podem adoptar estes actos jurídicos vinculativos se uma disposição do Tratado lhes conferir poder para tal [1,14].

A legislação portuguesa no domínio dos resíduos tem sido alterada diversas vezes nos últimos anos como reflexo da sua desactualização face às exigências da União Europeia, tal facto também se sucedeu com a legislação aplicável aos óleos usados.

No entanto, foi apenas com a entrada em vigor do DL n.º 153/2003 que a gestão de óleos usados em Portugal sofreu uma alteração significativa. A nova legislação tinha como orientação principal a aplicação do princípio da responsabilização dos produtores, ou importadores, de óleos novos na gestão adequada do ciclo de vida útil dos óleos, sem descurar o envolvimento de outros intervenientes tais como os consumidores, os produtores de óleos usados, os operadores de recolha/transporte, de armazenagem, tratamento e valorização, bem como os municípios e outras entidades públicas.

Na Tabela 3 é apresentada a legislação em vigor aplicável à gestão de óleos usados.

**Tabela 3 - Legislação aplicável aos óleos usados em Portugal**

<b>Legislação Aplicável sobre os Óleos Usados</b>	
<b>Lei aplicável</b>	<b>Descrição</b>
Decreto-Lei N.º 88/91, de 23 de Fevereiro de 1991	Regula a actividade de armazenagem, recolha e queima de óleos usados. Revogado pelo Decreto-Lei n.º 153/2003 de 11 de Junho.
Decreto-Lei n.º 153/2003 de 11 de Junho	Rege as leis sobre a gestão de óleos novos e usados, tendo em conta a sua produção (desde a logística aos processos de produção), regeneração e possível reciclagem ou valorização. Alterado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de Junho.

<p>Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de Junho</p>	<p>Procede à transposição da directiva comunitária relativa à gestão de resíduos e introduz alterações a vários diplomas legais relativos a esta matéria, nomeadamente no que diz respeito à adopção de medidas que conferem uma simplificação administrativa e à alteração dos objectivos anteriormente definidos.</p>
<p>Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de Setembro</p>	<p>Tem como objectivo estender a gestão de resíduos (em geral) às operações de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos, bem como às operações de descontaminação de solos e à monitorização dos locais de deposição após o encerramento das respectivas instalações. Alterado pela Lei 64-A/2008 de 31 de Dezembro e pelo Decreto-Lei n.º 183/2009 de 10 de Agosto. Aditado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de Junho.</p>
<p>Portaria n.º 1028/92, de 5 de Novembro de 1992</p>	<p>Estabelece normas de segurança e identificação para o transporte de óleos usados.</p>
<p>Portaria 209/2004, de 3 Março</p>	<p>Tem como função fazer a transposição da Decisão da comissão nº 2000/532/CE alterada entre outras pela decisão da comissão 2001/573/CE.</p>
<p>Despacho n.º 9627/2004, de 15 de Maio (II Série)</p>	<p>Tem como função adoptar a implementação de um Modelo do registo trimestral para produtores de óleos usados.</p>
<p>Licença (Despacho conjunto n.º 662/2005)</p>	<p>Tem como função permitir a gestão de um sistema integrado de gestão de óleos usados através da SOGILUB (Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda.).</p>
<p>Licença Madeira, de 15 de Dezembro de 2005</p>	<p>Tem como finalidade a extensão da actividade da SOGILUB à região Autónoma da Madeira, segundo o Decreto-Lei n.º 153/2003 de 11 de Junho.</p>
<p>Licença Açores, Despacho 514/2005, de 27 de Dezembro</p>	<p>Tem como finalidade a extensão da actividade da SOGILUB à região Autónoma dos Açores, segundo o Decreto-Lei n.º 153/2003 de 11 de Junho.</p>
<p>Portaria n.º 1407/2006, de 18 de Dezembro</p>	<p>Estabelece a implementação de uma taxa de gestão de resíduos, incidente sobre as entidades gestoras de sistemas de gestão de fluxos específicos de resíduos, individuais ou colectivos, de centros integrados de recuperação, valorização e eliminação de resíduos perigosos (CIRVER), de instalações de incineração e co-incineração de resíduos e de aterros sujeitos a licenciamento da Autoridade Nacional de Resíduos (ANR) ou das autoridades regionais dos resíduos.</p>

Portaria n.º 1408/2006, de 18 de Dezembro	Estabelece a criação e gestão do SIRER (Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos), que potencia a via electrónica, um mecanismo de registo e acesso a dados sobre resíduos, substituindo os antigos mapas de registo de resíduos.
Portaria n.º 320/2007, de 23 de Março	Tem como objectivo a divulgação de informação e apoio técnico para o cumprimento do Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos (SIRER).
Decreto-Lei n.º 72/2007 de 27 de Março	Altera o Decreto-Lei n.º 277/99, de 23 de Julho, que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 96/59/CE, do Conselho, de 16 de Setembro, e estabelece as regras para a eliminação dos PCB usados, tendo em vista a destruição total destes.
Despacho n.º 4364/2011, de 10 de Março	Prorrogação da licença concedida à SOGILUB para a gestão de óleos usados.

A legislação comunitária existente a respeito dos óleos usados é a seguinte:

**Tabela 4 - Legislação comunitária aplicável aos óleos usados**

<b>Legislação Aplicável sobre os Óleos Usados</b>	
<b>Lei aplicável</b>	<b>Descrição</b>
Directiva 75/439/CEE, do Conselho, de 16 de Junho	Relativa à eliminação de óleos usados.
Directiva 87/101/CEE, do Conselho, de 22 de Dezembro	Altera a Directiva 75/439/CEE.
Directiva n.º 2008/98/CE, de 19 de Novembro de 2010	Relativa à eliminação de óleos usados, revoga a Directiva 75/439/CEE, do Conselho, de 16 de Junho.

Em termos europeus, a gestão de óleos usados é actualmente regulamentada pela Directiva n.º 2008/98/CE, de 19 de Novembro, relativa à eliminação de óleos usados, uma vez que desde 12 de Dezembro de 2010 a Directiva n.º 75/439/CEE, de 16 de Junho foi revogada.

Após mais de uma década de vigência, a Directiva n.º 75/439/CEE, de 16 de Junho foi parcialmente alterada pela Directiva n.º 87/101/CEE, de 22 de Dezembro de 1986, sendo

posteriormente alvo de novas alterações pelas Directivas n.º 91/692/CEE, de 23 de Dezembro e n.º 2000/76/CE, de 4 de Dezembro, sendo a primeira alteração a mais significativa.

A estratégia da UE passa pela promoção de sistemas integrados de gestão de óleos usados, assegurando-se o destino adequado ao resíduo e a mitigação da ocorrência de efeitos negativos decorrentes de práticas ilegais. Este objectivo passa por aumentar a articulação entre os diversos *stakeholders* (produtores, consumidores e entidades que tratam da gestão do óleo usado) assim como o nível de eficiência de cada etapa [2,18].

## 2.4. A situação nacional

A política de resíduos em Portugal está em sintonia com o estabelecido em termos europeus, assentando em objectivos e estratégias que visam garantir a preservação dos recursos naturais e a minimização dos impactes negativos sobre a saúde pública e o ambiente.

Tal como nos restantes países da UE, também em Portugal se adoptou o sistema de hierarquização de processos de gestão, incentivando-se a redução da produção dos resíduos, a sua reutilização e reciclagem por fluxos [3].

Para o cumprimento das obrigações estabelecidas pelo Decreto-Lei n.º 153/2003, de 11 de Julho, os produtores de óleos novos foram obrigados a submeter-se à gestão dos óleos usados a um de dois sistemas possíveis: integrado ou individual [15].

No sistema integrado, a responsabilidade dos produtores de óleos novos seria transferida para uma entidade gestora, devidamente licenciada para o efeito. A entidade gestora seria uma pessoa colectiva, sem fins lucrativos, com financiamento assegurado através de uma prestação a suportar pelos produtores de óleos novos por cada litro de óleo novo colocado no mercado nacional [15].

No sistema individual, seriam os próprios produtores de óleos novos a assumir as suas obrigações, carecendo para o efeito de uma autorização específica, a qual apenas seria concedida se fossem garantidas as obrigações previstas para o sistema integrado. Por último, seria criada uma comissão de acompanhamento da gestão de óleos usados, a quem caberia zelar pelo cumprimento das disposições do novo diploma [15].

A evolução deu-se no sentido da criação de um sistema integrado, tendo sido criada, em Setembro de 2004, a SOGILUB, a Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda., que se assume como entidade gestora do Sistema Integrado de Gestão de Óleos Usados (SIGOU) em Portugal. Esta foi constituída no quadro do Decreto-Lei n.º 153/2003, de 11 de Julho, que estabelece o regime jurídico para a gestão de óleos novos e de óleos usados, tendo sido licenciada, como referido anteriormente, pelo Despacho Conjunto n.º 662/2005, de 6 de Setembro, do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, e do Ministério da Economia e da Inovação.

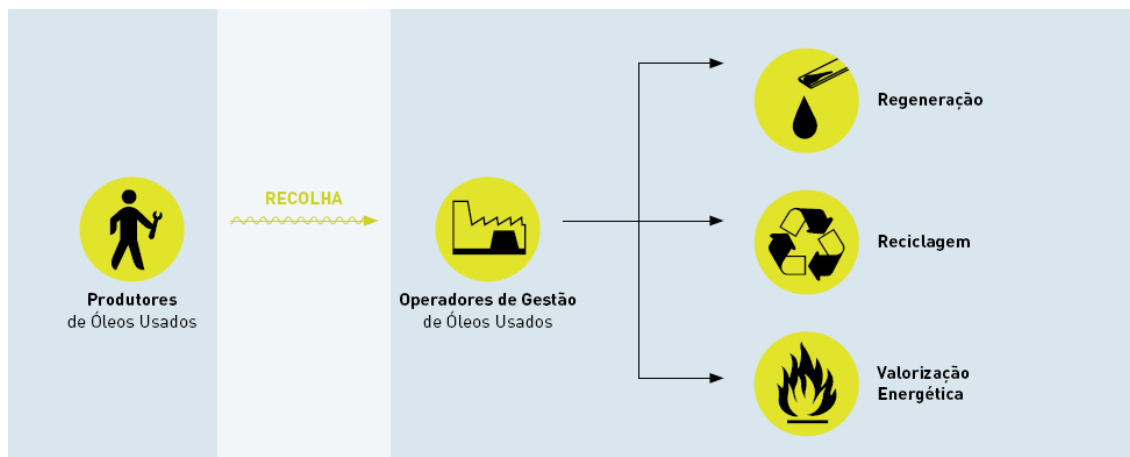
No quadro das obrigações impostas pelo Decreto-Lei referido anteriormente, os produtores de óleos novos (PrON) são responsáveis pelo destino dos óleos usados gerados, sendo condição obrigatória para a colocação de óleos novos no mercado nacional a adesão destes a um sistema individual ou a um sistema integrado de gestão de óleos usados. De igual modo, os produtores de óleos usados (PrOU) são responsáveis pela sua correcta armazenagem e integração num sistema integrado de gestão de óleos usados.

A recolha selectiva dos resíduos, neste caso específico dos óleos lubrificantes usados, tem como propósito o armazenamento e pré-tratamento destes, nomeadamente no que diz respeito à separação das substâncias perigosas, e o posterior envio para destino final adequado [16].

A SOGILUB é uma sociedade sem fins lucrativos, estando vedada a distribuição de lucros do exercício aos sócios a APETRO (Associação Portuguesa de Empresas Petrolíferas) que detém 60% do capital social e a UNIOIL (Associação Portuguesa de Empresas Gestoras e Recicladoras de Óleos Usados) que detém os restantes 40%, devendo os resultados líquidos ser reinvestidos e/ou servir para financiar actividades desenvolvidas no âmbito da Sociedade [17,18].

Esta entidade tem por objecto a prestação de serviços de gestão integrada de óleos lubrificantes usados, incluindo a organização da recolha, transporte, armazenagem, tratamento e valorização (nomeadamente, regeneração, reciclagem e valorização energética), realização de estudos, campanhas, promoções e acções de comunicação, assim como, o desenvolvimento e manutenção [18].

Na Figura 1 apresentamos um esquema do modelo de funcionamento do sistema integrado de gestão.



**Figura 1 – Modelo de funcionamento do Sistema integrado, segundo a SOGILUB [19].**

A SOGILUB desenvolve igualmente acções de comunicação e sensibilização para apelar tanto aos consumidores como aos PrOU's, através de campanhas de imprensa, campanhas de sensibilização (visitas individuais a todos os PrOU's aderentes ao SIGOU), *Soft Sponsoring* e participação em eventos [5,18].

Recentemente, foi prorrogada a licença concedida à SOGILUB para a gestão de óleos usados, através do despacho n.º 4364/2011 de 10 de Março, do Ministro da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento e do Secretário de Estado do Ambiente, enquanto entidade gestora do sistema integrado, regulado pelo Decreto-Lei n.º 153/2003, de 11 de Julho.

Esta prorrogação foi concedida considerando o novo pedido de licença oportunamente formulado pela SOGILUB e os pareceres favoráveis da Agência Portuguesa do Ambiente, da Direcção-Geral das Actividades Económicas e da Direcção Geral de Energia e Geologia, e começou a produzir efeitos a partir de 1 de Janeiro de 2011, tendo sido concedida pelo prazo de três meses, sendo automaticamente renovável por iguais períodos até à emissão da nova Licença.

A SOGILUB tem uma rede de operadores responsável pela recolha, transporte, armazenagem e tratamento dos óleos usados, no Continente e nas Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira. A recolha de óleos usados, efectuada por cada um dos 7 operadores, incide em determinada área geográfica de acordo com o definido na figura seguinte [20].



Figura 2 – Zonas dos diferentes operadores de recolha de óleos lubrificantes usados [20].

Os produtores de óleos novos (marcas de lubrificantes e importadores) são responsáveis pelo circuito de gestão de óleos usados, enquanto que os produtores de óleos usados (oficinas) respondem pela sua correcta armazenagem e integração no circuito de gestão. As empresas que colocam óleos lubrificantes novos no mercado contribuem com uma prestação financeira por cada litro de óleo lubrificante introduzido no mercado, denominada por Ecovalor, para financiar a recolha de óleos usados, de acordo com as regras do Sistema Integrado de Gestão de Óleos Usados (SIGOU).

O Ecovalor está fixado em 0,063 €/litro, acrescido de IVA, e permite colocar todo o sistema em funcionamento, desde a recolha de óleos usados até ao seu tratamento e posterior envio para empresas licenciadas para regeneração, reciclagem e valorização energética, bem como apoiar projectos de investigação e desenvolver acções de sensibilização e comunicação no âmbito do SIGOU [18,20].

O Sistema Integrado de Gestão de Óleos Usados (SIGOU) engloba todas as empresas de gestão e reciclagem de óleos usados, sendo responsável por todo o processo: desde a recolha de óleo usado até ao preenchimento de mapas, emissão de guias de acompanhamento de resíduos e envio de documentação ao Instituto Nacional de Resíduos (INR).

Todos os óleos usados recolhidos no âmbito do SIGOU são enviados para as unidades de pré-tratamento, onde se procede à remoção de algumas impurezas e parte de substâncias contaminantes dos óleos usados. Deste processo resultam óleos usados pré-tratados, que são encaminhados na totalidade para regeneração, reciclagem e valorização energética. A Tabela 5 apresenta as empresas responsáveis por cada tipo de valorização para que são encaminhados os óleos lubrificantes usados recolhidos em Portugal e a respectiva localização [5,18].

**Tabela 5 - Empresas responsáveis por cada forma de valorização dos óleos usados em Portugal**

Empresa	Forma de Valorização			Localização
	Regeneração	Reciclagem	Valorização energética	
TRACEMAR - <i>Tratamientos de Aceites y Marpoles, S.L.U.</i>	✓			Espanha
GAUAR - <i>Gestión de Aceites Usados de Aragon, S.L.U.</i>	✓		✓	Espanha
ENVIROIL - Resíduos e Energia, Lda.		✓		Portugal
ARGEX - Argila Expandida, S.A.		✓		Portugal
MAXIT - Argilas Expandidas, S.A. (1)			✓	Espanha

1 Esta empresa além de valorizar energeticamente os óleos lubrificantes usados deveria também ser considerada como uma empresa de reciclagem, visto que óleo é usado como agente expensor da argila, de forma semelhante ao processo da Argex.

Com vista a implementar uma solução para os Resíduos Industriais Perigosos (RIP), foram inaugurados em 2008 os CIRVER, localizados no concelho da Chamusca, distrito de Santarém. Com a entrada destes em funcionamento, Portugal tornou-se tendencialmente auto-suficiente na gestão dos resíduos industriais perigosos, socorrendo-se das melhores tecnologias disponíveis para permitir viabilizar uma solução específica para cada tipo de resíduo a custos comportáveis [21].

A criação dos CIRVER, por aprovação do Decreto-Lei n.º 3/2004, de 3 de Janeiro, representou uma nova via para a resolução do problema dos resíduos industriais existente em Portugal. Estes centros de tratamento possibilitam um conjunto de alternativas para o tratamento dos RIP, destinando-se à gestão de um vasto leque de resíduos, e não apenas ao tratamento final de substâncias susceptíveis de valorização energética.

A Agência Portuguesa do Ambiente possui uma base de dados de operadores de gestão de resíduos (SILOGR) podendo ser consultada em <http://www.apambiente.pt/silogr/pages/principal.aspx>.

Nos CIRVER uma parte significativa dos resíduos é reduzida e valorizada através de processos físico-químicos, sendo posteriormente utilizada como matéria-prima no mesmo processo ou num processo de fabrico diferente. A fracção orgânica que, por demasiado contaminada ou onerosa, não é passível de regeneração ou reciclagem, é nestes centros sujeita a um pré-tratamento com vista à posterior valorização energética por co-incineração, como é o caso dos óleos lubrificantes usados. Subsidiariamente, a parte composta por resíduos inorgânicos, e em casos excepcionais, resíduos orgânicos de baixo conteúdo energético à qual não pode ser dado nenhum dos referidos destinos, são sujeitos a processos de transformação físico-químicos de estabilização e inertização com vista à deposição em aterro [21].

## 2.5. Valorização de óleos lubrificantes usados

Existe uma grande variedade de instalações de processamento e tratamento de óleos usados na União Europeia. Porém, pode referir-se dois tipos principais de tratamento aplicados a estes resíduos. Um refere-se à utilização do óleo usado como combustível, como é o caso da valorização energética e da reciclagem, o outro tipo de tratamento corresponde ao processo de regeneração em que parte do óleo usado é reutilizada como óleo base para lubrificantes. Existe igualmente uma grande variedade de processos utilizados para tratar os óleos:

- Mistura;
- Separação/tratamento químico:
  - Destilação;
  - Fraccionamento e
  - *Cracking*.

Os valores económicos e caloríficos são recuperados a diferentes níveis dependendo do tratamento aplicado aos óleos usados. As duas técnicas principais (i.e. regeneração e queima directa, geralmente em cimenteiras) correspondem a cerca de 60 % em massa, da quantidade total recuperada. Os outros dois métodos, o reprocessamento e a recuperação (utilizado para óleos hidráulicos), correspondem a cerca de 30 % em massa da quantidade total dos óleos recuperados [18].

A Figura 3 mostra um sumário das percentagens dos tipos de tratamentos utilizados para óleos usados em cada país da União Europeia em 1999. Nessa altura, a forma de gerir os óleos lubrificantes usados passava apenas pela incineração com recuperação de energia eléctrica e reciclagem. Uma vez que a regeneração era uma alternativa de elevado custo e pouco estudada. É de notar também que grande parte do óleo lubrificante injectado no mercado não era recolhido, devido à falta de um sistema integrado de recolha deste e consequentemente esta percentagem de óleo usado não sofria qualquer tratamento. Como é facilmente de prever, até aos dias de hoje a actividade de gestão dos óleos usados foi muito alterada.

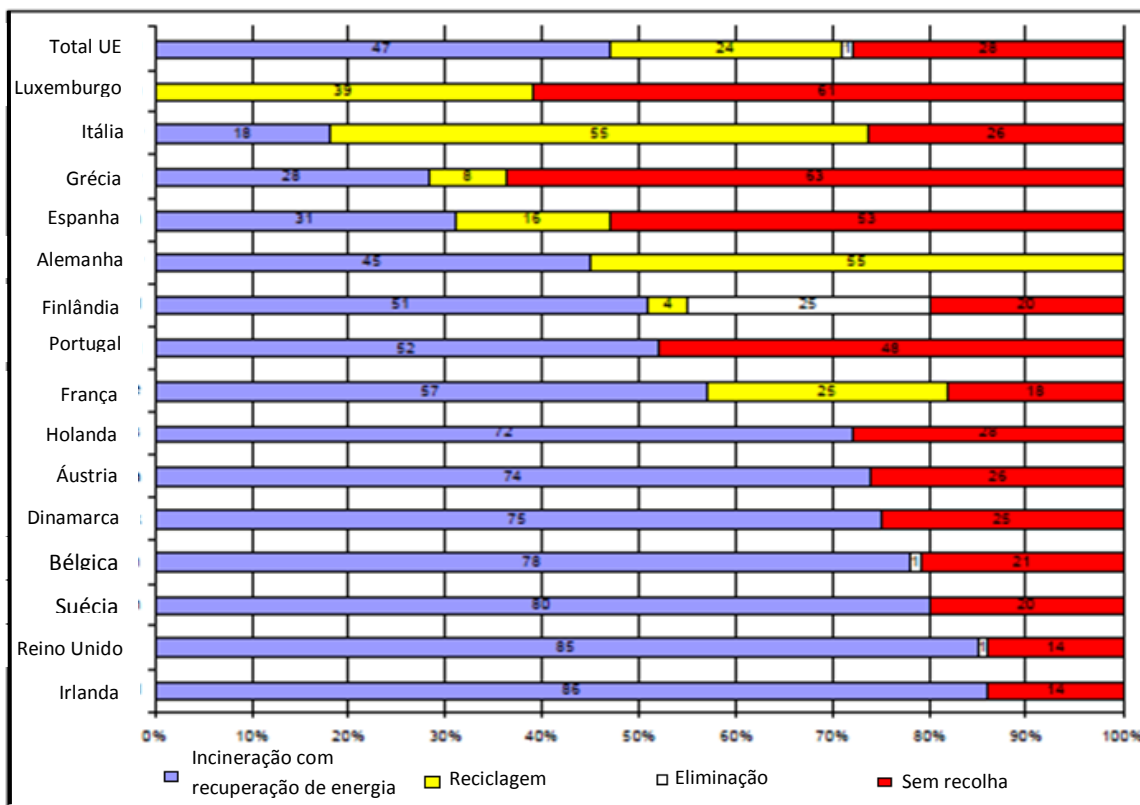


Figura 3 – Gestão de óleos usados na União Europeia em 1999 [18].

Em Portugal, a valorização por meio de reciclagem é o tipo de tratamento com maior percentagem de utilização, seguida da regeneração e por último a valorização energética que é o método menos utilizado, sendo que desde 2008 não tem seguido óleo para este último destino.

Na Figura 4 mostramos a tendência referida anteriormente através dos dados da entidade gestora do sistema integrado em Portugal. De notar que a colocação no mercado é referente a óleos novos sujeitos à taxa “Ecovalor” e que os dados da reciclagem não incluem a regeneração.

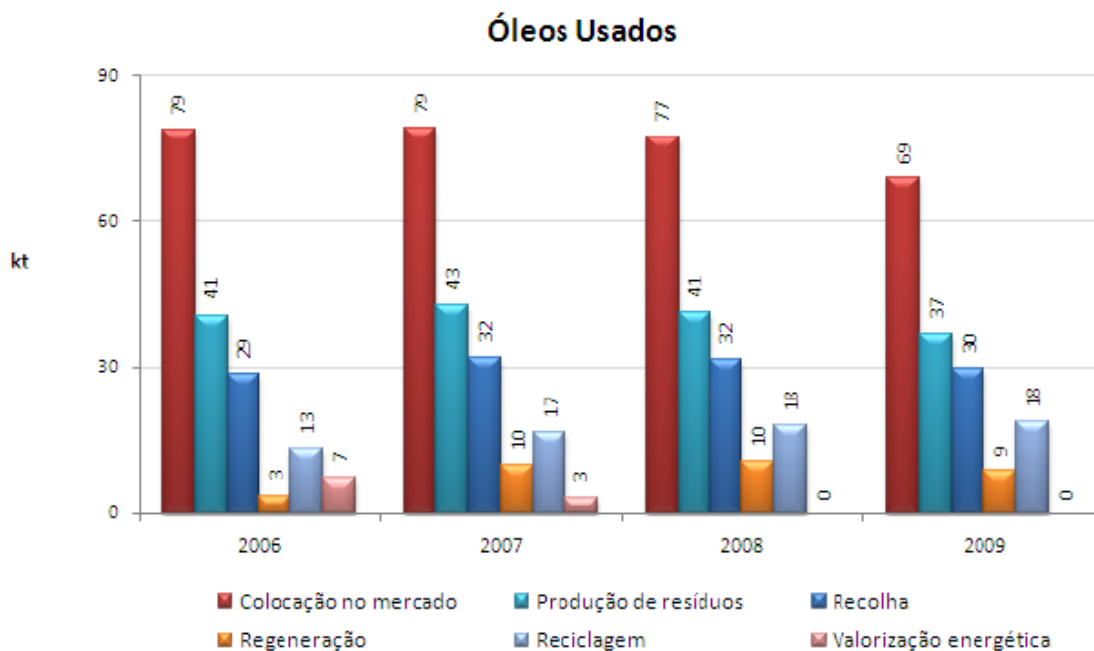


Figura 4 – Análise quantitativa da evolução da quantidade de óleos usados em Portugal de 2006 a 2009 [22].

Actualmente apenas uma pequena quantidade de óleo lubrificante recolhido não é tratado, esta quantidade refere-se a cerca de 10 % dos OLU recolhido (em 2009).

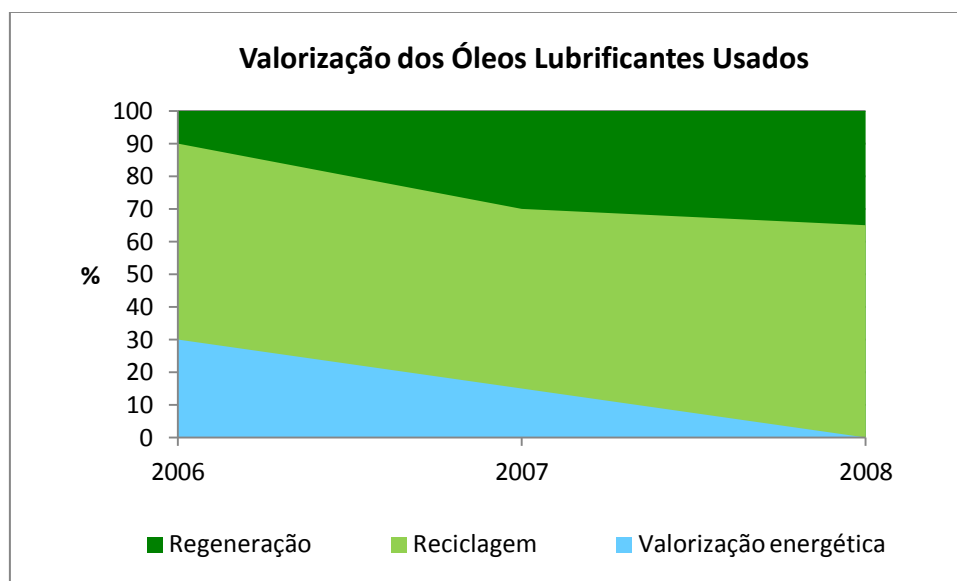
A situação actual deve-se à existência de incentivos que favorecem preferencialmente a regeneração e desfavorecem a valorização energética em relação à reciclagem. Por lei, estão afixados objectivos de gestão para os óleos lubrificantes usados, em forma percentagens que são necessárias atingir anualmente nos diversos métodos de valorização.

Recentemente foi publicado o decreto-lei n.º 73/2011 de 17 de Junho que fixa as metas a alcançar até 2020, no que diz respeito às opções de prevenção e gestão de resíduos, que tem a seguinte ordem de prioridades:

- a) Prevenção e redução;
- b) Preparação para a reutilização;
- c) Reciclagem;
- d) Outros tipos de valorização;
- e) Eliminação.

Assim sendo, prevê-se até 2020 um aumento mínimo global para 50 % em peso relativamente à preparação para a reutilização e a reciclagem de resíduos urbanos, incluindo o papel, o cartão, o plástico, o vidro, o metal, a madeira e os resíduos urbanos biodegradáveis, e um aumento mínimo para 70 % em peso relativamente à preparação para a reutilização, a reciclagem e outras formas de valorização material, incluindo operações de enchimento que utilizem resíduos como substituto de outros materiais, resíduos de construção e demolição não perigosos, com exclusão dos materiais naturais definidos na categoria 17 05 04 da Lista Europeia de Resíduos (LER). É nesta última meta que estão englobados os OLU's.

Até ao ano de 2008 verificou-se uma diminuição da valorização dos óleos lubrificantes usados tanto por reciclagem como por valorização energética (Gráfico 1), tendo sido considerada esta última como nula em Portugal, uma vez que não existe nenhuma empresa sediada no nosso país a efectuar este tipo de valorização. Consequentemente a quantidade de OLU que seguiu para a regeneração aumentou. Esta tendência tem-se verificado nos anos seguintes.



**Figura 5 – Valorização dos óleos lubrificantes usados em Portugal até 2008. (19)**

Seguidamente enumeramos as três principais formas de valorização dos OLU's, explicando como funcionam e onde funcionam em Portugal.

### 2.5.1. Reciclagem

A reciclagem é o principal destino dos óleos usados em Portugal verificando-se ainda um aumento desde 2006 do envio de óleos para este destino. Os objectivos anuais reflectem as obrigações da licença, tendo sido alcançados nos três anos em referência, sendo que em 2008 a quantidade anual de óleos reciclados atingiu o valor máximo de 17.809 toneladas [24].

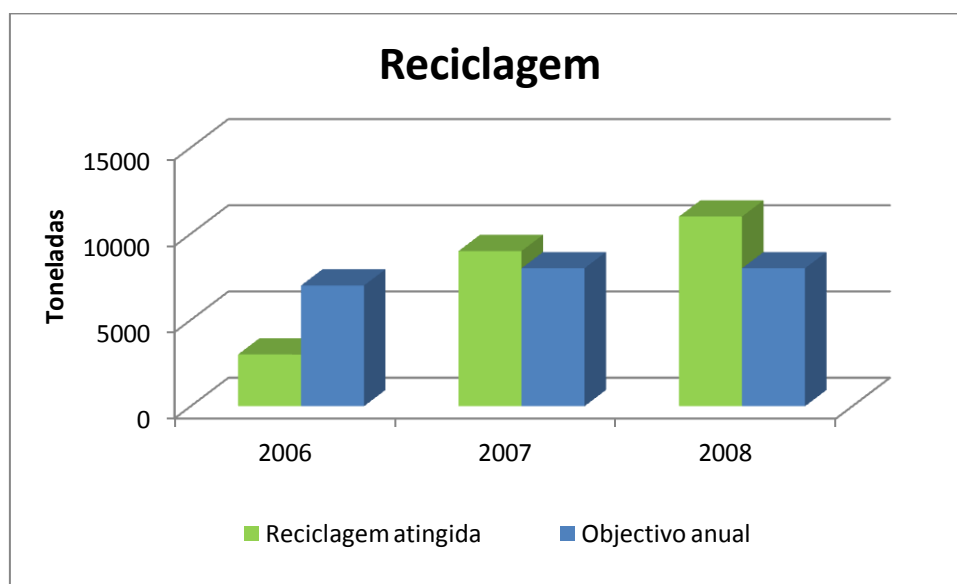


Figura 6 - Evolução da reciclagem de óleos usados em Portugal [25].

As empresas que praticam a reciclagem dos óleos lubrificantes usados em Portugal são a ENVIROIL – Resíduos e Energia, Lda., o caso em estudo, e a ARGEX – Argila Expandida S.A.

Na ENVIROIL o óleo lubrificante usado é sujeito a um *cracking* térmico com o intuito de produzir combustível que posteriormente é utilizado para produzir energia eléctrica. Este processo será explicado detalhadamente mais à frente.

Na ARGEX, o óleo lubrificante usado é utilizado como agente expensor nos seus produtos, tornando-o essencial para a produção específica de alguns dos seus principais produtos, estando assim englobada como uma empresa que pratica a reciclagem [25].

Os óleos usados passíveis de serem reciclados têm de obedecer às especificações técnicas enumeradas na tabela seguinte (tabela 7).

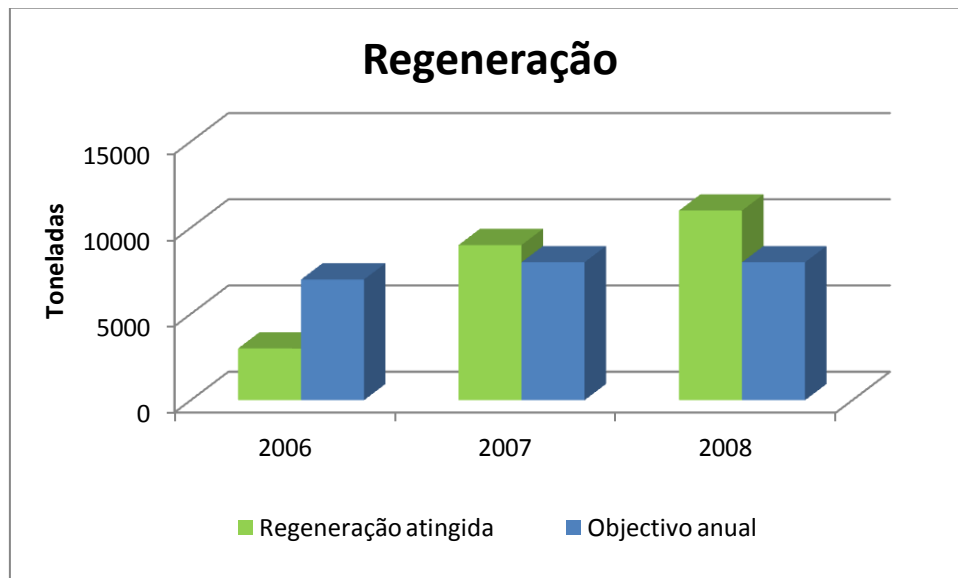
**Tabela 6 – Especificações técnicas para os óleos usados que se destinam à reciclagem [23].**

Característica	Unidade	Valor		Método de Ensaio
		Mínimo	Máximo	
Densidade a 15°C	-	0,855	0,925	ASTM D-4052
Ponto de Inflamação	°C	65		ASTM D-93
Conteúdo em água	Percentagem em peso	-	3,00	ASTM D-95
Conteúdo em sedimentos	Percentagem em peso	-	0,75	-
Resíduo Carbonoso	Percentagem em peso	-	2	ASTM D-524
Cloro total	ppm	-	2000	-
PCB/PCT	ppm	-	50	H.P.G.C. – ECD
Enxofre total	Percentagem em peso	-	1	ASTM D-1552
Pb	ppm	-	750	ASTM D-5185
Ni	ppm	-	15	IP-288
Cr	ppm	-	5	ASTM D-5185
Cu	ppm	-	200	ASTM D-5185
V	ppm	-	5	IP-288
Cd	ppm	-	1	ASTM D-5185

## 2.5.2. Regeneração

A regeneração de óleos usados constitui o destino prioritário na hierarquia do tratamento e valorização de óleos usados. Os óleos encaminhados anualmente para regeneração têm aumentado desde 2006, tendo-se atingido as 10.444 toneladas em 2008. Desde 2006 que os objectivos anuais são também amplamente cumpridos [24].

Os OLU's que seguem para este destino são enviados para o exterior do país, maioritariamente para Espanha, uma vez que em Portugal não existe nenhuma empresa a utilizar esta tecnologia.



**Figura 7 – Evolução da regeneração de óleos usados em Portugal [24].**

Os OLU's mais adequados para a regeneração são aqueles que não se encontram muito poluídos e que possuam um elevado índice de viscosidade (HVI).

O GEIR e as empresas que praticam a regeneração consideram como regeneráveis os seguintes OU's:

- óleo de motor não clorado (código LER: 130205);
- óleo hidráulico não clorado (código LER: 130110);
- óleo mineral diatérmico não clorado (código LER: 130306).

Sob certas condições, como a limitação do teor de cloro ou PCB, esta lista pode ser estendida com as seguintes categorias:

- óleo para motor clorado (código LER: 130204);
- óleo hidráulico com PCB (código LER: 130101);
- óleo hidráulico clorado (código LER: 130109).

De acordo com a GEIR, 60 a 65% dos OU's são passíveis de serem utilizados na regeneração. No entanto outros especialistas indicam que apenas 50% dos OU's se enquadram neste tipo de reciclagem.

Vários autores insistem no facto de que a composição dos OU's se encontra cada vez mais complexa, devido a diversos factores:

- O uso crescente de dispersantes, bem como ésteres e poli-alfa-olefinas, por exemplo, para aumentar a vida útil do óleo.
- O facto de se deixar de aplicar a base mineral convencional auto lubrificante para se passar a utilizar produtos "sintéticos" que têm melhorado as características de desempenho. Considerando que algumas desses produtos sintéticos podem ser regenerados, juntamente com os óleos minerais, os outros (com base sobre ésteres, por exemplo) são menos adequados para a regeneração, porque estes tendem a ser menos estáveis na presença de soda cáustica (usada frequentemente nos processos de regeneração) e menos estável para a etapa de hidro-acabamento.

Os óleos lubrificantes usados recolhidos em Portugal são utilizados para regeneração por duas empresas Espanholas. São elas a TRACEMAR - *Tratamientos de Aceites y Marpoles, S.L.U.* e a GAUAR - *Gestión de Aceites Usados de Aragon, S.L.U.*

Num futuro próximo também em Portugal se iniciará o processo de regeneração, através de um investimento efectuado pela ENVIROIL – Resíduos e Energia, Lda, que se prevê que inicie a sua laboração no fim do ano de 2011.

Os óleos lubrificantes usados são actualmente encaminhados para empresas espanholas devido à percentagem de óleo que é obrigatório por lei enviar para este tipo de tratamento.

Os óleos usados passíveis de serem regenerados têm de obedecer às especificações técnicas enumeradas na tabela seguinte (tabela 8).

**Tabela 7 – Especificações técnicas para os óleos usados que se destinam à regeneração [23].**

Característica	Unidade	Valor	
		Mínimo	Máximo
PCB	ppm	-	50
Água	Percentagem em peso	-	10
Sedimentos	Percentagem em peso	-	3
Coagulação	-	Não	Não
Cloro total	ppm	-	2000
Ponto de Inflamação	°C	180	-

### 2.5.3. Valorização energética

Este tipo de tratamento trata-se do último destino na hierarquia de tratamento e valorização dos óleos lubrificantes usados. No entanto, o encaminhamento para valorização energética permite a recuperação do conteúdo energético dos resíduos e previne quaisquer outras formas de eliminação efectuadas sem condições. A estratégia nacional tem passado por promover a regeneração e reciclagem dos óleos, minimizando desta forma a quantidade enviada para valorização energética. Em 2008 a quantidade enviada para este último destino foi efectivamente nula [24].

Os óleos lubrificantes usados recolhidos em Portugal são utilizados para valorização energética por duas empresas em território espanhol. São elas a GAUAR - *Gestión de Aceites Usados de Aragon, S.L.U.* e a MAXIT - Argilas Expandidas, S.A.

Na empresa GAUAR efectua-se o tratamento do óleo lubrificante usado para posteriormente ser usado como combustível, substituto do fuelóleo. Para atingir este objectivo, após o tratamento do óleo lubrificante transportado até às instalações este é direccionado para uma coluna de destilação a vácuo onde é destilado. Esta destilação produz, aproximadamente, os seguintes produtos [26]:

- 10 % de água destilada;
- 5 % de óleo base;
- 5 % de Naftas pesadas e
- 80 % de Óleo.

A empresa multinacional MAXIT produz argila expandida e utiliza o óleo lubrificante usado como combustível para o aquecimento dos fornos essenciais ao seu processo de fabrico e como agente expansor em alguns dos seus produtos finais [27].

### **3. Processo produtivo de reciclagem da Enviroil**

O processo produtivo da Enviroil é considerado como sendo um processo de reciclagem pela entidade gestora nacional, a SOGILUB, o que pela definição do Decreto-lei n.º 153/2003 de 11 de Julho está correcto se se considerar que a empresa produz um produto designado por simil-gasóleo, a partir de óleos usados.

Neste capítulo será feita a caracterização da empresa em estudo, através da descrição das etapas do processo produtivo e será feita a caracterização de todos os produtos envolvidos no processo desde a matéria-prima, ao produto final, passando pelos produtos intermédios.

#### **3.1. Caracterização da Enviroil**

A Enviroil – Resíduos e Energia, Lda., iniciou a sua laboração no ano de 2001, resultando da sociedade de três empresas: Engil Investimentos SGPS S.A., Sicogesa S.A. e Gesfinu – Estudo e Gestão de Projectos, Lda. Actualmente é uma empresa com capitais exclusivamente portugueses, sendo constituída por uma sociedade por cotas entre a SUMA – Ambiente e Serviços, S.A. e a Gesfinu – SGPS, S.A.

A Enviroil é a única empresa existente em Portugal que recicla óleo lubrificante usado para a produção de um combustível semelhante ao gasóleo, o simil, com o intuito de produzir energia eléctrica. A instalação industrial encontra-se localizada na Zona Industrial de Cotôas, no concelho de Torres Novas, com um regime de laboração contínuo de 24 horas por dia e 365 dias por ano, empregando no total 19 trabalhadores.

A unidade encontra-se dimensionada para tratar 16.000 toneladas/ano de óleo lubrificante usado e tem dois objectivos principais: reciclar óleo lubrificante usado pré-tratado em combustível adequado para motores a diesel e produzir energia eléctrica com esses mesmos motores.

Os óleos a utilizar para este propósito requerem a existência de um pré-tratamento do óleo lubrificante usado, tanto por razões técnicas como ambientais. Este pré-tratamento remove água e alguns sedimentos nos quais poderão estar alguns metais pesados e outros contaminantes, mas não os elimina na sua totalidade.

O óleo lubrificante usado após ser submetido ao processo de reciclagem, pelo *cracking* térmico, transforma-se num combustível apropriado para uso em motores a diesel, tipo marítimo, para gerar electricidade. Esta forma de recuperação foi impulsionada principalmente pelos incentivos económicos recebidos pela geração de electricidade a partir de resíduos, tais como os óleos usados [29].

Como referimos anteriormente, os óleos lubrificantes usados, nomeadamente os utilizados pela Enviroil, encontram-se categorizados como resíduos perigosos na Lista Europeia de Resíduo (LER). Assim sendo, seguidamente apresentamos uma tabela com os LER's respeitantes aos tipos de óleo que podem ser entregues e utilizados na Enviroil. A listagem abaixo corresponde aos códigos LER em vigor publicados pela Portaria 209/2004 de 3 de Março. (Ver Anexo I)

**Tabela 8 – Tipos de óleos que podem ser utilizados na Enviroil – Resíduos e Energia, Lda.**

<b>Resíduo</b>	<b>LER</b>	<b>Operação</b>
<b>Óleos minerais não clorados de motores, transmissões e lubrificação</b>	130205	R9
<b>Óleos sintéticos de motores, transmissões e lubrificação</b>	130206	R9
<b>Óleos facilmente biodegradáveis de motores, transmissões e lubrificação</b>	130207	R9
<b>Outros óleos sintéticos de motores, transmissões e lubrificação</b>	130208	R9
<b>Óleos minerais não clorados de motores, transmissões e lubrificação</b>	130205	R9

Aos códigos LER descritos anteriormente corresponde apenas uma única operação que é “refinação de óleos e outras utilizações de óleos” abreviada pelo código R9.

### 3.2. Descrição do processo

Confidencial

### 3.2.1. Recepção do óleo lubrificante usado

Confidencial

### 3.2.2. Processo de tratamento

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

### 3.2.3. Produção de energia eléctrica

Confidencial

### 3.2.4. Caracterização do óleo ao longo das várias etapas do processo

Confidencial

Confidencial

### 3.2.5. Processo de remoção do resíduo sólido

Confidencial

Confidencial

## 4. Resultados e Análise de dados

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

Confidencial

## 5. Conclusões e trabalho futuro

Confidencial

Confidencial