



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica & Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental

Geraldo Janio de Oliveira Figueiredo

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DE ÓLEOS BÁSICOS DE LUBRIFICANTES
AUTOMOTIVOS

Rio de Janeiro
2014



UFRJ

Geraldo Janio de Oliveira Figueiredo

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DE ÓLEOS BÁSICOS DE LUBRIFICANTES
AUTOMOTIVOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Assed Naked Haddad, D.Sc.

Rio de Janeiro
2014

FIGUEIREDO, Geraldo Janio de Oliveira

Análise do ciclo de vida de óleos básicos de lubrificantes automotivos. / Geraldo Janio de O. Figueiredo – 2014.

97 f.: il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2014.

Orientador: Assed Naked Haddad

1. Análise do ciclo de vida. 2. Óleos básicos 3. Impactos ambientais 4. Lubrificantes. I. Haddad, Assed Naked. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Mestrado.



UFRJ

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DE ÓLEOS BÁSICOS DE LUBRIFICANTES
AUTOMOTIVOS

Geraldo Janio de Oliveira Figueiredo

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Assed Naked Haddad, D.Sc.

Aprovada pela Banca:

Presidente, Prof. Assed Naked Haddad, D.Sc, UFRJ

Prof^a. Kelly Alonso Costa D.Sc. UFF

Prof. Eduardo Linhares Qualharini D.Sc. UFRJ

Prof. Carlos Alberto Pereira Soares D.sc. UFF

Rio de Janeiro
2014

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha esposa Sandra e meus filhos Tadeu e Raita, tudo que tenho na vida, não como dono, mas sobre os quais tenho a responsabilidade de cuidar e amar até o fim dos meus dias nesta grande escola. E pela eternidade quando voltar para casa.

Geraldo Figueiredo

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde e por me amparar nesta jornada terrena. Agradeço a minha família por entender os momentos de dedicação ao trabalho acadêmico. Ao meu orientador, Professor Assed Naked Haddad, pela seriedade e profissionalismo na forma de tornar valoroso o trabalho acadêmico, agradeço também ao professor Antonio Petrus pela vasta ajuda referente aos processos químicos e operacionais e a Professora Kelly Alonso Costa pela extrema ajuda na correção e avaliação de todo o trabalho e de forma geral, a todos aqueles que contribuíram com o meu trabalho. Muito obrigado.

*“O QUE EXISTE DE MAIS BÁSICO NA VIDA,
É QUE TODOS NÓS HABITAMOS ESSE BELO
E PEQUENO PLANETA, RESPIRAMOS O
MESMO AR, COMPARTILHAMOS A MESMA ÁGUA,
QUEREMOS PROVER O FUTURO DE NOSSOS
FILHOS E SOMOS TODOS MORTAIS”*

JFK

RESUMO

Esse trabalho visa estudar uma pequena parte do ciclo de vida de óleos básicos para fabricação de lubrificantes automotivos usando como técnica de pesquisa a análise quantitativa e entrevistas aos profissionais da área técnica de refino de petróleo e visitas técnicas a unidades de refino. Para o desenvolvimento desse estudo foi feita uma avaliação de parte do ciclo de vida de óleos lubrificantes automotivos estabelecendo fronteiras na entrada de óleo bruto para destilação e saída de óleo básico pronto, observando as entradas de insumos e materiais, e saídas referentes a emissões e efluentes usando como parâmetro o eco indicador 99, para verificar os impactos nessa fase de produção dos óleos básicos. Essa avaliação resultou na comparação do óleo lubrificante virgem (OLV) ou de primeiro refino com o óleo lubrificante usado (OLUC) em seus processos de fabricação para mostrar qual processo gera o menor impacto. A avaliação do ciclo de vida, de produtos ou serviços, é uma ferramenta da gestão ambiental que também funciona de forma preventiva, o inventário do ciclo de vida visa definir o objetivo e o escopo de um estudo fornecendo o plano inicial para realizar uma análise do ciclo de vida. A análise do ciclo de vida em lubrificantes automotivos é extensa se for considerado todo o processo, “do poço ao posto”. Verificou-se que o processo para obter o básico de primeiro refino é caro podendo ser minimizado com a reciclagem de óleos usados, que são transformados em básicos com a mesma qualidade daqueles gerados a partir do primeiro refino. O processo de reciclagem pode reduzir muito a poluição por descarte inadequado de óleos usados.

Palavras-chave: 1. Avaliação do ciclo de vida. 2. Sustentabilidade. 3. Óleo lubrificante . 4. Gestão ambiental.

ABSTRACT

This work aims to study a small part of the life cycle of base oils used for the manufacture of automotive lubricants as a research technique, using quantitative analysis, technical visits and interviews with technical professionals in petroleum refining units. For the development of this study a review in part of the life cycle of automotive lubricants to establish boundaries in input crude oil distillation and output base oil ready cycle was made by observing the inputs and material inputs and outputs on emissions and effluents using the Ecoindicator 99 to verify the impacts that stage production of base oils. This evaluation resulted in the comparison of virgin lubricating oil or the first refining used lubricating oil in their manufacturing processes to show what process generates the least impact. The assessment of the life cycle of products or services, is an environmental management tool that also works preventively, inventory lifecycle aims to define the purpose and scope of a study providing the initial plan to conduct an analysis of lifecycle. Analysis of the life cycle in automotive lubricants is considered extensive. One verifies that the process of first refining is expensive and can be minimized by recycling used oils, which are transformed into basic oil with the same quality of those generated from the first refining. The recycling process can greatly reduce the pollution caused by improper disposal of waste oils.

Kew-words: 1 Life cycle assessment. 2. Sustainability. 3. Lubricating oil. 4. Environmental management

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura1- Variação da temperatura global	21
Figura2 – Navio de pesquisa obtendo dados sísmicos.....	29
Figura 3- Sonda de perfuração simplificada	30
Figura 4- Torre de destilação	31
Figura 5- Esquema da torre de destilação	32
Figura 6- Trena de medição	33
Figura 7- Termômetro.....	38
Figura 8- Proveta para amostra.....	38
Figura 9- Densímetro.....	39
Figura10- Porcentagem consumo de lubrificantes.....	40
Figura 11- Acidente transporte.....	40
Figura 12- Derrame no mar.....	41
Figura 13- Lançamento de barreira.....	47
Figura 14- Acidente com o transporte.....	49
Figura 15- Cerco a mancha de óleo.....	50
Figura 16- Lançamento de dispersante.....	51
Figura 17- Barreira fixa.....	51
Figura 18- Praia contaminada.....	52
Figura 19- Fluxograma de tratamento OLUC.....	53
Figura 20- Fluxograma de rerrefino de lubrificantes.....	54
Figura 21- Descarte de resíduo.....	54
Figura 22- Fluxograma ICV.....	57
Figura 23- Esquema de ACV.....	61
Figura 24- Escopo de ACV.....	63
Figura 25- Processo de geração de OLUC.....	65
Figura 26- Fluxograma de desaromatização.....	66
Figura 27- Fluxograma de desparafinação.....	67
Figura 28- Cadeia do ciclo de vida.....	69
Figura 29- Fronteira do sistema OLUC.....	71
Figura 30- Fronteira do sistema OLV.....	72
Figura 31- Fronteira OLUC demarcada.....	74
Figura 32- Fronteira OLV demarcada.....	77
Figura 33- Modelo entrada e saída OLV.....	78

Figura 34- Modelo entrada e saída OLUC.....	79
Figura 35-Fronteira do sistema de OLV.....	80
Figura 36- Modelo de entradas e saídas / primeiro refino.....	81
Figura 37-Modelo de entradas e saídas OLUC.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Numeração indicativa de risco.....	42
Tabela 2- Arqueação de tanque.....	43
Tabela 3- Conversão de densidade.....	44
Tabela 4- Conversão de volume.....	46
Tabela 5- Mercado de lubrificante automotivo.....	48
Tabela 6- Efeito de contaminantes.....	82
Tabela 7- Inventário de óleos usados.....	83
Tabela 8- Inventário de óleos virgens sem ecoindicadores.....	84
Tabela 9- Inventário para óleos virgens com ecoindicadores.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS

ACV	Avaliação do ciclo de vida
API	Instituto americano do petróleo
AGR	Água de refrigeração.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Tecnicas
AC	Antes de cristo (Referência de tempo)
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CT	Carro Tanque
CETESB	Companhia de tecnologia de saneamento ambiental
DC	Depois de cristo (Referência de tempo)
EPA	Environmental Protection Agency (EUA)
ECO92	Conferência sobre ecologia e meio ambiente, RJ- 1992
FECOMBUSTÍVEL	Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e Lubrificantes
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e recursos naturais renováveis
ISO	International organization for standardization
I.V.	Índice de viscosidade
INMETRO	Instituto nacional de metrologia
IPI	Imposto sobre produtos industrializados
NBR	Norma Brasileira
NT	Navio tanque
OLV	Óleo Lubrificante Virgem.

OLUC	Óleo Lubrificante Usado e/ou Contaminado.
OCDE	Organização para cooperação e desenvolvimento econômico
PEBG	Plano de emergência da baía da Guanabara
PCB	Bifelinas policloradas
SETAC	Society of environmental toxicology and chemistry
USA	United States of America
USEPA	United States Environmental Protection Agency

Glossário

ANP: Agência Nacional de Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis.

Desaromatização: Fase do processo de refino onde é retirado o extrato aromático, é uma operação tipicamente realizada no processo de produção de lubrificantes, em que se emprega o furfural como solvente de extração de compostos aromáticos polinucleados de alto peso molecular.

Desparafinação: É o processo de remoção de parafina. Normalmente utilizando um solvente.

Dispersantes: Produtos químicos usados para reduzir as manchas de petróleo resultantes do derramamento.

Eutrofização: Em ecologia, chama-se eutrofização ou eutroficação ao fenômeno causado pelo excesso de nutrientes numa massa de água, provocando um aumento excessivo de algas.

Furfural: Furfural é um composto orgânico heterocíclico aromático, tem seu nome derivado do latim furfur, farelo de cereais, de onde é até hoje produzido. Tem cheiro semelhante a amêndoas. É menos tóxico que o furano, mas ainda assim perigoso.

Gás natural: Todo hidrocarboneto ou mistura de hidrocarbonetos que permaneça no estado gasoso ou dissolvido no óleo nas condições originais do reservatório e que se mantenha no estado gasoso nas condições atmosféricas normais.

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio ambiente e Recursos Naturais Renováveis.

MIBK: methyl isobutyl ketone é usado como intermediário de síntese de produtos para borracha e na separação da parafina em refinarias.

Óleo lubrificante acabado: Produto formulado a partir do óleo lubrificante básico, ao qual é adicionado o pacote de aditivos de cada empresa, sendo então envasado e vendido no mercado consumidor final.

Óleo lubrificante básico: Principal constituinte do óleo lubrificante acabado. Pode ser de origem mineral , vegetal, semi sintético ou sintético.

PEBG: Plano de Emergência da Baía da Guanabara, criado para atender situações de acidente com derramamento de petróleo e seus derivados no perímetro da Baía da Guanabara. Fazem parte do plano:

As empresas de petróleo com interface com a baía, o órgão ambiental estadual de meio ambiente (INEA) e o órgão ambiental federal de meio ambiente (IBAMA).

PEI: Plano de emergência Individual, criado pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente 398 (Antiga 293), para que as empresas com interface com a Baía da Guanabara mantenham um plano para dar resposta a possíveis situações de vazamentos acidentais.

Skimmer: São recolhedores de óleo projetados para remover com eficiência e eficácia manchas de petróleo e derivados bem como, líquidos imiscíveis em água em locais tais como portos, lagoas, rios, tanques de aeração, canais, piers, entre outros.

Terra fuller: É uma argila de cálcio monte-morilonita de ocorrência natural e alta pureza utilizada como agente adsorvente no tratamento de intoxicação.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	Apresentação.....	16
1.2	Justificativa.....	17
1.3	Objetivo.....	17
1.4	Limitações.....	18
1.5	Hipóteses e questões.....	18
1.5.1	O presente trabalho está dividido da seguinte forma.....	19
2	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1-	A sustentabilidade ambiental.....	20
2.2-	Histórico da produção de lubrificantes.....	23
2.3-	A lubrificação na atualidade.....	26
2.3.1-	A necessidade de lubrificante.....	26
2.4-	Processo de produção de lubrificantes.....	28
2.4.1-	A tecnologia de monitoramento para minimizar danos ambientais.....	33
2.5	- Matérias primas na fabricação de óleos lubrificantes.....	33
2.6-	A logística de lubrificantes automotivos.....	34
2.7-	Consumo de lubrificante.....	46
2.8-	Resíduos oleosos.....	48
2.8.1-	Plano de emergências (PEBG).....	54
2.8.2-	O pós uso de lubrificante automotivo e a logística reversa.....	56
2.8.3-	O processo industrial de reciclagem.....	57
2.8.4-	Desperdício e des´cárte indevido.....	62
2.9-	Óleos lubrificantes básicos e o ciclo de vida.....	63
2.9.1-	Avaliação do ciclo de vida.....	63
2.9.2-	Histórico do ciclo de vida.....	64
2.9.3-	Inventário do ciclo de vida.....	65
3	METODOLOGIA.....	69
3.1-	Origem dos dados para análise do inventário do ciclo de vida de lubrificantes automotivos.....	69
3.2-	Processo de desaromatização.....	70
3.3-	Desparafinação e hidroacabamento.....	71
3.4-	Descrição do estudo de caso.....	72

4- Desenvolvimento.....	74
4.1- Apresentação.....	74
4.2- Metodologia da ACV.....	75
4.3- Fronteiras do sistema.....	75
4.4- Fronteira do sistema para óleos lubrificantes de primeiro refino.....	76
4.5- Fronteira do sistema para óleos lubrificantes a partir de óleos usados.....	76
4.6- Eco indicadores.....	76
4.7- Sistema para óleos lubrificantes usados.....	77
4.8- Sistema para óleos lubrificantes de primeiro refino.....	78
4.9- Fronteiras do sistema para óleos usados e de primeiro refino.....	78
4.9.1- Fronteira do sistema para básicos a partir de óleos usados.....	79
4.9.2- Fronteira do sistema para básicos de primeiro refino.....	79
4.9.3- Modelos de entradas e saídas.....	80
4.9.4- Inventário para óleos a partir de lubrificantes usados.....	81
4.9.5- Inventário para óleos a partir de lubrificantes de primeiro refino.....	82
4.9.6- Inventário para óleos a partir de lubrificantes usados com indicadores.....	84
4.9.7- Inventário para óleos a partir de lubrificantes de primeiro refino.....	85
4.9.8- Impactos ambientais de óleos lubrificantes.....	86
5- Conclusão.....	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
Anexo 1.....	92
Anexo 2.....	93
Anexo 3.....	97

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

A forma como as gerações passadas se comportaram diante da dinâmica da biosfera, nos trouxe a situação atual de degradação da atmosfera, da hidrosfera e da litosfera. Os três grandes ambientes que proporcionam a estrutura básica que possibilita a vida no planeta. A forma como o ser humano desenvolveu suas atividades de produção, não considerou matéria e energia que sobram durante um processo de fabricação, o homem achava que não fazia parte das complexas redes de interações que ocorrem em todos os ecossistemas do planeta. Os ecossistemas apresentam um paradigma, o qual a indústria pode estudar para entender e copiar. Um ecossistema apresenta um ciclo biológico de matéria e energia que é mantido por três grupos: Os produtores, os consumidores e os decompositores, cada um com seu papel e, em especial, os decompositores que atuam como recicladores da natureza.

Na indústria não acontece à mesma reciclagem de matéria e energia que ocorre nos sistemas naturais. Os sistemas naturais são cíclicos e os sistemas industriais são lineares. Uma metáfora, atribuída ao trabalho de Robert U. Ayres, 1989, denominada metabolismo industrial, trata dos fluxos de matéria e energia no sistema industrial visando o entendimento da circulação de matéria e energia. O metabolismo industrial segue os fluxos de matéria e energia, desde sua fonte, através do sistema industrial, ao consumidor e ao descarte final. Metabolismo industrial e a avaliação do ciclo de vida têm o mesmo propósito. A avaliação do ciclo de vida, sendo uma ferramenta recente, é pouco conhecida pela gestão ambiental industrial, segundo a SETAC (Society of environmental toxicology and chemistry), a avaliação do ciclo de vida de um produto, processo ou atividade é uma avaliação sistemática que quantifica os fluxos de energia e de matéria no ciclo de vida do produto, contribuindo para solucionar problemas que, ao longo do tempo, montaram a crise ambiental. O inventário do ciclo de vida é uma fase extremamente importante da avaliação, pois é nela que os fluxos serão identificados e quantificados fazendo um balanço entre os materiais que entram e os resíduos e energia que saem. O papel de ferramentas como a ACV é fornecer informações sobre os impactos ambientais dos produtos, processos ou atividades avaliadas, para a tomada de decisão no processo de gestão ambiental, junto a outras ferramentas a ACV será a forma de menor custo referente

a danos ambientais, pois trabalha com a previsão e com o propósito de mitigar ou impedir acontecimentos adversos.

1.2 Justificativa:

Este trabalho justifica-se pelo fato que lubrificantes podem ter uma aplicação por tempo maior que a sua primeira utilização, reduzindo muito o descarte do produto que apresenta um grau elevado para causar danos ambientais. Os fabricantes de lubrificantes automotivos não demonstram a inclusão do princípio de prevenção de poluição, como preconizado na ISO14001 – 2004. Este princípio aperfeiçoa a fabricação de forma a produzir com o menor desperdício e melhor dimensionamento das quantidades (“*produzir mais com menos*”). Óleos básicos para fabricação de lubrificantes automotivos, derivados de petróleo, podem ser provenientes de primeiro refino, denominados óleos lubrificantes virgens (OLV) ou provenientes de reciclagem do óleo lubrificante usado e/ou contaminado (OLUC). A reciclagem do OLUC, apesar do aparecimento de empresas de reciclagem, ainda é muito pequeno. O OLUC vem sendo descartado de forma criminosa gerando danos principalmente a mananciais de água própria para o consumo humano, ao meio marinho e ao solo, de forma geral, comprometendo a micro fauna tornando o solo improdutivo prejudicando a vida vegetal. A percolação de óleo no solo pode comprometer o lençol freático agravando o dano.

1.3 Objetivo

A dinâmica do presente trabalho está vinculada a realização da análise do inventário do ciclo de vida de óleos lubrificantes, básicos, derivados de petróleo com proposta de identificar, a maior parte dos impactos ambientais causados pelo produto que apresenta uma capacidade para danos ambientais e a saúde de diversas formas de vida, inclusive a humana de forma incontestável, visto que o produto precisa ser deslocado por distâncias continentais em volumes gigantescos, o que exige uma logística arrojada, muito bem planejada e uma estrutura modal de transporte, extremamente forte. A história do petróleo nos mostrou que o transporte de petróleo e seus derivados têm causado danos irreparáveis em curto prazo em vários ecossistemas do planeta, levando alguns desses ecossistemas a perdas

permanentes. O objetivo deste trabalho está pautado na análise do inventário do ciclo de vida de básicos com origem em OLV e OLUC, para fabricação de lubrificantes automotivos.

1.4- Limitações do trabalho:

Foram varias as limitações, tornando o trabalho cansativo e difícil no desenvolvimento. Vale salientar a obtenção de dados em oposição ao sigilo industrial e a disponibilidade de informações sobre básicos para fabricação de lubrificantes ou sobre lubrificantes prontos no eco indicador 99 (Goedkoop 1999).

Ao sigilo industrial é devido o respeito, quando este é atribuído a uma descoberta, da empresa, que torna o seu produto competitivo no mercado. A maior limitação do presente trabalho é a informação sobre o processo para obtenção do óleo básico virgem, para fabricação de lubrificantes automotivos nas empresas que fabricam o produto. Os produtos citados no trabalho são verídicos, apenas as quantidades são estimadas. Os dados foram fornecidos por profissionais que não trabalham mais na área de petróleo e aposentados que fizeram o pedido de não divulgação de seus nomes, mesmo para agradecimentos. Outra limitação está ligada aos indicadores de impacto do eco indicador 99 (Goedkoop 1999), que ainda não contempla um produto com grande potencial de impacto ambiental como o óleo lubrificante em qualquer fase da sua produção, este não possui os produtos específicos usados durante a destilação do petróleo para apuração dos óleos básicos virgens.

A procedência do óleo referente ao estudo é internacional, a refinaria que serviu de base para os dados que foram fornecidos não refina óleo como os produzidos na bacia de Campos.

1.5- Hipóteses, questões e estrutura do trabalho:

O presente trabalho tem o propósito de esclarecer questões e eliminar falsas hipóteses e dúvidas sobre lubrificantes no estado do Rio de Janeiro, óleos lubrificantes automotivos foram, durante muito tempo, desconsiderados como produto perigoso devido ao seu ponto de fulgor alto. A preocupação com o meio ambiente e os potenciais impactos que os produtos, derivados de petróleo poderiam causar trouxe uma nova visão sobre a forma de tratar resíduos oleosos. A reciclagem de lubrificantes de forma geral e principalmente os automotivos ainda não está totalmente absorvida pela indústria e pela população, o fato de poder

transformar os óleos usados em básicos para novamente transformar em lubrificante pronto para venda é uma prática rentável para a economia e para o meio ambiente. A prática de reciclagem de óleos lubrificantes depende de forma direta do processo de educação ambiental, a população ainda não conseguiu entender a importância e o ganho econômico e ambiental do processo. Só através da educação é que esse processo vai se tornar uma prática bem sucedida.

1.5.1-O presente trabalho está dividido da seguinte forma:

1. Introdução.
2. Referências bibliográficas.
3. Metodologia.
4. Desenvolvimento.
5. Conclusão

CAPÍTULO 2 – REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.

2.1- A sustentabilidade ambiental:

O termo sustentabilidade é comum na gestão administrativa de negócios, porém, na gestão do meio ambiente é algo relativamente novo. Pode-se dizer que a sustentabilidade ambiental é a conservação geográfica e geológica dos ecossistemas aliada ao equilíbrio ecológico, à erradicação da pobreza e da exclusão, aos direitos humanos e integração social. Sustentabilidade é o termo que reúne todos os aspectos que promovem a qualidade de sistemas no planeta, dos mais complexos aos mais simples promovendo a qualidade de interações e, conseqüentemente, a qualidade de vida para os humanos. Manter o ambiente sustentável é garantir que os recursos que mantêm a qualidade nas interações e na vida, de forma geral, sejam preservados. É complexo garantir o fornecimento de alimento, água e agasalho de forma que toda a população do planeta tenha acesso. Os humanos precisam entender e se acostumar com a verdade que todos estão interligados a tudo que existe no planeta. **“O que acontecer a terra, acontecerá aos filhos da terra”** (Carta do índio Seattle ao Presidente Franklin Pierce USA). A sustentabilidade ambiental na indústria do petróleo é mais necessária do que para qualquer outra atividade industrial. A movimentação de petróleo e derivados através dos modais de transporte (Rodoviário, Ferroviário, Marítimo e duto viário), torna o petróleo e seus derivados muito impactantes. Uma gestão ambiental sustentável necessita de projetos de educação ambiental para os trabalhadores e pessoas na área de influência das unidades de petróleo e derivados, além de estudos de impacto e formas de compensar danos devido a implantação e operação de unidades de negócios. As empresas de petróleo são as que mais investem em meio ambiente devido à potencialidade de danos ambientais contínuos pela emissão de carbono e metano, assim como os danos acidentais pela perda de contenção ocasionando derrames e gerando danos a ecossistemas terrestres e aquáticos. O aumento do carbono atmosférico tem grande contribuição de combustíveis e outros derivados de petróleo, o que deixa o óleo lubrificante usado que é queimado em fornos como um grande contribuinte do efeito estufa. Essa forma de uso do óleo usado é inadequada e criminosa. A figura 1 mostra a variação de temperatura em função do aumento do carbono atmosférico.

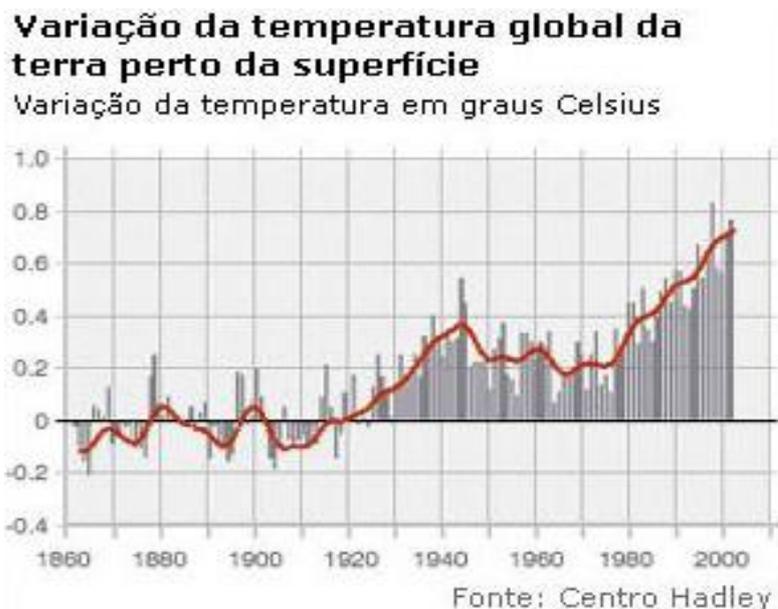


Fig. 1 Variação da temperatura do planeta em função do aumento do carbono, com o passar dos anos. Fonte: [www.google.com/imagens/ Arthur.bio.br](http://www.google.com/imagens/Arthur.bio.br)

As conferências das Nações Unidas para o Meio Ambiente trouxeram os debates ambientais para a mesa, destacando o grande marco que foi a ECO-92, realizada no Rio de Janeiro em 1992, onde o documento denominado agenda 21 relacionou focos importantes para atenção da sociedade, governos e pessoas visando uma conscientização no sentido de se economizar o meio ambiente. Pode-se observar que os focos tem a premissa de mudar o comportamento.

Dentre alguns dos focos discriminados na Agenda 21, pode-se destacar:

1. Cooperação internacional
2. Combate à pobreza
3. Mudança dos padrões de consumo
4. Habitação adequada
5. Integração entre meio ambiente e desenvolvimento na tomada de decisões
6. Proteção da atmosfera
7. Abordagem integrada do planejamento e do gerenciamento dos recursos terrestres

8. Combate ao desflorestamento
9. Manejo de ecossistemas frágeis: a luta contra a desertificação e a seca
10. Promoção do desenvolvimento rural e agrícola sustentável
11. Conservação da diversidade biológica
12. Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos
13. Fortalecimento do papel das organizações não governamentais: parceiros para um desenvolvimento sustentável.
14. Iniciativas das autoridades locais em apoio à agenda 21
15. A comunidade científica e tecnológica
16. Fortalecimento do papel dos agricultores
17. Transferência de tecnologia ambientalmente saudável, cooperação e fortalecimento institucional.
18. A ciência para o desenvolvimento sustentável
19. Promoção do ensino, da conscientização e do treinamento.

Sachs (1993) traz estas reflexões sobre as cinco dimensões da Sustentabilidade: social, econômica, ecológica, geográfica (ou espacial) e cultural. A sustentabilidade social preconiza uma civilização com maior equidade na distribuição de rendas e bens, reduzindo as diferenças sociais; Quanto à sustentabilidade econômica, este autor afirma que a eficiência econômica deveria ser medida em termos macrossociais, e não somente através de critérios macroeconômicos de rentabilidade empresarial (SACHS, 1993 apud MILES, 2008).

Para Gibberd (2003), a "Sustentabilidade é viver dentro da capacidade de suporte do planeta" e "desenvolvimento sustentável é aquele desenvolvimento que conduz à sustentabilidade" (GIBBERD, 2003).

Sustentabilidade cultural é associada à valorização das especificidades locais do ecossistema, de forma que as transformações estejam em sintonia com um contexto que permita a continuidade cultural (SACHS, 1993 apud MILES, 2008).

A questão da sustentabilidade sempre foi o propósito das conferências das nações unidas, desde a primeira conferência em Estocolmo (1972), passando pela famosa ECO 92 no Rio de Janeiro, a que foi mais produtiva. A conferência das nações unidas realizada na África do Sul (Joanesburgo) não teve boa repercussão, sendo menos produtiva que a ECO 92. Em todas as conferências a questão da sustentabilidade foi o centro das discussões. Um ponto, dentro do caminho sustentável da humanidade onde a polêmica se instalou é o carbono atmosférico como causador no aumento da temperatura do planeta. Existem aqueles que afirmam que o ser humano é o grande causador do aquecimento global, como o ex senador americano Al Gore em seu documentário “Uma verdade inconveniente”. Por outro lado, existem aqueles que afirmam o contrário, como Luiz Carlos Molion, professor de climatologia da Universidade Federal de Alagoas que afirma que o ser humano não é capaz de causar impactos globais, segundo ele os impactos causados pelo ser humano são locais. Enfim, a questão é que a Sustentabilidade está ligada a diversas áreas e aspectos e a humanidade tem que mudar a forma de vida. A sustentabilidade na indústria do petróleo é polêmica devido ao grande potencial de impacto. É impossível não ter impactos na perfuração e produção de petróleo e seus derivados, porém, pode-se produzir com menor impacto e medidas compensatória visando realmente a produção sustentável da matriz energética global, para que isso aconteça deve existir um processo de educação ambiental em todos os níveis de formação do ser humano.

2.2- Histórico da produção de lubrificantes:

Ao longo da história evolutiva dos humanos houve a descoberta do fogo. A partir desse momento, os humanos começam a ter ideias para tornar a vida mais confortável e segura, ao dominar o fogo os humanos começam, também, a manipular o metal, a criar utensílios, até que em determinado momento da evolução a humanidade começa a criar e utilizar máquinas, estas possuem partes onde ocorre atrito, das mais simples as mais complexas a redução do atrito melhora o funcionamento e aumenta a vida útil. É nesse contexto, que o lubrificante se insere de uma fechadura de porta a um jato a lubrificação está presente. Existem lubrificantes não oleosos como o grafite e existem aqueles que fazem parte do contexto deste trabalho, que são os lubrificantes derivados de petróleo, aqueles que estão em maior quantidade no mundo. A importância do atrito e a resistência ao

movimento têm sido muito reconhecidas através da nossa civilização. Abaixo é descrito de onde surgiu a necessidade e a importância da lubrificação. No antigo Egito, com a necessidade de “transportar” colossos e blocos para a construção de Esfinges e Pirâmides. Como a lubrificação era desconhecida, os escravos egípcios usavam galhos de árvores para arrastar e puxar os trenós com aproximadamente 60 toneladas de blocos. A função dos galhos de árvore (roletes) era reduzir o atrito de deslizamento entre o trenó e o solo, transformando-os em atrito de rolamento.

- EM 2.600 AC:

Foi encontrado o 1º vestígio de lubrificação nas rodas do trenó que pertenceu a Ra Em KA (Rei do Egito), comprovado por análise que o lubrificante era sebo de boi ou de carneiro. Após esta descoberta, concluiu-se que no Antigo Egito utilizou-se este sebo como lubrificante em baixo dos trenós, para facilitar o deslizamento.

- De 776 AC até 393 DC:

Nesta época a Grécia celebrou os primeiros Jogos Olímpicos, uma tradição que seguiu de quatro em quatro anos. Uma das modalidades desta Olimpíada era a corrida de Bigas, que também tinham os eixos lubrificados por gordura animal.

- EM 200 DC

Nesta época, os romanos também utilizaram as Bigas como meio de transporte, que por sua vez também eram lubrificadas por gordura animal.

- DO SÉCULO V AO X:

Na Idade Média a gordura animal era usada para lubrificar o mecanismo de abertura dos portões dos castelos que rangiam e nas rodas das carruagens que transportavam reis e rainhas.

- NO SÉCULO VIII:

No final deste século, na Noruega, ano de 780, os Vikings Guerreiros e Aventureiros Marítimos eram *experts* na construção de barcos. Construíram os primeiros e

aperfeiçoados Drakkars – compridos barcos à vela. Por um bom tempo, foi usado o óleo de baleia para lubrificar o suporte de articulação das velas e o eixo do leme.

- NO SÉCULO XV:

No início das grandes navegações comerciais, o óleo de baleia também foi usado para lubrificar os moitões e timões dos navios. O Petróleo, mineral existente a cerca de 300 milhões de anos, proporcionou na Antiguidade fins medicinais e posteriormente passou a ser empregado na Lubrificação. Era conhecido como “óleo de pedra, óleo mineral e óleo de nafta”.

- NO SÉCULO XVI:

Com a invenção de “engenhocas”, surgiu a necessidade da lubrificação vinda do petróleo, para o seu perfeito funcionamento.

- NOS SÉCULOS XVII E XVIII:

Com o desenvolvimento da civilização e invenções ainda mais revolucionárias, destaca-se um dos grandes inventores, Leonardo da Vinci, que elaborou grandes projetos que também contribuíram para o progresso da lubrificação, como a Besta de disparo potencializado (catapultas), máquina escavadora, entre muitos outros.

- NO SÉCULO XVIII:

O fenômeno da Revolução Industrial provocou a mecanização da indústria e dos transportes. Com o crescimento das máquinas têxteis foi utilizado lubrificante para o bom funcionamento das máquinas.

- NO SÉCULO XIX:

Neste século, na Pensilvânia (EUA), ocorreram três fatos marcantes: 1º) Em 1859, um ex-maquinista de trem americano, Edwin Drake, perfurou o 1º poço de petróleo com 21 metros de profundidade. Com isso, era extraídos, aproximadamente 3.200 litros de Petróleo por dia: 2º) Surgiu à necessidade de lubrificar os mancais dos

trens, a cada 160 Km rodados: 3º) Com as inovações das máquinas, a lubrificação passou de esporádica à necessária. Após cinco anos da descoberta de Edwin Drake, 543 companhias, de diferentes nacionalidades, dedicaram-se à extração do petróleo.

- **NO SÉCULO XX:**

Nesta época, com a 2ª Guerra Mundial e a necessidade de máquinas mais potentes e canhões, o lubrificante foi usado em quantidades espantosas. Com a revolução foram surgindo diversos equipamentos que necessitavam de uma lubrificação. Assim como os equipamentos, novos lubrificantes surgem com o objetivo de reduzir ao máximo o atrito e prolongar a vida útil dos equipamentos.

2.3- A lubrificação na atualidade:

Assim como as máquinas, os lubrificantes sofreram alterações tecnológicas para atender as necessidades extremas em processos industriais.

Hoje, existem várias empresas no mercado que fabricam vários tipos de lubrificantes, de origem mineral, sintética e especiais. Além de ter uma grande utilização, o lubrificante tem formas de aplicações corretas. Para isso, existem equipamentos para lubrificação, disponíveis no Brasil desde 1950, que são de uso fundamental e também minimizam o risco da contaminação dos lubrificantes.

Com a preocupação mundial ao meio ambiente, foram feitos vários estudos e pesquisas para que os lubrificantes pudessem ser usados sem agredir a natureza.

Para isso, existe a rerrefinação do lubrificante usado e o “óleo verde” que é vegetal biodegradável e uma opção aos usuários para que evitem mais agressões ao meio ambiente.

Atualmente, a lubrificação é fator decisivo no poder de competitividade sendo uma fonte de ganhos, proporcionando melhorias no desempenho dos equipamentos e, principalmente, na redução nos custos de manutenção.

2.3.1- A necessidade de lubrificantes:

Lubrificar é aplicar uma substância (lubrificante) entre duas superfícies em movimento relativo, formando uma película que evita o contato direto entre as superfícies, promovendo diminuição do atrito e, conseqüentemente, do desgaste e da geração de calor.

Os primeiros lubrificantes eram de origem animal. Com o passar do tempo o homem foi aperfeiçoando e criando novos inventos e, por necessidade, os lubrificantes evoluíram e passaram a ter bases de origem vegetal, mineral e sintética.

Os modernos lubrificantes automotivos são uma composição de óleos básicos - que podem ser minerais ou sintéticos, com aditivos. Grande parte dos lubrificantes automotivos utilizados atualmente são obtidos a partir do Petróleo (mineral), ou produzidos em Usinas de Química Fina (sintético). Às matérias-primas com características lubrificantes obtidas através do refinamento do Petróleo ou das Usinas Químicas, tem o nome de Bases Lubrificantes.

As Bases Lubrificantes são selecionadas de acordo com sua capacidade de: formar um filme deslizante protetor das partes móveis; resistir às constantes tentativas do calor e do oxigênio de alterarem suas propriedades; resistir a choques e cargas mecânicas sem alterar seu poder lubrificante; remover calor dos componentes internos do equipamento. Para oferecer outras características de desempenho e proteção, são adicionados às bases lubrificantes alguns componentes químicos que são chamados de Aditivos.

Base Lubrificante Mineral: é obtida através do refinamento do petróleo.

Base Lubrificante Sintética: é obtida através de reações químicas realizadas em Laboratórios.

Lubrificar: a função primária do lubrificante é formar uma película delgada entre duas superfícies móveis, reduzindo o atrito e suas conseqüências, que podem levar à quebra dos componentes.

Refrigerar: o óleo lubrificante representa um meio de transferência de calor, "roubando" calor gerado por contato entre superfícies em movimento relativo. Nos

motores de combustão interna, o calor é transferido para o óleo através de contatos com vários componentes e, em seguida, para o sistema de arrefecimento de óleo.

Limpar e manter limpo: em motores de combustão interna uma das principais funções do lubrificante é retirar as partículas resultantes do processo de combustão e manter estas partículas em suspensão no óleo, evitando que se depositem no fundo do cárter e provoquem incrustações.

Proteger contra a corrosão: a corrosão e o desgaste podem resultar na remoção de metais do motor, por isso a importância dos aditivos anticorrosivo e antidesgaste.

Vedação da câmara de combustão: o lubrificante lubrifica e refrigera, além de agir como agente de vedação, impedindo a saída de lubrificante e a entrada de contaminantes externos ao compartimento.

2.4- Processo de produção de lubrificantes:

O Processo de produção de lubrificantes, numa visão geral, começa na produção a poço quando tem início a retirada de petróleo da rocha sedimentar. O lubrificante sintético é produzido em laboratório e apresenta uma vida útil bem maior que os óleos de base mineral e com características recalcitrantes. O óleo lubrificante semissintético é produzido pela mistura de dois ou mais tipos de óleos sendo denominados também de óleos compostos. A produção de petróleo, elemento básico para fabricação de inumeráveis produtos, depende hoje de uma tecnologia desenvolvida ao longo do tempo cronológico e da necessidade desse óleo que se tornou a matriz energética do planeta. A exploração de petróleo tem início com a verificação de presença de óleo na rocha sedimentar. A sísmica é o estudo que faz essa verificação. No Brasil, as maiores partes dos reservatórios estão, no assoalho do oceano, para realização do estudo sísmico é necessário embarcações apropriadas, conforme a figura 2, que emitem um sinal sonoro e captam a resposta, verificando a presença de petróleo.

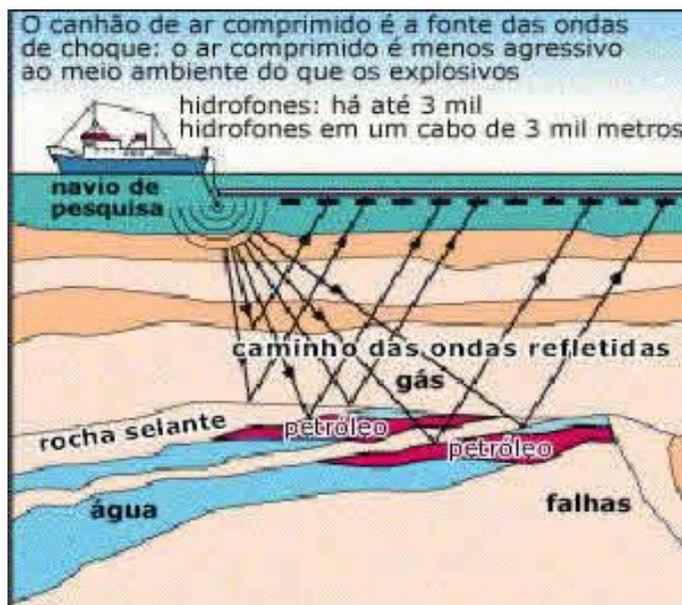
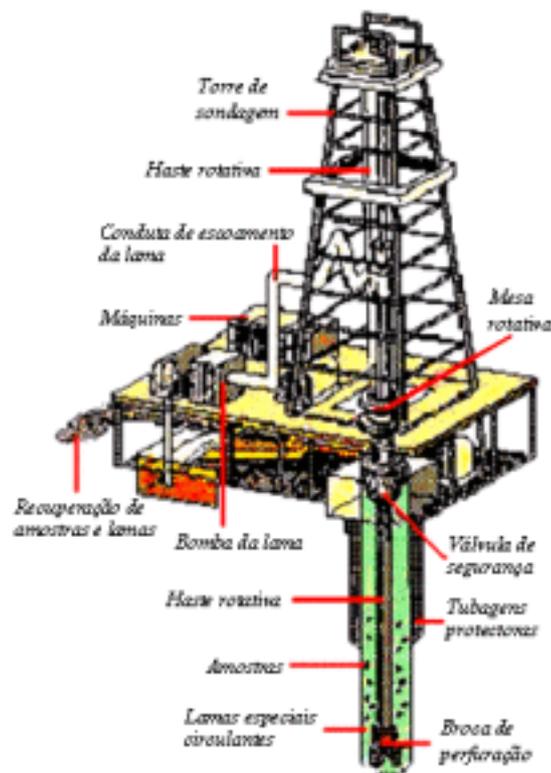


Fig.: 2 Navio de pesquisa coletando dados sísmicos.
Fonte:clickmacaé.com.br

Os hidrofones são arrastados na superfície para receber o retorno, com a leitura das ondas de choque ocasionadas pelo disparo do canhão de ar comprimido que fica no navio de pesquisa. Após obter os dados sísmicos, proporcionados pelas ondas de choque, usa-se sondas que perfuram a rocha obtendo o óleo procurado. Começa, então, a exploração de petróleo, a alta tecnologia se faz necessária a medida que a profundidade de exploração aumenta junto com o risco patrimonial, de investimento e da integridade física dos trabalhadores. Durante a perfuração existe a possibilidade da pressão, existente no poço, subir pela coluna de perfuração e causar danos na superfície. A sonda de perfuração (Figura 3), realiza o trabalho de corte da rocha através de brocas, hastes e muita tecnologia para depois de atingir a rocha reservatório ter condições de enviar o óleo para superfície em segurança.



Esquema simplificado de uma sonda.

Fig: 3- Sonda de perfuração Equipamento composto, principalmente por torre, haste e bomba para escoamento de lama, fundamental para perfuração de poços.

Fonte: clickmacaé.com.br

O primeiro processo para extrair básico para fabricação de lubrificante (Bruto) do petróleo é a destilação. O petróleo, em seu estado primitivo (como é retirado do poço), é armazenado em tanques, desses tanques vão ocorrer bombeios para uma fornalha onde o petróleo será aquecido a altas temperaturas e, dessa forma, vai ocorrer à primeira destilação, denominada destilação atmosférica onde acontece a separação conforme o peso de cada produto, os mais leves para cima, conforme o gás e a gasolina e os mais pesados para baixo, conforme os óleos lubrificantes, parafina e asfalto. Torre de destilação atmosférica, mostrando fases de separação, de forma geral. Pode-se observar, na figura 4, que óleo básico bruto, marcado na figura com o número 2, está em nível de destilação baixo por ser um produto pesado. A foto 1 mostra o complexo de torres de destilação.

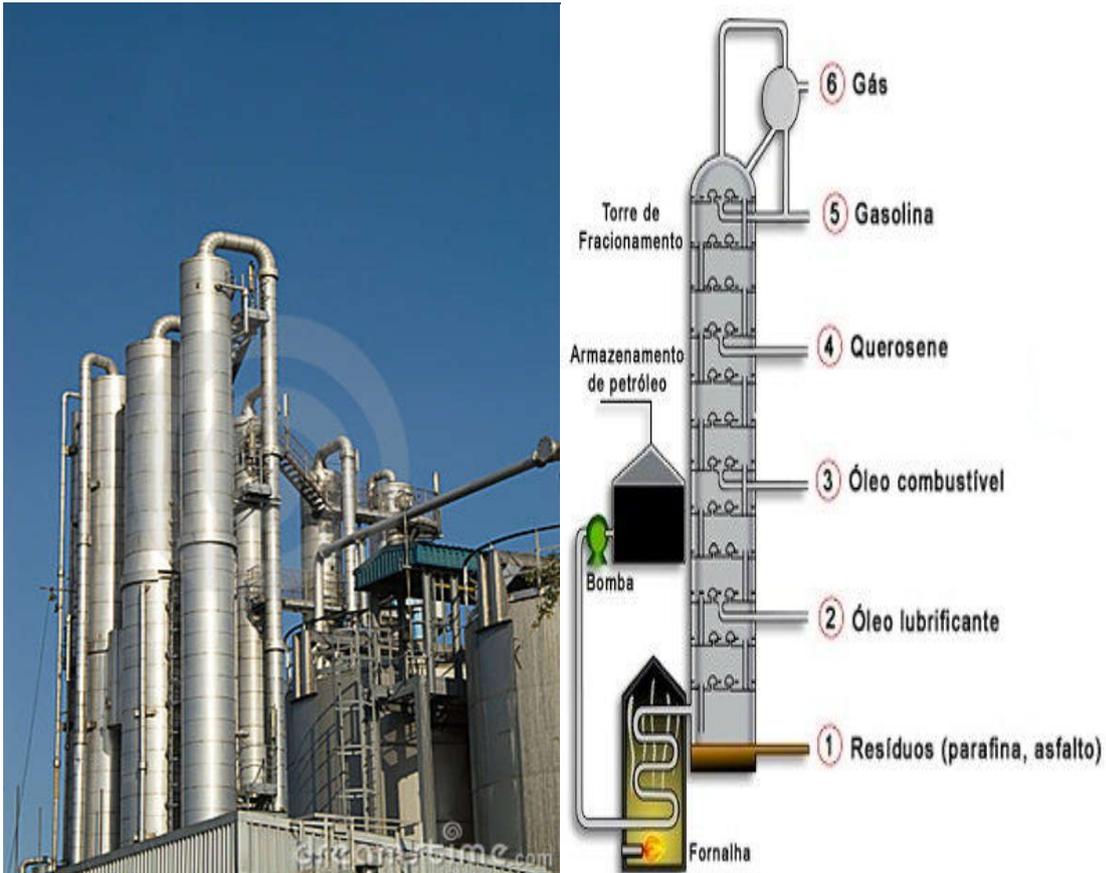


Fig: 4 Torre de destilação. Figura da foto e esquema ilustrando o início do processamento do petróleo e onde se obtém o óleo básico de primeiro refino para fabricação de lubrificantes automotivos.

Fonte: www.clickmacaé.com.br

A figura 5 mostra o complexo de torres de destilação atmosférica e a vácuo com dutos de transporte de produto entre as torres. São processos contínuos, interligados e fundamentais para obtenção de derivados de petróleo.



Fig. 5 Área composta. Destilação Atmosférica e a vácuo
Fonte: [www.google.com.br/imagens+torres de destilação](http://www.google.com.br/imagens+torres+de+destilação)

A Fig. 6 mostra um esquema referente à destilação atmosférica e a vácuo onde se podem observar os principais derivados produzidos em cada fase. Pode-se observar que o óleo lubrificante básico é separado na fase que corresponde ao mesmo intervalo onde são separados o extrato aromático e a parafina.

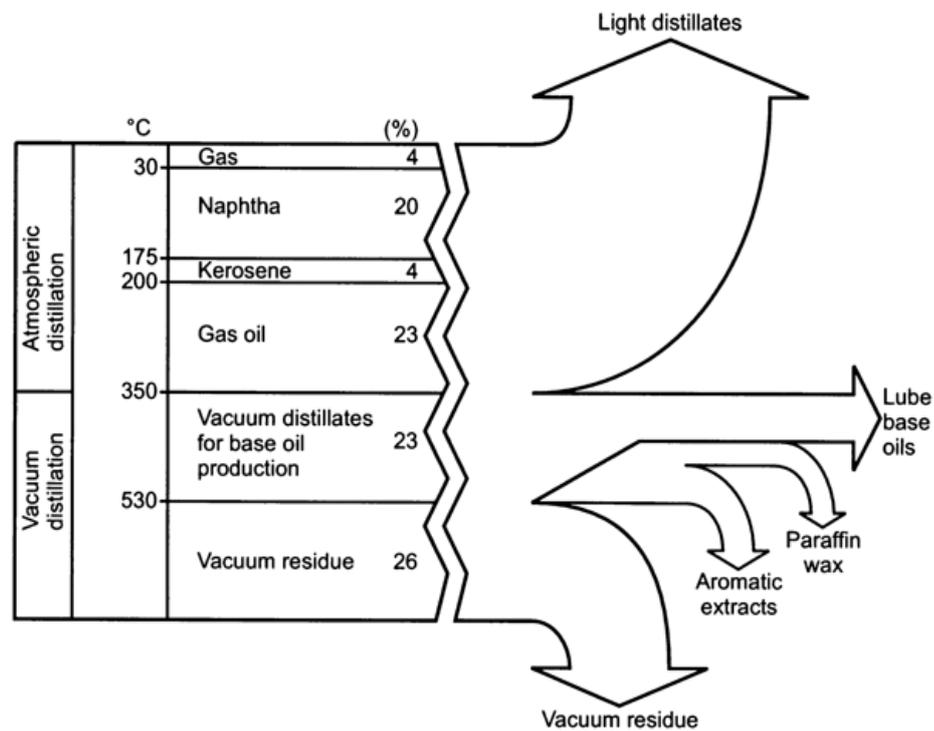


Fig: 6 Esquema demonstrativo para destilação atmosférica e a vácuo

Fonte:

www.petrotechsociety.org/Presentations/8th_Summer_School/Session%208%20Dr.%20Manoj%20Srivastava.pdf

2.4.1- A tecnologia de monitoramento para minimizar danos ambientais.

As questões ambientais estão ligadas ao processo de exploração e produção de petróleo e seus derivados devido à necessidade que a indústria petrolífera tem de manter uma reputação de empresa que respeita o meio ambiente tendo uma atividade com grande potencial de dano ambiental. A legislação ambiental é rígida e as empresas sabem que são responsáveis por todo e qualquer dano que a sua atividade possa vir a causar. Mesmo as empresas de petróleo se preparando para possíveis eventos danosos, eles acontecem e dão prejuízos, muitas vezes incalculáveis. Os órgãos de defesa ambiental devem estar atentos, e para isso cada vez mais se conta com a tecnologia, exemplo da possibilidade de uso tecnológico como o texto da reportagem (Ver anexo 3) é uma forma eficaz dessa utilização.

2.5 - Matérias primas na fabricação de óleos lubrificantes:

As matérias primas utilizadas na fabricação de óleos lubrificantes de base mineral (Derivados de petróleo) são, em primeiro escalão, os óleos básicos classificados de Spindle, Neutro leve, Neutro médio, Neutro pesado e Bright stock. Em seguida estão os aditivos que têm funções variadas conforme o tipo de óleo e sua classificação API / SAE. Uma das principais características dos aditivos que entram na fabricação de lubrificantes é a de controlar a dilatação do produto. O óleo lubrificante é composto por básicos que dilatam em função da temperatura, no seu estado original, outros aditivos atuam na limpeza das partes com as quais mantêm contato, enfim, aditivos apresentam funções específicas para que a boa lubrificação e conseqüentemente o bom funcionamento do motor seja verificado.

2.6 - Logística de lubrificantes automotivos:

Lubrificantes minerais são hidrocarbonetos e apresentam um enorme potencial para causar danos ambientais, principalmente por acidentes por perda da contenção e descarte inadequado por ignorar os danos ao ecossistema local e a outros distantes do local do descarte. Óleos lubrificantes são utilizados para reduzir o atrito entre peças mecânicas, facilitando o funcionamento e aumentando a vida útil das máquinas. As principais características dos óleos lubrificantes, e também aquelas que os classificam como perigoso para o meio ambiente, são a viscosidade e a densidade. A viscosidade mede a resistência de escorrência do óleo. Quanto mais viscoso é um lubrificante, mais lenta é a sua escorrência, isso aumenta a capacidade, do óleo, em se manter entre duas superfícies móveis, reduzindo o atrito e prolongando a lubrificação das mesmas. A densidade é a grandeza física que se define como sendo a propriedade da matéria que nos permite conhecer a quantidade de massa existente num dado volume, sendo determinada através do quociente entre massa e volume do objeto considerado (United States Department of Energy, 2006). A densidade permite indicar o peso de certa quantidade de óleo a uma determinada temperatura, sendo importante para demonstrar se houve contaminação ou deterioração de um lubrificante. Para dotar um lubrificante de certas propriedades especiais ou melhorar algumas já existentes, são adicionados produtos químicos, os chamados aditivos (United States Department of Energy, 2006), que vão atuar como antioxidantes, anticorrosivos, antiespumantes, melhoradores do I.V. (GEIR, 2005). Esses aditivos apresentam, também, a função

de estabilizar a dilatação do produto em função do calor. Os óleos básicos, que ainda não foram manipulados, quando em exposição térmica dilatam ou reduzem seu volume, existindo para efeito fiscal duas tabelas, uma de conversão da densidade da amostra para 20°C e outra que, mediante a leitura da primeira tabela, leva a um fator de correção que vai gerar um volume em litros a 20°C, que será utilizado toda vez que terminar o deslocamento de um volume de produto. Essas características presentes nos óleos apresentam, junto com a estrutura química do produto, efeitos desastrosos para os organismos vivos, pois os hidrocarbonetos do petróleo são compostos altamente lipofílicos, capazes de atravessar facilmente as membranas biológicas dos organismos vivos, e atingir a corrente sanguínea. Podem ser prontamente distribuídos e armazenados no tecido adiposo devido à sua alta lipossolubilidade. A sua distribuição através dos diversos tecidos do organismo, geralmente depende do tempo de exposição e é proporcional ao conteúdo lipídico dos órgãos (ATSDR, 1999, BALLANTYNE & SULLIVAN, 1997). Também apresentam, quando em ambiente aquático a propriedade de impedir a penetração de a luz solar, dificultando ou impedindo a realização da fotossíntese ocasionando a morte de organismos planctônicos, gerando um comprometimento na cadeia trófica. Os óleos lubrificantes apresentam ainda um potencial enorme para danos ambientais significantes, principalmente por ser transportado e armazenado em grandes volumes. Essa visão colocou o petróleo e seus derivados na condição de produto com grande potencial poluidor. No passado, quando a questão ambiental era tratada de forma romântica e a responsabilidade civil por danos ambientais não era imposta a quem causava o dano devido à inexistência de uma legislação ambiental, os danos gerados ficavam por conta da capacidade metabólica do ecossistema em relação ao volume derramado, muitas vezes gerando um passivo por décadas. Hoje, a visão da gestão ambiental governamental sobre esses acontecimentos é extremamente austera e, dependendo da situação, pode levar uma pessoa jurídica e as pessoas físicas que exercem a função de gestores, a responder civil e criminalmente sobre a questão de danos causados pelas atividades, produtos e serviços de uma empresa ao meio ambiente.

Acidentes no deslocamento de óleos básicos para fabricação de lubrificantes, lubrificantes prontos e de petróleo bruto, já mostraram o enorme potencial para causar danos dos mais variados, desde a perda do recurso até a destruição de

partes da estrutura do ecossistema atingido. Acidentes como os que ocorreram com os NTs Amoco Cádiz, Torrey Canyon e Exxon Valdez entraram para a história da indústria do petróleo de maneira trágica. Pode-se dizer que a falta de um pensamento integrador considerando humanos, tecnologia e meio ambiente, facilitou a ocorrência dos danos ambientais. Os conceitos utilizados na engenharia ambiental devem tratar essas questões de forma a prever a possibilidade de ocorrer um evento que provoque danos ambientais e, com essa premissa, criar estruturas, procedimentos, processos, ferramentas e métodos de resposta a situações de emergências. A ISO14001, que versa sobre sistema de gestão ambiental em seu requisito 4.4.7. Preparação e atendimento a emergências, que trata de resposta a situações de emergências, manda que as empresas que desejam manter uma conformidade com a norma, desenvolvam um sistema para tratar tais situações. Esse sistema deve manter processos e materiais disponibilizados de forma estratégica para resposta a emergências de forma eficaz. O impacto do óleo básico, para fabricação de lubrificantes é tão danosos quanto o petróleo bruto, sendo um pouco menos agressivo por ter alto ponto de fulgor, não emanando vapores inflamáveis a temperatura ambiente. Na logística de óleos lubrificantes, o transporte é fundamental a longas e a curtas distâncias devido aos volumes utilizados ou negociados. Os modais de transporte de óleos básicos ou de lubrificantes, são basicamente: O rodoviário, O marítimo e o duto viário, a política de transporte envolve numeração correspondente as classes de risco:

Os números que indicam o tipo e a intensidade do risco são formados por dois ou três algarismos. A importância do risco é registrada da esquerda para a direita. Os algarismos que compõem os números de risco têm o seguinte significado:

1	Explosividade
2	Emissão de gás devido à pressão ou a reação química;
3	Inflamabilidade de líquidos (vapores) e gases, ou líquido sujeito a auto-aquecimento
4	Inflamabilidade de sólidos, ou sólidos sujeitos a auto-aquecimento;
5	Efeito oxidante (favorece incêndio);
6	Toxicidade;
7	Radioatividade;

8	Corrosividade;
9	Risco de violenta reação espontânea.

A letra "X" antes dos algarismos, significa que a substância reage perigosamente com água otimizando as características danosas do produto ou gerando uma nova característica. A repetição de um número indica, em geral, aumento da intensidade daquele risco específico. Quando o risco associado a uma substância puder ser adequadamente indicado por um único número, este será seguido por zero (0). As combinações de números a seguir têm significado especial: 22, 323, 333, 362, X362, 382, X382, 423, 44, 462, 482, 539 e 90 (ver relação a seguir no anexo 2). Os óleos lubrificantes estão enquadrados na classe 9, como produtos diversos devido a sua vocação para o dano ambiental. Normalmente, produtos diversos são aqueles que antes não mereciam classificação como, por exemplo, óleos residuais. Os óleos derivados de petróleo não apresentam inflamabilidade à temperatura ambiente devido ao seu alto ponto de fulgor. A forma de armazenar óleos lubrificantes, visando à estocagem e não a transferência é o acondicionamento em tanques fixos, em bases de armazenamento ou fábricas. Existem tanques de alta tecnologia, mas, quanto mais tecnologia, mais caro é o tanque, por isso, a maior parte das instalações de armazenagem e transferência usam tanques de teto fixo, sem medidor automático. O controle do produto é feito através de medições com o uso de trena (Figura 7) e termômetro (Figura 8), sendo que o uso de termômetro no controle de volume é usado para óleos básicos, pois estes variam o volume em função da temperatura. Os lubrificantes prontos (produto final) estão estabilizados e não dilatam, em função da temperatura como os básicos.

Algumas ferramentas são necessárias para controlar e monitorar os estoques de produtos (Óleos básicos e lubrificantes prontos). A primeira delas é um conjunto composto por trena e termômetro, que vão proporcionar a altura em milímetros que posteriormente, em relação às temperaturas, serão convertidas em litros. Outras ferramentas são o densímetro e a proveta que vão proporcionar a finalização do recebimento atestando a conformidade do produto com padrões técnicos de qualidade. A trena industrial (Fig. 7), usada para medir altura de produtos líquidos armazenados em tanques é composta de uma fita metálica graduada em milímetros com um pêndulo na extremidade e um suporte para enrolar a fita metálica. Os

termômetros para uso industrial (Fig. 8) medem a temperatura em graus Celsius. São utilizados na amostra coletada no tanque logo após o término do bombeio. A amostra é colocada na proveta (Fig. 9) e junto com o termômetro e o densímetro. A utilização dessas ferramentas permite o conhecimento do volume bombeado em litros.



Fig: 7 Trena de medição de líquidos

Fonte: www.google.com.br/imagens+de+trenas



Fig. 8 Termômetro

Fonte: www.google.com.br/imagens+termômetros



Fig: 9 proveta para amostra onde será verificada. Temperatura e densidade
Fonte: www.google.com.br/imagens proveta

O densímetro (Fig. 10) tem papel fundamental na conversão de escala. A trena de medição mede nível em milímetros, porém, a contagem que deve ser expressa na nota fiscal do produto tem que estar em litros. Após o término do bombeio de óleo básico existe um período de “descanso” do produto para que a medição seja feita, esse tempo varia de 15 minutos à 1 hora, dependendo da necessidade. Feita a medição, tomada à temperatura e sacada a amostra (O que tecnicamente é chamado de Final), a amostra é levada para uma sala, apropriada, onde o óleo amostrado é colocado em uma proveta e submetido a um densímetro e um termômetro. Essa exposição do óleo ao densímetro e ao termômetro tem o tempo mínimo de 15 minutos, após esse tempo é feita uma leitura e anotadas a densidade e a temperatura em graus Celsius, essa temperatura e essa amostra ficam registradas como temperatura e densidade da amostra.

Termômetro é uma ferramenta fundamental para obter a quantidade recebida, a 20°, em tanque de armazenagem. A temperatura e a densidade apuradas na proveta, também chamados de temperatura e densidade da amostra, são os parâmetros para obter os fatores de correção a 20°.



Figura 10. densímetro para derivados de petróleo
Fonte: www.google.com.br/imagens densímetro

Os tanques de armazenamento (Foto 3) são estruturas de estratégia logística, permitem o estoque de grandes volumes visto que as refinarias não bombeiam todos os produtos diariamente. O uso de tanques para armazenar básico em grandes volumes, permite mais versatilidade na fabricação.



Fig. 11 – Tanque fixo de armazenamento de básicos
Fonte: www.google.com.br/imagens

Os tanques fixos para armazenamento de óleo básico apresentam capacidades volumétricas variadas. Existem tanques com capacidade de 400m³ a 4000m³, normalmente os tanques de maior capacidade estão nas refinarias, aqueles de menos capacidade estão em bases de armazenamento de distribuidoras que compram da refinaria, quantidades para atender as demandas de fabricação durante

um mês calendário, podendo passar para o mês seguinte alguma quantidade remanescente. A medição de tanques de armazenagem de derivados de petróleo é a forma mais comum e de menor custo para trabalhar com grandes volumes, os quais dependem de estocagem. A medição é feita utilizando uma trena conforme a foto 4. A altura do produto identificada na trena é observada na tabela de arqueação do tanque feita pelo INMETRO.



Fig. 12 Detalhe da boca de medição tanque fixo de armazenamento
Fonte: www.google.com.br/imagens medição +de+tanque

A medição de tanques de armazenagem de derivados de petróleo é a forma mais comum e de menor custo para trabalhar com grandes volumes, os quais dependem de estocagem. A medição é feita utilizando uma trena conforme a figura 6. A altura do produto identificada na trena é observada na tabela de arqueação do tanque feita pelo INMETRO (Tabela 1), a tabela de arqueação do tanque é constituída a partir da medição do espaço interno do tanque e serve para converter a altura do produto em milímetros para litros.

Tabela 1. Arqueação de tanque
 Fonte: www.google.com.br/imagens+de+arqueação +de+tanques

TANQUE 30SC / 30JC										
(Capacidade Nominal 15.000 L por compartimento)										
cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	7	18	34	52	72	95	120	146	174
10	204	235	267	301	336	372	409	448	487	528
20	569	612	655	699	744	790	837	885	933	983
30	1032	1083	1135	1187	1239	1293	1347	1401	1457	1513
40	1569	1626	1684	1742	1801	1860	1920	1980	2041	2102
50	2164	2226	2289	2352	2416	2480	2544	2609	2674	2740
60	2806	2872	2939	3006	3074	3142	3210	3278	3347	3416
70	3486	3556	3626	3696	3767	3838	3909	3981	4053	4125
80	4197	4270	4342	4415	4489	4562	4636	4710	4784	4858
90	4933	5007	5082	5157	5233	5308	5384	5459	5535	5611
100	5687	5764	5840	5917	5993	6070	6147	6224	6301	6378
110	6456	6533	6610	6688	6765	6843	6921	6999	7076	7154
120	7232	7310	7388	7466	7544	7622	7700	7778	7856	7934
130	8012	8090	8168	8246	8324	8402	8480	8558	8636	8714
140	8791	8869	8947	9024	9102	9179	9256	9333	9410	9487
150	9564	9641	9718	9794	9871	9947	10023	10099	10175	10251
160	10326	10402	10477	10552	10627	10701	10776	10850	10924	10998
170	11072	11145	11219	11292	11364	11437	11509	11581	11653	11725
180	11796	11867	11937	12008	12078	12148	12217	12286	12355	12424
190	12492	12560	12627	12694	12761	12828	12894	12959	13024	13089
200	13154	13218	13281	13344	13407	13469	13531	13592	13653	13713
210	13773	13832	13890	13949	14006	14063	14120	14175	14231	14285
220	14339	14393	14445	14497	14549	14599	14649	14698	14747	14794
230	14841	14887	14932	14976	15019	15062	15103	15144	15183	15221
240	15258	15294	15329	15393	15395	15426	15455	15483	15510	15534
250	15556	15577	15595	15610	15621					

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO TANQUE:

Referência Confab _____ 30SC / 30JC
 Diâmetro Interno _____ 2.549 m
 Comprimento _____ 3.065 m (cada compartimento)
 Capacidade Volumétrica _____ 15626,7 Litros
 Tolerância _____ 0,8 %

COMO CONSULTAR A TABELA:

Para saber qual é a quantidade do combustível existente no tanque, proceda do seguinte modo:

- 1 - Introduza no tanque a régua graduada, até atingir o fundo. A régua deve estar na posição vertical, sem inclinação.
- 2 - Retire a régua e observe o nível do combustível. Por exemplo, suponha que o nível encontrado seja 156 centímetros.
- 3 - Procure na tabela, na primeira coluna à esquerda, o número 150, que corresponde a 150 centímetros
- 4 - Siga à direita, na mesma linha, até encontrar o número que está na coluna 6, que corresponde a 6 centímetros. Neste caso, encontra-se o número 10023. Isto significa que, para o nível de 156 centímetros, existem 10023 litros de combustível no tanque.

Outro exemplo:

Nível de combustível indicado pela régua: 53 centímetros
 Quantidade de combustível existente no tanque: 2352 Litros

Obs: 1 - Os valores dos volumes da tabela foram calculados considerando que o tanque foi instalado **sem inclinação**.
 2 - O volume encontrado poderá variar em 0,8% para menos ou para mais.

A medição identificada no tanque, quando observada na tabela de arqueação, está ligada a um volume, em litros, correspondente àquela medição feita no tanque, com uma trena.

No processo de estimar o volume em litros que um tanque de armazenagem recebeu, através de medição feita com trena graduada em milímetros, utiliza-se

como ferramenta de cálculo, o densímetro, o termômetro e duas tabelas para conversão de densidade e volume a 20°. A tabela de conversão de densidade para 20 graus Celsius (Ver tabela 2) é utilizada para converter a densidade observada na amostra retirada do tanque após o término do bombeio, para uma densidade que servirá de referência para o volume no tanque de armazenamento. A leitura da tabela é feita cruzando a densidade com a temperatura observada no tanque.

Tabela 2: Conversão de Densidade para 20° C
Fonte: Manual Petrobrás conversão

TABELA I

CONVERSÃO DE DENSIDADE PARA 20 GRAUS CELSIUS

0,940 A 0,949
25,0 A 30,0

TEMPERATURA OBSERVADA CELSIUS	DENSIDADE OBSERVADA (Densidade da amostra)									
	0,940	0,941	0,942	0,943	0,944	0,945	0,946	0,947	0,948	0,949
	DENSIDADE CORRIGIDA PARA 20 GRAUS CELSIUS									
25,0	0,9432	0,9442	0,9452	0,9462	0,9472	0,9482	0,9492	0,9502	0,9512	0,9522
25,5	0,9435	0,9445	0,9455	0,9465	0,9475	0,9485	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525
26,0	0,9438	0,9448	0,9458	0,9468	0,9478	0,9488	0,9498	0,9508	0,9518	0,9528
26,5	0,9441	0,9451	0,9461	0,9471	0,9481	0,9491	0,9501	0,9511	0,9521	0,9531
27,0	0,9444	0,9454	0,9464	0,9474	0,9484	0,9494	0,9504	0,9514	0,9524	0,9534
27,5	0,9447	0,9457	0,9467	0,9477	0,9487	0,9497	0,9507	0,9517	0,9527	0,9537
28,0	0,9451	0,9461	0,9471	0,9481	0,9491	0,9501	0,9511	0,9521	0,9530	0,9540
28,5	0,9454	0,9464	0,9474	0,9484	0,9494	0,9504	0,9514	0,9524	0,9534	0,9544
29,0	0,9457	0,9467	0,9477	0,9487	0,9497	0,9507	0,9517	0,9527	0,9537	0,9547
29,5	0,9460	0,9470	0,9480	0,9490	0,9500	0,9510	0,9520	0,9530	0,9540	0,9550
30,0	0,9463	0,9473	0,9483	0,9493	0,9503	0,9513	0,9523	0,9533	0,9543	0,9553
30,5	0,9466	0,9476	0,9486	0,9496	0,9506	0,9516	0,9526	0,9536	0,9546	0,9556
31,0	0,9469	0,9479	0,9489	0,9499	0,9509	0,9519	0,9529	0,9539	0,9549	0,9559
31,5	0,9473	0,9483	0,9493	0,9502	0,9512	0,9522	0,9532	0,9542	0,9552	0,9562
32,0	0,9476	0,9486	0,9496	0,9506	0,9516	0,9526	0,9536	0,9546	0,9556	0,9566
32,5	0,9479	0,9489	0,9499	0,9509	0,9519	0,9529	0,9539	0,9549	0,9559	0,9569
33,0	0,9482	0,9492	0,9502	0,9512	0,9522	0,9532	0,9542	0,9552	0,9562	0,9572
33,5	0,9485	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545	0,9555	0,9565	0,9575
34,0	0,9488	0,9498	0,9508	0,9518	0,9528	0,9538	0,9548	0,9558	0,9568	0,9578
34,5	0,9491	0,9501	0,9511	0,9521	0,9531	0,9541	0,9551	0,9561	0,9571	0,9581
35,0	0,9494	0,9504	0,9514	0,9524	0,9534	0,9544	0,9554	0,9564	0,9574	0,9584
35,5	0,9498	0,9508	0,9518	0,9528	0,9537	0,9547	0,9557	0,9567	0,9577	0,9587
36,0	0,9501	0,9511	0,9521	0,9531	0,9541	0,9551	0,9561	0,9571	0,9581	0,9591
36,5	0,9504	0,9514	0,9524	0,9534	0,9544	0,9554	0,9564	0,9574	0,9584	0,9594
37,0	0,9507	0,9517	0,9527	0,9537	0,9547	0,9557	0,9567	0,9577	0,9587	0,9597
37,5	0,9510	0,9520	0,9530	0,9540	0,9550	0,9560	0,9570	0,9580	0,9590	0,9600
38,0	0,9513	0,9523	0,9533	0,9543	0,9553	0,9563	0,9573	0,9583	0,9593	0,9603
38,5	0,9516	0,9526	0,9536	0,9546	0,9556	0,9566	0,9576	0,9586	0,9596	0,9606
39,0	0,9519	0,9529	0,9539	0,9549	0,9559	0,9569	0,9579	0,9589	0,9599	0,9609
39,5	0,9522	0,9532	0,9542	0,9552	0,9562	0,9572	0,9582	0,9592	0,9602	0,9612

A tabela de conversão de volume para 20 graus Celsius (Ver tabela 3) é utilizada para converter, além do volume bombeado para o tanque de armazenamento, os volumes que serão transportados por carros tanque, vagões tanque ou navios tanque para 20 graus Celsius, mantendo um volume fixo que constará na nota fiscal de transporte. Esse procedimento é utilizado devido à variação de volume do produto em função das temperaturas.

Tabela 3: conversão de volume para 20° C

Fonte: Manual Petrobrás conversão

TABELA II
CONVERSÃO DE VOLUME PARA 20 GRAUS CELSIUS 0,940 A 0,958
25,0 A 30,0

TEMPERATURA OBSERVADA CELSIUS	DENSIDADE A 20 GRAUS CELSIUS									
	0,940	0,942	0,944	0,946	0,948	0,950	0,952	0,954	0,956	0,958
	FATOR DE CORREÇÃO DO VOLUME PARA 20 GRAUS CELSIUS									
25,0	0,9965	0,9965	0,9965	0,9965	0,9965	0,9966	0,9966	0,9966	0,9966	0,9966
25,5	0,9962	0,9962	0,9962	0,9962	0,9962	0,9962	0,9962	0,9962	0,9962	0,9962
26,0	0,9958	0,9958	0,9958	0,9958	0,9958	0,9959	0,9959	0,9959	0,9959	0,9959
26,5	0,9955	0,9955	0,9955	0,9955	0,9955	0,9955	0,9955	0,9955	0,9956	0,9956
27,0	0,9951	0,9951	0,9951	0,9952	0,9952	0,9952	0,9952	0,9952	0,9952	0,9952
27,5	0,9948	0,9948	0,9948	0,9948	0,9948	0,9948	0,9948	0,9949	0,9949	0,9949
28,0	0,9944	0,9944	0,9945	0,9945	0,9945	0,9945	0,9945	0,9945	0,9945	0,9945
28,5	0,9941	0,9941	0,9941	0,9941	0,9941	0,9941	0,9942	0,9942	0,9942	0,9942
29,0	0,9937	0,9937	0,9938	0,9938	0,9938	0,9938	0,9938	0,9938	0,9939	0,9939
29,5	0,9934	0,9934	0,9934	0,9934	0,9934	0,9935	0,9935	0,9935	0,9935	0,9935
30,0	0,9930	0,9931	0,9931	0,9931	0,9931	0,9931	0,9931	0,9932	0,9932	0,9932
30,5	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927	0,9928	0,9928	0,9928	0,9928	0,9928	0,9928
31,0	0,9923	0,9924	0,9924	0,9924	0,9924	0,9924	0,9925	0,9925	0,9925	0,9925
31,5	0,9920	0,9920	0,9920	0,9921	0,9921	0,9921	0,9921	0,9921	0,9922	0,9922
32,0	0,9917	0,9917	0,9917	0,9917	0,9917	0,9918	0,9918	0,9918	0,9918	0,9918
32,5	0,9913	0,9913	0,9913	0,9914	0,9914	0,9914	0,9914	0,9915	0,9915	0,9915
33,0	0,9910	0,9910	0,9910	0,9910	0,9910	0,9911	0,9911	0,9911	0,9911	0,9912
33,5	0,9906	0,9906	0,9907	0,9907	0,9907	0,9907	0,9907	0,9908	0,9908	0,9908
34,0	0,9903	0,9903	0,9903	0,9903	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904	0,9905	0,9905
34,5	0,9899	0,9899	0,9900	0,9900	0,9900	0,9900	0,9901	0,9901	0,9901	0,9901
35,0	0,9896	0,9896	0,9896	0,9897	0,9897	0,9897	0,9897	0,9898	0,9898	0,9898
35,5	0,9892	0,9893	0,9893	0,9893	0,9893	0,9894	0,9894	0,9894	0,9894	0,9895
36,0	0,9889	0,9889	0,9889	0,9890	0,9890	0,9890	0,9890	0,9891	0,9891	0,9891
36,5	0,9885	0,9886	0,9886	0,9886	0,9887	0,9887	0,9887	0,9887	0,9888	0,9888
37,0	0,9882	0,9882	0,9883	0,9883	0,9883	0,9883	0,9884	0,9884	0,9884	0,9885
37,5	0,9879	0,9879	0,9879	0,9879	0,9880	0,9880	0,9880	0,9881	0,9881	0,9881
38,0	0,9875	0,9875	0,9876	0,9876	0,9876	0,9877	0,9877	0,9877	0,9877	0,9878
38,5	0,9872	0,9872	0,9872	0,9873	0,9873	0,9873	0,9873	0,9874	0,9874	0,9874
39,0	0,9868	0,9869	0,9869	0,9869	0,9869	0,9870	0,9870	0,9870	0,9871	0,9871
39,5	0,9865	0,9865	0,9865	0,9866	0,9866	0,9866	0,9867	0,9867	0,9867	0,9868

Por exemplo quando um tanque recebe óleo para armazenar, e já possui produto armazenado, o procedimento é o seguinte: O tanque é medido, para saber a altura do produto remanescente, esse procedimento é denominado de INICIAL. Após a INICIAL, conforme a disponibilidade e organização da refinaria iniciam-se o bombeio. Durante o bombeio vão ocorrer medições para controle de vazão. Após o término do bombeio, é feita a FINAL, medição para saber a altura total do produto no tanque. Dessa altura total, observada na tabela de arqueação do tanque, é obtido o volume total, em litros de onde será subtraído o volume correspondente a INICIAL, para se obter o volume real que entrou no tanque.

Considerando um tanque com qualquer capacidade, retira-se uma amostra e observa-se no densímetro 0,945 de densidade após 15 minutos de repouso com o densímetro no líquido e 32,0°C no termômetro. Encontra-se a densidade a 20° de 0,9526. Esse dado será fixo para o tanque até que ocorra outro bombeio. Essa densidade convertida a 20°, também chamada de densidade do tanque, é usada a

todo carregamento confrontada com a temperatura observada no tanque do modal de transporte. A título de exemplo, observe o seguinte:

Para carregar um carro tanque com capacidade de 30m^3 é necessário utilizar um fator de correção, neste caso, usa-se a tabela de correção de volume para 20° Celsius, da seguinte forma: Quando o veículo começa a carregar o produto, é colocado no líquido dentro do tanque, um termômetro que é retirado no final do carregamento. A temperatura identificada no termômetro é relacionada com a tabela de correção de volume a 20° em referência a densidade do tanque (neste caso 0,9526). A nova densidade, será chamada de fator de correção, é multiplicada pelo volume do tanque do veículo para obter o volume do produto a 20° .

Se o carro tanque tem a capacidade de armazenar $30\text{m}^3 = 30.000$ litros, o calculo é o seguinte: Primeiro observar na tabela de conversão de volume, o fator de conversão, neste caso será estabelecida a temperatura do produto no carregamento em 31° , que relacionada com 952, conforme a tabela.

Seleciona-se um tanque de CT com capacidade de 30m^3 , mede-se a temperatura e encontra-se 32°C . Procurar na segunda tabela (Conversão de volume) a relação da temperatura com a densidade do tanque: $0,952 \times 32^\circ$ e encontra-se 0,9918, esse é o fator de correção para o volume do caminhão à 20°C .

Capacidade do CT em litros = 30.000 Litros, multiplicada pelo fator de correção 0,9918 tem-se: $30.000 \times 0,9918 = 29.754$ litros, essa é a quantidade que será colocada na nota fiscal de transporte do produto.

A armazenagem de derivados de petróleo, por depender de tanques, depende também de aferição por órgão competente, no caso o INMETRO. Alguns tanques não admitem a conversão direta da altura de nível do produto para litros, em determinadas faixas de altura muito baixas. Essa faixa é indicada na tabela de arqueação do tanque.

Exemplo comum: A faixa a ser interpolada está entre 0 e 4 centímetros(Tabela 4). No caso de alguns tanques, essa altura do produto não permitiu uma aferição exata, neste caso a tabela de arqueação do tanque apresenta uma pequena tabela onde esse intervalo é calculado da seguinte forma.

Supondo que a faixa a ser interpolada está entre 0 e 4 cm. Supondo também, que a medição feita pelo operador foi 35mm= 3cm + 5mm, visualiza-se que é uma medição compreendida entre 3 e 4cm. Deve ser observada na tabela, constante na arqueação do tanque, e fazer o seguinte cálculo: Subtraia o volume da maior altura subsequente pelo menor volume; divida o resultado por 10; ao novo resultado, multiplique pelo número de milímetros e some ao menor volume correspondente aos centímetros.

Tabela 4: conversão de volume para 20° C
Fonte: Manual Petrobrás conversão

Alt. Cm	volume
0	5.640
1	6.093
2	6.871
3	7.432
4	8.954

MODELO:

$$8.954 - 7.432 = 1.522$$

$$1.522 / 10 = 152,2$$

$$152,2 \times 5 = 761$$

761 + 7.432 = 8.193, OU SEJA, 35MM, NESTA TABELA CORRESPONDE AO VOLUME DE 8.193.

2.7- Consumo de lubrificantes:

O consumo de lubrificantes (Fig.10) aumenta a cada ano sendo proporcional ao número de veículos vendidos. Com as facilidades referentes à isenção de IPI, o aumento do número de parcelas em financiamentos, elevou o número de veículos nas ruas proporcionando um aumento no consumo de combustíveis e lubrificantes.

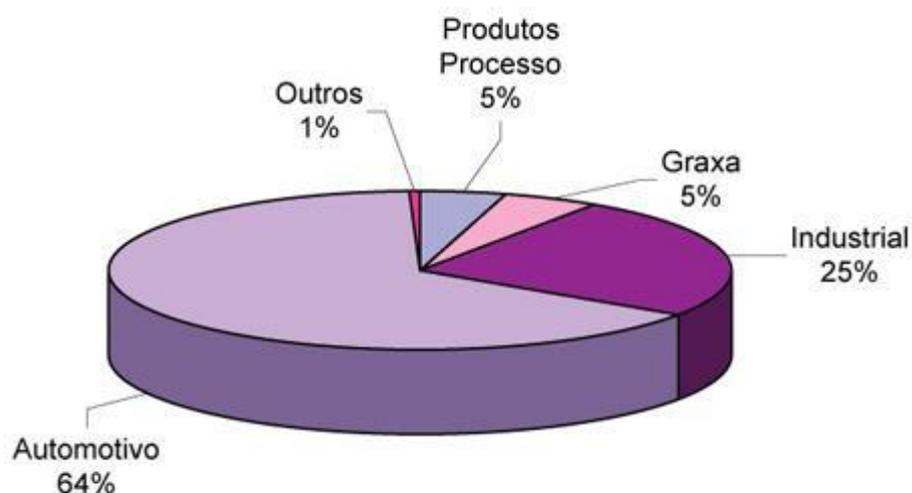


Fig:13 Demonstrativo da porcentagem de consumo de lubrificantes
Fonte: Fecombustível 2011

A correta troca do óleo do motor é um ponto muito importante na manutenção do veículo. Existem basicamente três tipos de óleo com base mineral de petróleo (multiviscoso), com base sintética e a mistura dos dois tipos. O óleo mineral é obtido da separação de componentes do petróleo sendo, portanto, uma mistura de vários compostos. O carro pode rodar com ele em torno de 5 mil quilômetros, ou seis meses. É o mais barato entre as opções de mercado. O óleo semissintético mistura proporções variadas de minerais e elementos sintéticos, isto é, químicos. Sua durabilidade recomendada está entre 6 mil e 8 mil quilômetros, ou 6 meses, o que vier primeiro. Já o óleo sintético é obtido por reação química, permitindo a obtenção de um produto mais puro, devido à reação das cadeias moleculares. São os mais caros, mas duram entre 10 mil e 12 mil quilômetros, ou 1 ano. Caminhões e ônibus trocam óleo em média a cada 40.000 km. O óleo do motor tem a função de lubrificar e reduzir ao mínimo o atrito e o calor produzido, mantendo a temperatura das partes móveis do motor dentro de limites toleráveis, evitando o desgaste prematuro destas partes. Com o funcionamento do motor, o óleo vai se contaminando e perde sua eficiência, podendo comprometer a vida útil do motor. Na escolha do tipo de óleo a ser usado o fator mais importante é a viscosidade. Viscosidade é a propriedade que o óleo tem de fluir por um orifício calibrado a uma determinada temperatura. Um óleo com uma viscosidade 5 é quase igual à água, ao passo que um óleo com uma viscosidade 40 comporta-se como mel. Óleos multiviscosos usam polímeros para

regular a viscosidade enquanto a temperatura do motor varia. Sendo assim, um óleo 15W-50 varia sua viscosidade de 15 quando o motor está frio (porque as folgas são menores) até 50 quando o motor está quente. O “W” (do inglês winter) significa sua aplicabilidade para o inverno. A Audamec Marketing e Pesquisa Automotiva estudou o mercado demandante de óleo automotivo. O quadro apresentado na sequência dá a ideia do volume comercializado do produto em nosso mercado. O sistema de cálculo da demanda da Audamec, que relaciona a frota circulante de veículos com ciclo médio de substituição, pode ser aplicado em qualquer linha de autopeças do segmento da reposição automotiva.

De acordo com a ANP (Agência Nacional do Petróleo), a estimativa de todo óleo lubrificante a ser consumido no Brasil em 2013 está em torno de 1,38 bilhão de litros (Tabela 5), incluindo-se, portanto, o consumo em vários outros tipos de máquinas industriais e motores estacionários. Perto de 23% deste número será de óleo rerrefinado..

TABELA 5 REVISTA MERCADO AUTOMOTIVO | EDIÇÃO 220
Abril DE 2013, POR SÉRGIO
DUQUE.

DEMANDA DE ÓLEO LUBRIFICANTE (EM LITROS) SEGMENTO REPOSIÇÃO – MERCADO INTERNO			
Tipo de óleo	2013	2014	2015
Mineral	515.000.000	548.500.000	583.000.000
Semissintético	275.000.000	292.000.000	315.000.000
Sintético	138.000.000	147.500.000	158.000.000
Total da demanda	928.000.000	988.000.000	1.056.000.000
Base a.a. %	+ 6,2	+ 6,5	+ 6,9

2.8- Resíduos oleosos.

São varias as fontes geradoras de resíduos oleosos, desde uma pequena emissão fugitiva a um grande derramamento de óleo básico ou pronto devido a um acidente com caminhão – tanque, navio – tanque ou vagão – tanque. Acidentes rodoviários envolvendo veículos transportadores de derivados de petróleo têm ocorrido de forma rotineira. A formação de condutores de cargas perigosas no Brasil se resume a um treinamento de 40 horas, ocorrendo reciclagens ao longo de períodos estipulados. Os volumes de resíduos gerados após acidentes são significativos, dependendo do modal de transporte. Os CTs normalmente apresentam capacidade de 30m³, dos modais utilizados, são os de menor capacidade de armazenamento, porém, seu deslocamento acontece em vias onde circulam carros de passeio e outros veículos de transporte com cargas secas inertes ou menos agressivas. Acidentes com tombamento de carga líquida derivada de petróleo (Fig. 11) geram danos ambientais por contaminação de solo, córregos, rios e lençol freático.



Fig: 14 Acidente com o transporte
Fonte: www.google.com.br/imagens/acidentecomcarrotanque

Os acidentes com modal marítimo (Fig. 12) apresentam impactos extremamente complexos, dados à natureza do ecossistema marinho. Existe uma série de equipamentos e produtos fabricados ou importados por empresas que têm o objetivo

de atender empresas de petróleo e treinar pessoas no uso dessas ferramentas e materiais para conter, absorver e minimizar danos que possam ser causados por óleo básico, petróleo cru ou qualquer derivado de petróleo. Em áreas abertas a contenção é menos complexa, pois, petróleo é hidrocarboneto, matéria orgânica que vai se decompor em meio aquoso, a questão referente à sua contenção é evitar que a maré negra chegue ao litoral, onde o impacto será desastroso devido a manguezais, praias, costão rochosos e toda a estrutura litorânea.



Fig: 15 derrame de óleo no mar –
Fonte: www.alpinaambiental.com.br

No evento acidental no mar, a situação não é diferente daquela que acontece em terra. O dano é significativo e na maioria das vezes danifica a reputação da empresa.

O atendimento a situações de emergência por derrame de óleo no mar conta com um verdadeiro estoque de materiais e equipamentos para oil spill. Mesmo assim, o dano é inevitável à vida marinha causando perda na micro flora e conseqüentemente nas cadeias tróficas. Os descartes criminosos e o descuido são grandes aliados na geração de solos, águas e plantas contaminadas por derivados de petróleo. Muitas vezes as autoridades encontram áreas contaminadas com produtos que poderiam ser aproveitados para queimas ou co-processamento, gerando lucro para quem descartou de forma criminosa.

Alguns equipamentos são antigos, já existiam antes do acidente do navio-tanque Exxon Valdez no Alaska. Alguns desses equipamentos são:

Barreiras flutuantes móveis (Fig. 13 e 14) tem a finalidade de cercar a mancha de óleo para retirá-lo da água através de bombeamento para a embarcação de resposta a emergência e reaproveitá-lo no processo industrial de fabricação de lubrificantes, após tratamento de retirada de água e dessalinização.



Fig.: 16 Lançamento de barreira móvel

Fonte: www.alpinaambiental.com.br

Após cercar a mancha de óleo, uma bomba flutuante Skimmer (Fig. 13) é lançada no meio da mancha para bombear o produto.



Fig.: 17 barreira móvel e skimmer para coleta

Fonte: www.cimm.com.br

A operação de combate à poluição por óleo no mar (oil spill) depende do cerco que deve ser feito por embarcação apropriada (Fig. 15) estabelecido para impedir que o óleo atinja praias, costões rochosos ou qualquer estrutura litorânea.



Fig. 18 Embarcação realizando cerco na mancha de óleo

Fonte: www.mercur.com.br

Uso de dispersantes

Os dispersantes químicos (Fig.:16) são, potencialmente, aplicáveis em situações de derrames de óleo, visando a proteção dos recursos naturais e socioeconômicos sensíveis, como os ecossistemas costeiros e marinhos. Porém, sua aplicabilidade deve ser criteriosamente estabelecida e aceita somente se resultar em menor prejuízo ambiental, quando comparada ao efeito causado por um derrame sem qualquer tratamento, ou empregado como opção alternativa ou, ainda, adicional à contenção e recolhimento mecânico no caso de ineficácia desses procedimentos.

Os dispersantes são formulações químicas de natureza orgânica, constituídas de surfactantes (ingredientes ativos) e solventes, utilizadas com a finalidade de reduzir a tensão superficial entre óleo e água, auxiliando a dispersão do óleo em gotículas no meio aquoso.

A Resolução CONAMA nº 269, de 14 de setembro de 2000, determina a obtenção de registro junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, para fins de produção, importação, comercialização e uso de dispersantes químicos para as ações de combate aos derrames de petróleo e seus derivados no mar. Anexo a esta Resolução encontra-se o “Regulamento para uso de dispersantes químicos em derrames de óleo no mar”, o qual apresenta os critérios para tomada de decisão quanto ao uso desses produtos.

Os procedimentos necessários para a obtenção de registro de dispersantes químicos encontram-se nas Instruções Normativas IBAMA nº 1, de 14 de julho de 2000, e nº 7, de 6 de julho de 2001, além de retificação da IN nº 07/2001, publicada em 25 de julho de 2001. A atuação do IBAMA, neste campo, vem sendo desenvolvida com o objetivo de estabelecer procedimentos de registro e controle dos produtos dispersantes químicos destinados às ações de combate a derrames de petróleo e seus derivados no mar, visando à estruturação das atividades de controle e fiscalização voltadas às atividades de fabricação, importação, comercialização e utilização desses produtos.



Fig. 19 Lançamento de dispersante em duas modalidades
Fonte: www.clickMacaé.com.br

As barreiras fixas (Fig.:17) são equipamentos de prevenção. São colocadas no entorno de embarcações durante a descarga de produto líquido ou durante manutenção. São mais resistentes, a ação das marés e a salinidade, que as

barreiras móveis que devem ser usadas para cercar o óleo e depois da operação devem ser retiradas da água do mar e lavadas com água doce.



Fig.20 barreira fixa para uso permanente.

Fonte: www.mercur.com.br

2.8.1- Plano de emergência da Baía da Guanabara – PEBG:

Mais conhecido nos últimos 21 anos, desde 16 de janeiro de 1991, pela sigla PEBG, o Plano de Emergência da Baía de Guanabara é pioneiro no combate, na contenção e no recolhimento por derramamento de óleo (Fig.18) instituído no Brasil. O Plano congrega, hoje, ao menos 50 empresas e órgãos públicos, como a Marinha do Brasil (Capitania dos Portos), o Instituto Estadual do Ambiente (Inea), a Petrobras e subsidiárias como a Transpetro (dutos e navios), a União de Terminais, os estaleiros e indústrias associadas à Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan).



Fig.21 praia contaminado com óleo
www.google.com/imagens/derramedeoleo

É da essência do PEBG: “Atender a situações de poluição acidental ocasionadas por derramamento de petróleo, ou de seus derivados, na Baía de Guanabara”. Como estratégia, o Plano prevê reuniões mensais para “estruturar a cooperação de todas as empresas participantes e órgãos públicos que atuam no planejamento e na execução das operações de combate a derramamentos, através de pessoal capacitado e equipamentos específicos (barcos, barreiras de contenção), minimizando-se, assim, eventuais danos à população, ao meio ambiente e reduzindo-se custos operacionais”.

O PEBG será sempre acionado, diz o Sopea, “quando a capacidade individual de” atendimento de cada empresa, ou órgão participante do Plano mostrar-se inadequada ao porte do derramamento a ser controlado, segundo a Resolução nº 398 (versão atualizada da resolução CONAMA 293) do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), de 11 de junho de 2008, que instituiu o Plano de Emergência Individual (PEI) a ser seguido pelas empresas que operam e manipulam produtos perigosos no interior da Baía de Guanabara. Numa demonstração de consciência ambiental, as empresas integrantes do PEBG desempenham compromisso voluntário, num “acordo de cavalheiros”, isto porque o Plano oficializado em 1991 não foi ratificado em 1996 desobrigando-as – a 16 anos –, de participar, compulsoriamente, do combate a eventuais acidentes por derramamentos de produtos perigosos na Baía de Guanabara. Porém, na prática, sempre que acionadas pelo Sopea, elas atendem, voluntariamente, ao chamado. Enquanto o PEBG não passa de um “acordo de cavalheiros” desde 1996, seu futuro está com os dias contados. Desde novembro de 2011, o Instituto Estadual do Ambiente (Inea) – órgão executivo da política ambiental -, reúne-se com as empresas compromissadas, voluntariamente, com a proteção das águas da Guanabara visando à adoção do PABG (Plano de Área da Baía de Guanabara), como determina a Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000, e o Decreto federal nº 4.871, de 6 de novembro de 2003. A Lei do Óleo, como é conhecida, ao prever a implementação do PEBG, fundamenta-se em diferentes atividades potencialmente poluidoras numa mesma área, de que é exemplo a Baía de Guanabara, de intenso tráfego aquaviário, concentração de estaleiros, plataformas, terminais petrolíferos, portos e grande número de indústrias ao seu redor.

No entendimento de especialistas, não ocorrerá apenas a mudança de sigla de PEBG para PABG, este de caráter obrigatório, a ser cumprido pelas empresas que já possuem o seu Plano de Emergência Individual (PEI), cujos dados constam do Sistema de Informação de Risco Ambiental (SIRA), um banco de dados de base cartográfica mantido desde 2005 pela antiga Feema (atual Inea), com abrangência em 14 municípios situados ao redor da Baía de Guanabara. As reuniões do PABG acontecem na sede do IMAPOR, no centro do Rio de Janeiro. Empresas de petróleo, distribuidoras de derivados e gestores de portos se reúnem uma vez por mês para adequar os procedimentos, propor melhorias e resolver problemas referentes ao plano.

2.8.2- O pós uso de lubrificantes automotivos e a logística reversa:

Durante todo o tempo de utilização dos óleos lubrificantes virgens (OLV), são registrados processos que provocam perdas, emissões, e contaminações. A contaminação dos óleos lubrificantes está diretamente ligada ao desgaste ao qual, o óleo é submetido, onde os principais contaminantes são: Chumbo (Pb), Zinco (Zn) , Ferro (Fe), Magnésio (Mg) e Cálcio (Ca), sendo muito comum verificar a presença de água, solventes, anti-refrigerantes e combustíveis. Todos esses componentes adicionados ao óleo lubrificante, devido ao uso e desgaste conferem ao produto um potencial enorme para intoxicação de pessoas, animais e danos ambientais, principalmente as contaminações de solos e corpos receptores de efluentes, por descarte inadequado devido a falta de conhecimento sobre os possíveis danos e desperdício. No processo de utilização do óleo lubrificante, são consumidos cerca de 50% do agente lubrificante, restando um resíduo denominado por óleo lubrificante usado e/ou contaminado (OLUC).(OCDE, 2005). A resolução 362/2005 do conselho nacional do meio ambiente fiscaliza as atividades relacionadas a óleos lubrificantes usados ou contaminados.

Os óleos lubrificantes usados, devido a sua rotina de utilização, apresentam também, impurezas provenientes da fricção, combustão e temperaturas elevadas a que os OLV estão sujeitos. (Comissão europeia, Direção Geral do Ambiente, 2001)

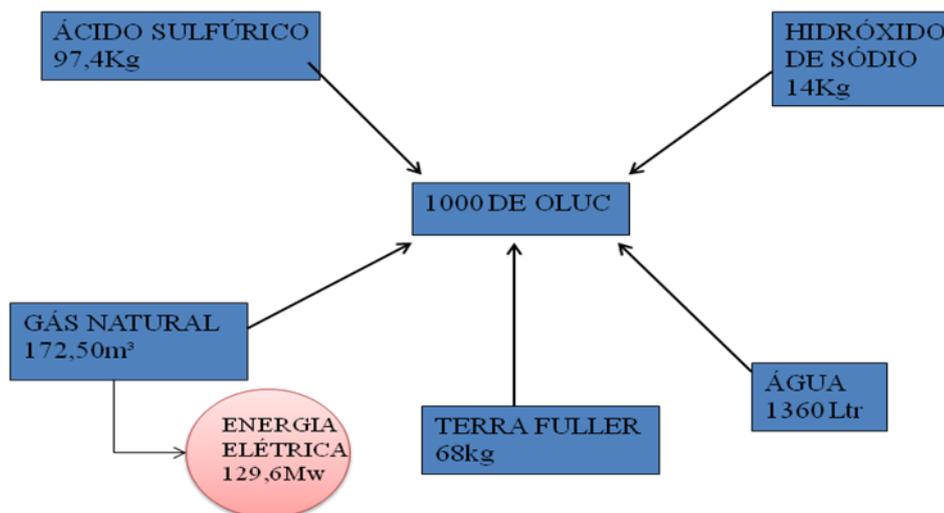


Fig. 22 Fluxograma de tratamento do OLUC para fabricação de básico

Fonte: O autor

2.8.3- O processo industrial de reciclagem - rerrefino:

O processo de rerrefino no Brasil conta com tecnologia que atende aos padrões exigidos pela agência nacional de petróleo, conforme portaria ANP 130/1999, que está passando por processo de revisão.

Atualmente existem três tecnologias diferentes, para obtenção de básicos, a partir do OLUC.

1ª- Sistema ácido argila com “termo craqueamento”. Nessa tecnologia predomina a obtenção de óleo básico neutro pesado.

2ª- Sistema de destilação a flash ou evaporação pelicular. Nessa tecnologia predomina a obtenção de óleos básicos, neutro médio e neutro leve.

3ª- Sistema por extração a solvente seletivo de propano. Nessa tecnologia predomina a obtenção de óleo básico neutro médio.

As empresas recicladoras normalmente trabalham com mais de uma tecnologia visando a produção de básicos leves e pesados. Em visita a uma empresa que opera no estado do Rio de Janeiro foi possível observar todo o processo. A empresa pode mostrar que vem contribuindo para impedir que os despejos de óleos lubrificantes usados sejam jogados nas redes de esgotos e tem propiciado economia

de divisas por preservar o recurso natural não renovável e contribuindo para que parte deste material deixe de ser importado.

A atividade de rerrefino de óleos lubrificantes usados, na empresa visitada, é composta das seguintes unidades conforme memorial descritivo da empresa:

- Unidade de Descarga de Óleo Usado.
- Unidade de Desidratação e Craqueamento.
- Unidade de Sulfonação e Decantação de Borra Ácida.
- Unidade de Neutralização e Destilação.
- Unidade de Desidratação e Fracionamento de Óleo Leve.
- Unidade de Armazenamento de Resíduos e Lavador de Veículos.
- Estas unidades fazem parte do escopo do SGI, bem como a atividade de coleta e transporte de óleos lubrificantes usados.

1 Unidade de descarga de óleo usado:

A empresa visitada realiza a coleta de óleo usado por meio de caminhões tanque da própria Empresa e terceirizados (com registro na ANP), em postos de serviço de abastecimento de combustíveis, empresas de transporte de cargas e passageiros, indústrias, etc.

No momento em que o caminhão chega a empresa é pesado e direcionado para o setor de descarga, onde é realizada a circulação do óleo para a coleta da amostra. Nessa amostra é realizada a caracterização do óleo por meio dos seguintes parâmetros: água, leves, borra, tempo de filtração e cor. Depois desta etapa o óleo é descarregado em caixas subterrâneas e posteriormente bombeado para as caixas de armazenamento diário; após homogeneização feita por meio de circulação, o óleo é analisado e transferido para os tanques pulmão e destes para os tanques de armazenamento da unidade de processo.

2 Unidade de desidratação e craqueamento:

O óleo usado armazenado nos tanques de processo é enviado aos desidratadores após troca térmica com o óleo craqueado pronto para armazenamento. Nos

desidratadores o óleo é aquecido até a temperatura apropriada, utilizando duas serpentinas com aquecimento a vapor e óleo térmico. O vapor liberado no processo contendo traços de hidrocarbonetos passa por condensadores refrigerados a água, onde parte desta corrente é condensada, e o restante é direcionado a incinerador de gases que utiliza gás natural como fluido de queima, onde estes hidrocarbonetos são incinerados. O óleo desidratado é pré-aquecido por meio de troca térmica com o óleo craqueado para armazenamento, e segue para os tanques onde este sofre um processo de aquecimento gradativo em um aquecedor a gás natural, até atingir a temperatura de craqueamento. O óleo leve craqueado gerado no processo é condensado e posteriormente adicionado ao óleo craqueado. Os incondensáveis são direcionados para o incinerador de gases. Este processo foi instalado com o objetivo de adaptar as condições atuais dos óleos usados visando à redução de produção de borra oleosa ácida.

3 Unidade de sulfonação e decantação de borra ácida:

O óleo craqueado é transferido da área de armazenamento para o tanque de alimentação do vaso de sulfonação, onde o mesmo recebe ácido sulfúrico concentrado em volume pré-determinado por meio de dosadores de ácido, sendo estas correntes misturadas por meio de bombeamento em misturadores estáticos.

O óleo misturado com ácido sulfúrico é encaminhado para uma das quatro linhas de tanques de decantação onde ocorre à separação da borra oleosa ácida do óleo. A borra ácida sedimentada é drenada para os tubulões sendo retirada por bombeamento para os tanques de armazenamento para posterior envio para *co-processamento* em fábricas de cimento devidamente licenciadas.

O óleo sulfonado é enviado para os tanques de armazenamento onde aguarda a próxima etapa de processo (neutralização).

4 Unidade de neutralização e destilação:

Após a etapa de sulfonação o óleo sulfonado é bombeado dos tanques de armazenamento para o tanque de mistura com terra füller que, após a mistura, é transferido para os tanques de neutralização onde passa por um processo gradativo de elevação de temperatura por meio de aquecimento indireto com vapor. Após atingir a temperatura de aproximadamente 120°C o óleo é transferido para o tanque trocador de calor para passar por um pré-aquecimento com óleo neutro pesado já destilado. O óleo neutralizado passa por um aquecimento gradativo com arraste de vapor para retirada da fase leve visando adequá-lo às especificações exigidas.

O óleo leve retirado nos destiladores é condensado em trocadores por contato direto com a água de processo sendo direcionados para as caixas separadoras água/óleo onde é feita a separação, em seguida é direcionado para o armazenamento e posterior fracionamento.

Os incondensáveis produzidos neste processo são direcionados para um sistema de exaustão que utiliza carvão mineral.

O óleo básico que fica nos destiladores, se necessário, é encaminhado após troca térmica com óleo neutralizado para o tanque de clarificação onde recebe mais terra fuller e cal, sendo transferido, então, para os tanques de alimentação dos filtros prensa. Após a filtração o óleo básico acabado é armazenado em um tanque (caixa) de produção diária que depois de analisado é transferido para os tanques de estocagem final para a expedição.

A torta de filtro produzida na unidade de filtração é enviada para co-processamento em fornos de clinquerização (fabrica de cimento).

5 Unidade de desidratação e fracionamento de óleo leve:

O óleo leve bruto produzido na unidade de destilação da fábrica de óleo é transferido para os tanques de alimentação dos desidratadores e destes para o tanque de

mistura com terra füller que, após a mistura, é transferido para os desidratadores, onde é feita a retirada da água por meio de aquecimento indireto com óleo térmico. Após a desidratação o óleo é filtrado em um filtro prensa e transferido para o tanque de alimentação do fracionador.

O óleo leve filtrado produzido na etapa anterior é misturado com terra fuller e transferido para o tanque de destilação onde é separado em duas fases, Óleo Spindle e óleo Spindle Leve, por meio de aquecimento indireto com óleo térmico e com injeção simultânea de vapor.

O Óleo Spindle pronto é transferido para o tanque de expedição final para venda; o Óleo Spindle Leve passa por um processo de filtração final, sendo armazenado na própria unidade para suprimento dos consumidores internos (Caldeiras, etc.). A torta de filtro gerada nesta unidade também é enviada para co-processamento em fábrica de cimento. A figura 23 mostra um fluxograma geral do processo de rerrefino.

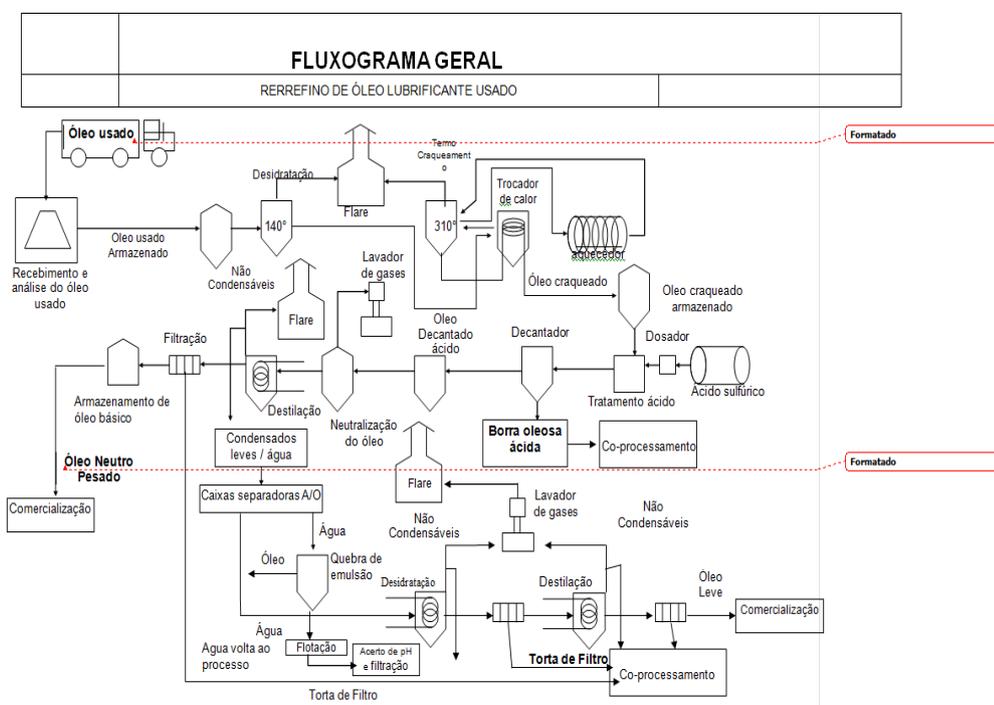


Fig.: 23 FLUXOGRAMA DE RERREFINO LUBRIFICANTES

Fonte: Empresa colaboradora

6 Unidade de armazenamento de resíduos e lavador de veículos:

Localizada em uma área semi coberta, impermeabilizada utilizada para o armazenamento de resíduos até a sua destinação final. No mesmo setor é armazenado a granel a torta de filtração até a sua destinação para o co-processamento como matriz energética. Nesta unidade existe um posto para lavagem e lubrificação de veículos da empresa e terceirizados.

2.8.4- Desperdício e descarte indevido:

Um litro de óleo é capaz de contaminar um milhão de litros de água e uma vez despejado em linhas d'água (rios, lagos, oceanos, lagoas e lençóis freáticos), forma uma fina camada superficial que bloqueia a passagem de ar e luz solar, impedindo a oxigenação e realização de fotossíntese.(Lubbrasil.com.br/meioambiente.swf).

Segundo pesquisas, estima-se que 10% da contaminação dos oceanos provém de óleos lubrificantes, e que a queima de dez litros de OLUC libera na atmosfera o equivalente a vinte gramas de metais pesados potencialmente cancerígenos como chumbo, cádmio, cromo, mercúrio, níquel, entre outros.(Lubbrasil.com.br/meioambiente.swf). A resolução CONAMA 362, que estabelece as novas diretrizes para recolhimento e destinação de óleos lubrificantes usados e/ou contaminados – OLUC determina no Art. 3º Todo o óleo lubrificante usado ou contaminado coletado deverá ser destinado à reciclagem por meio do processo de rerrefino. O produtor, o importador e o revendedor de óleo lubrificante acabado, bem como o gerador de óleo lubrificante usado, são responsáveis pelo recolhimento do óleo lubrificante usado ou contaminado, nos limites das atribuições previstas na resolução CONAMA 362. O Art. 12º da mesma resolução proíbe quaisquer descartes de óleos usados ou contaminados em solos, subsolos, nas águas interiores, no mar territorial, na zona econômica exclusiva e nos sistemas de

esgoto ou evacuação de águas residuais. Dentro do contexto legal o OLUC tem que ser destinado ao rerrefino e não deve ter outra aplicação. O contato com os tecidos vivos deve ser evitado, uma prática que normalmente não é observada em postos de serviços ou oficinas durante a troca de óleo do motor. O lubrificante automotivo provoca danos a saúde quando em contato prolongado com a pele, no caso dos seres humanos. A tabela abaixo cita o contaminante e seus efeitos na saúde humana

O gerador de resíduo oleoso (Fig.:21) deve ter o cuidado ao selecionar a empresa que vai retirar o resíduo na planta para destinar ao rerrefino, alguns casos onde o transportador retirou o resíduo e destinou de forma incorreta, já foram citados em estudo de caso sobre descarte criminosos onde o gerador, que pagou para que o resíduo fosse removido, é responsabilizado pois na embalagem constava o nome da empresa geradora e não do transportador.



Fig: 24 descarte criminoso de resíduo oleoso
Fonte: www.google.com/imagens/descarteresíduodeóleo

2.9 - Óleos lubrificantes básicos e seus ciclos de vida.

2.9.1- Avaliação do ciclo de vida:

Avaliação do ciclo de vida é uma ferramenta que pode ser aplicada a produtos e serviços. É utilizada para demonstrar os impactos ambientais durante a fabricação, utilização e descarte ou reciclagem reaproveitamento de um produto. Costuma-se usar o termo “Do berço ao túmulo” para explicar a trajetória das avaliações empregadas na ACV, também é costume usar o termo “Do berço ao berço” quando

é considerada a reciclagem. Essa avaliação visa quantificar os fluxos de entradas e saídas de materiais e energia, durante a fabricação de um produto, o processo ou a atividade. Segundo a Setac (Society of Environmental Toxicology and Chemistry).

A ISO14040 (2006) define a ACV da seguinte forma:

“É a avaliação das entradas, saídas e do impacto ambiental potencial de um produto através de seu ciclo de vida.”A avaliação do ciclo de vida (ACV) é composta por várias etapas devido a complexidade das variáveis envolvidas.

2.9.2 - Histórico da avaliação do ciclo de vida:

O termo Avaliação do ciclo de vida (ACV), no inglês “Life Cycle Assessment”, teve a sua primeira aparição na década de 1990, nos Estados Unidos da América. Um dos primeiros estudos visando quantificar a geração de emissões e resíduos e também, a utilização de recursos referentes a fabricação de embalagens de bebidas, foi feito para a Coca cola pelo “Midwest Research Institute”. Um estudo não publicado em virtude da sua classificação como confidencial, talvez para não criar críticas que viessem a questionar a reputação da empresa. No início da década de 1970, a Coca cola utilizou o estudo feito (LCA) como parâmetro na tomada de decisão sobre embalagens apropriadas. A Coca cola, através da Avaliação do Ciclo de Vida referente as suas embalagens conseguiu demonstrar a sociedade que as garrafas de plástico, não eram piores do que as de vidro, em se tratando da questão ambiental. Essa nova visão, deu ao plástico uma credibilidade em relação a sua reputação pois antes, havia certa rejeição as embalagens plásticas baseada em más interpretações.

No ano da primeira conferência das nações unidas para o meio ambiente (1972), a USEPA, pediu um estudo referente a embalagens de cervejas ao mesmo instituto (Midwest Research Institute), a ideia era avaliar os possíveis impactos ambientais da utilização de embalagens de vidro reutilizáveis no lugar de latas e embalagens plásticas, devido ao apelo por embalagens não reutilizáveis, na época.

Conforme a NBR ISO 14040, a avaliação do ciclo de vida é uma compilação e avaliação das entradas, das saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida. A mesma norma define análise do inventário do ciclo de vida como a fase da avaliação do ciclo de vida (ACV) que

envolve além da compilação, a quantificação de entradas e saídas, para um determinado sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida.

2.9.3- Inventário do ciclo de vida:

A avaliação do ciclo de vida apresenta, em sua estrutura, quatro etapas. Uma dessas etapas é a análise de inventário do ciclo de vida (Fig.22) onde os efeitos ou cargas ambientais gerados durante o ciclo de vida de um produto ou serviço devem ser identificados, visando avaliar e quantificar entradas e saídas para o ambiente do sistema investigado (FERREIRA, 2004; SONNEMANN ET AL., 2003).

No contexto normativo e de aplicação, o ICV se baseia na definição de objetivo e escopo e dos limites do sistema, diagrama de fluxos com unidades de processos onde coleta de dados devem ser estabelecidas para cada um desses processos, alocação e outros cálculos (GUINÉE ET AL., 2001).

As fases do fluxograma são descritas conforme a figura abaixo:

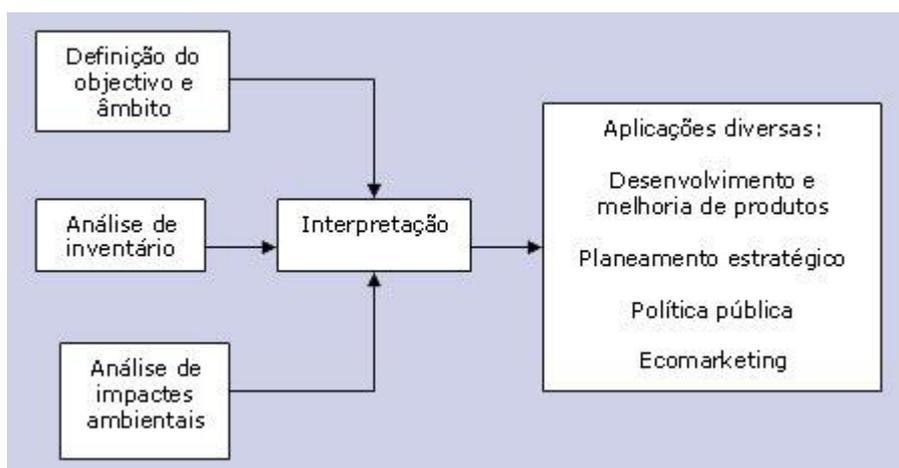


Fig: 25: Fluxograma ICV

Fonte: naturlink.sapo.pt - 450 x 233 - Pesquisa por imagem
www.google.com.br/imagens

A NBR ISO14041: 2004, afirma que a propriedade essencial de um sistema de produto é caracterizada por sua função e não pode ser definida unicamente em termos de produtos finais. A figura 23 mostra um esquema referente ao ciclo de vida de um produto.

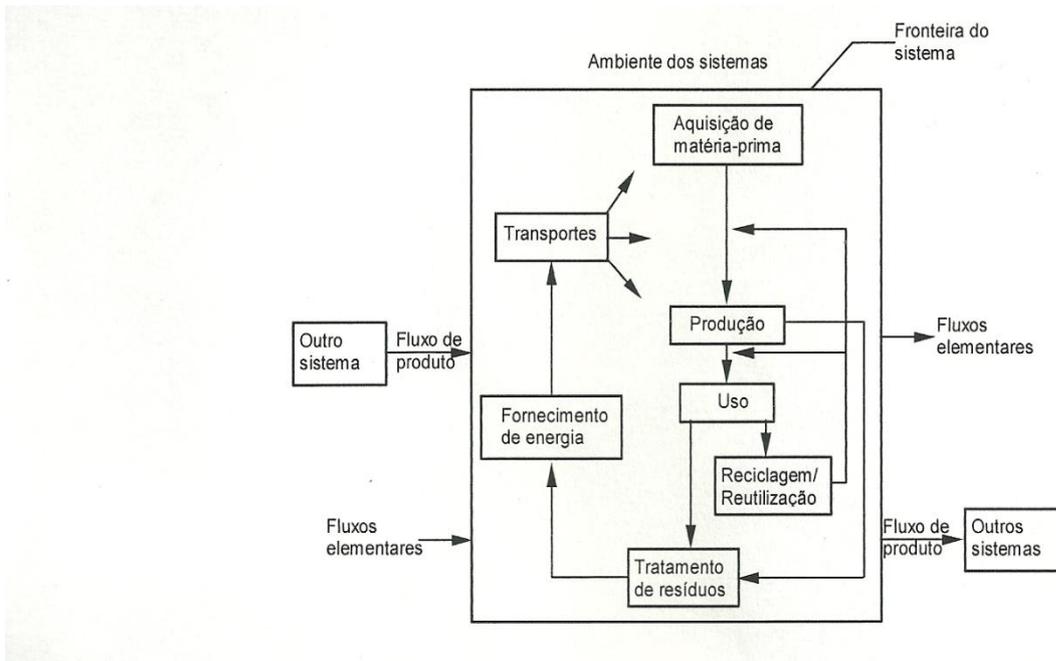


Fig: 26 Esquema referente ao ciclo de vida
Fonte: NBR ISO14041 : 2004

A figura 24 mostra um escopo para implementação da avaliação do ciclo de vida. Os sistemas de produto são subdivididos em um conjunto de processos elementares. Processos elementares são interligados, uns aos outros, conforme os fluxos de produtos intermediários e/ou resíduos para tratamento, a outros sistemas de produto por fluxos de produto e ao meio ambiente por fluxos elementares.

Iniciando o fluxo, observa-se a definição do objetivo e escopo, quer dizer, a aplicação do estudo, as razões para execução de tal estudo, público que será informado sobre os resultados obtidos, a intenção de usá-lo ou não como forma de comparação entre dois produtos ou atividades visando identificar aquele com menor impacto ambiental a ser divulgado publicamente (ABNT NBR ISO14040:2001).

ABNT NBR ISO 14041:2004

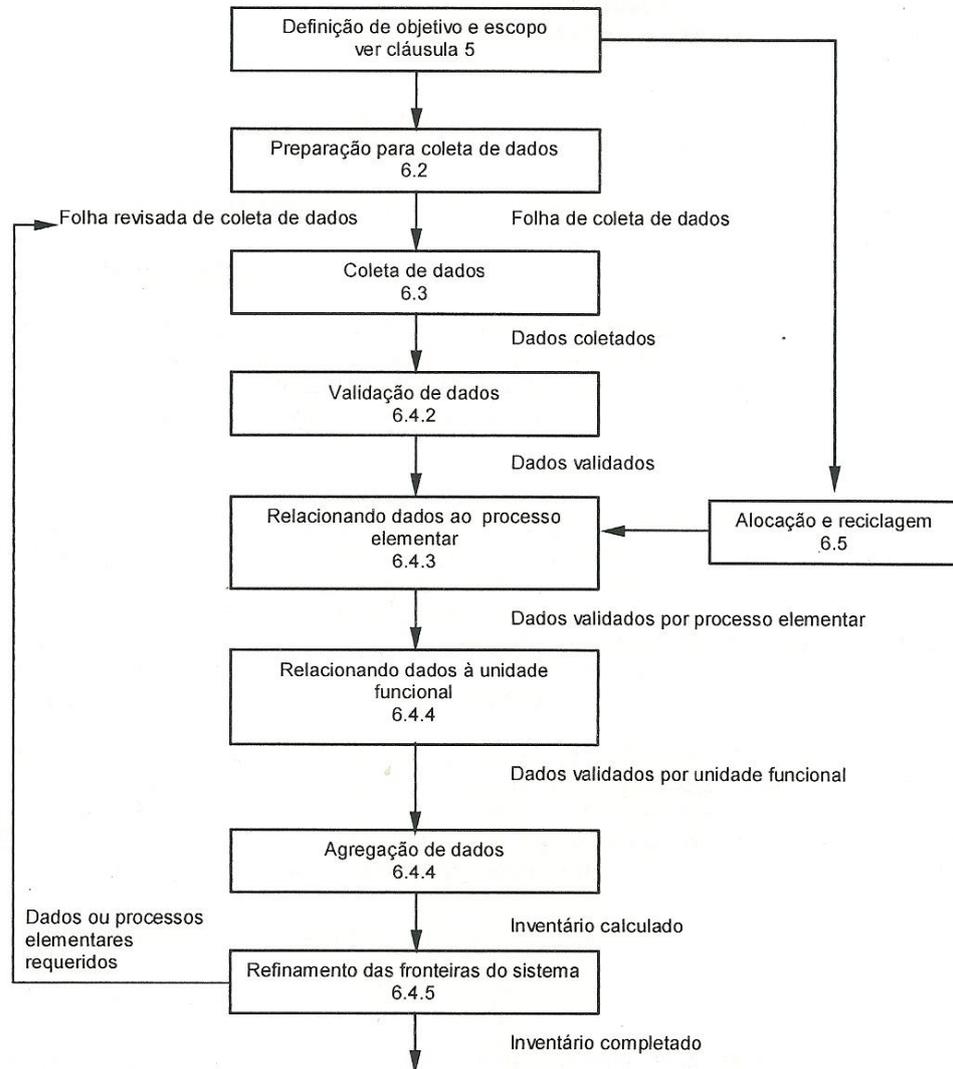


Fig: 27 Escopo para implementação da avaliação do ciclo de vida

Fonte: NBR ISO14041:2004

O exemplo do estado do Rio de Janeiro que possui como vegetação nativa, mata atlântica em sua maior parte precisa de um sistema baseado em análise do ciclo de vida para propor a empresas e seus produtos. Esse tipo de ecossistema castigado desde a época da colonização portuguesa precisa de uma gestão baseada em análises e avaliações prévias para minimizar os efeitos da ação antrópica antes que ela aconteça, Fica clara a necessidade de uma ferramenta como a LCA para propor processos e produtos menos agressivos com relativa facilidade de controlar seus

efeitos, apresentando aos empreendedores a notícia, e porque não dizer, a visão de um capital natural que sempre foi usado pelas atividades humanas e nunca foi cobrado. O momento de avaliar o ciclo de vida de produtos, processos e serviços é o momento de dizer ao empreendedor que o capital natural deve ser cuidado e repostado. Os projetos futuros devem contemplar em sua planilha de custos o custo natural, aquilo que se usa da atmosfera, da litosfera ou da hidrosfera e não se presta conta a ninguém, mesmo sabendo que o meio ambiente é um interesse difuso.

Pode-se entender como óleos lubrificantes usados, todos os óleos provenientes de fontes industriais ou não industriais que usaram OLV em suas diversas aplicações, tendo suas características originais alteradas durante sua utilização. Os óleos usados, devido ao seu potencial para causar danos, necessitam de políticas de gestão. O estado deve promover políticas mais austeras visando o uso indevido que é dado aos óleos usados, como por exemplo:

- Impermeabilizante e repelente de insetos como o cupim.
- Combustível para fornos de olarias.
- Lubrificação de moto serras.
- E outros usos pouco nobres.

Essas aplicações ocorrem por desconhecimento dos usuários sobre os danos a saúde e ao meio ambiente que o produto pode causar. O descarte do resíduo no local onde ocorre o trabalho é feito, também, de forma aleatória gerando contaminação no solo e no lençol freático. A figura 25 mostra um esquema do processo de geração de básico a partir do OLUC.

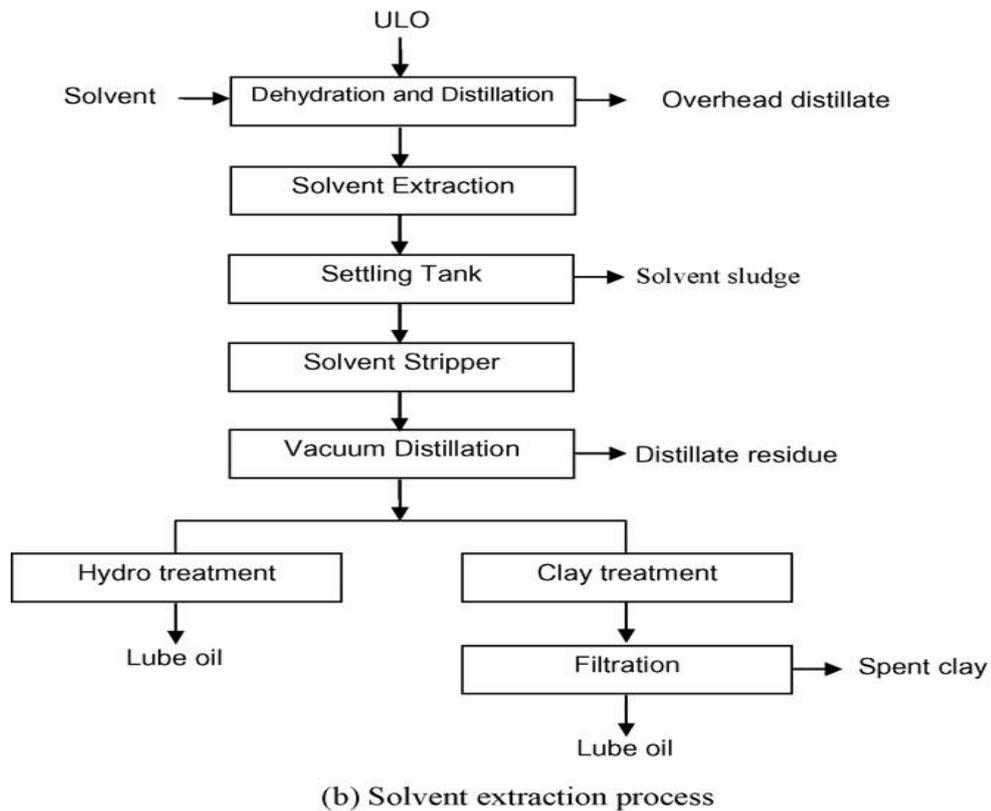
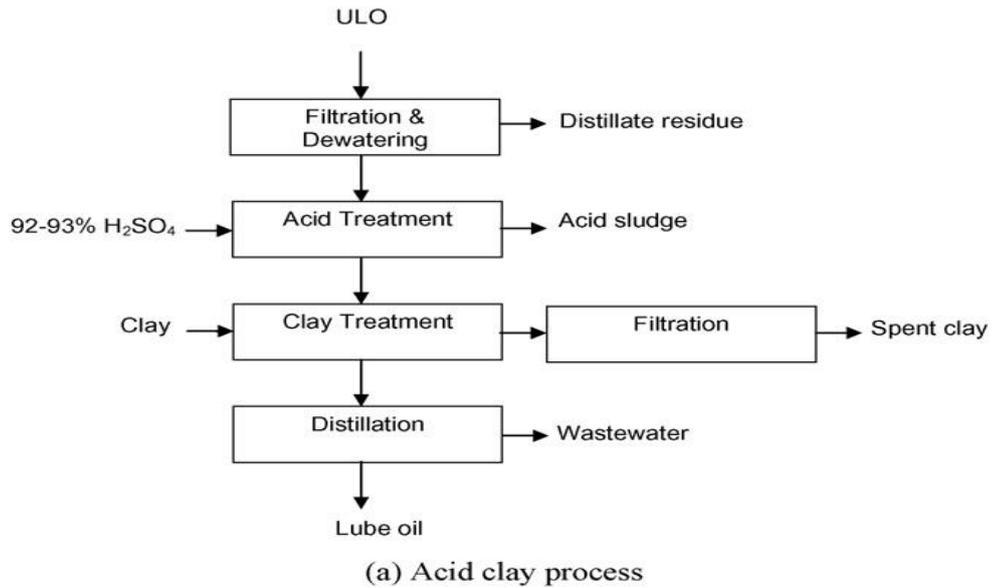


Fig: 28 Esquema do processo de geração de básico a partir do OLU

Fonte: www.google.com.br/imagens/esquemaprocessooleusado

Capítulo 3 - METODOLOGIA:

3.1 – Origem dos dados para análise do ciclo de vida de lubrificantes automotivos.

Os dados coletados para o presente trabalho foram obtidos na literatura e em entrevistas a profissionais do setor de lubrificantes de diferentes distribuidoras de petróleo e recicladores.

Certamente, a produção de óleos lubrificantes automotivos tem início na produção de petróleo no poço. Para este trabalho, será feito uma análise do ciclo de vida, tendo como fronteira do sistema o óleo bruto, que entra na torre de destilação e o óleo acabado, que é o básico para a fabricação de lubrificantes automotivos considerando o óleo lubrificante virgem. O processo tem início com duas formas diferentes de destilação, a destilação atmosférica, onde o petróleo bruto depois de aquecido, entra na torre de destilação onde ocorre a destilação a vácuo. Após a separação, é obtido o óleo básico bruto. Esse óleo básico bruto vai passar por um processo de desaromatização, depois de desaromatizado é necessário submeter o óleo a um processo de desparafinação e hidroacabamento. Depois das fases citadas, é obtido o óleo acabado, pronto para fabricar óleos lubrificantes para o mercado.

Para o óleo lubrificante usado e/ou contaminado (OLUC) as fronteiras são o óleo proveniente da coleta até a conversão em básico para fabricação de lubrificantes automotivos. O processo tem início na coleta do OLUC, que é levado a um reciclador onde será rerrefinado. O processo de rerrefino de OLUC começa com um pré tratamento O pré-tratamento de OU consiste, genericamente, na análise físico-química do OU (% água, sedimentos, PCB), na sua filtração, na decantação, na destilação e na centrifugação. Em alguns casos pode-se efetuar a crionização e saponificação do produto final (Ministry for the Environment of New Zealand, 2000a). Depois das fases citadas o básico está pronto para receber aditivos e ficar disponível para o mercado, tendo as mesmas características do óleo lubrificante fabricado do básico proveniente de primeiro refino.

3.2- Processo de desaromatização:

Para desaromatizar o óleo bruto, é necessário a utilização de furfural (solvente), na quantidade de 2.700 Kgr circulante a cada 1000 Kgr de óleo bruto, havendo uma perda de 0,02%, cerca de 0,54 Kgr em cada círculo. O combustível utilizado no processo é gás natural (GN), que entra no volume de 8900m³, para o mesmo volume de óleo bruto gerando 11,6 Mw/h. Nessa fase, é usado 40M³ de água na geração de

vapor. Ao fim do processo é obtido 650kgr de óleo básico des aromatzado e 350kgr (35%) de extrato aromático, referente aos 1000 Kgr de óleo bruto iniciais.

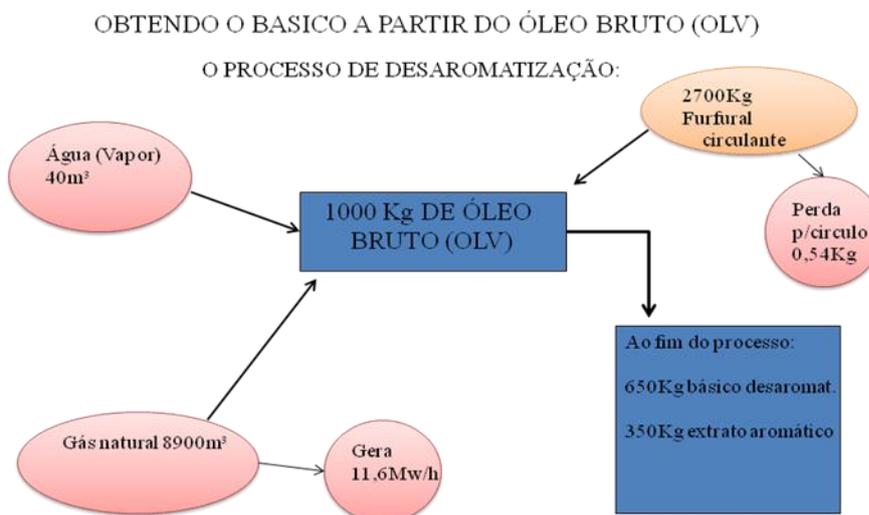


Fig.29 Fluxograma de des aromatzção
Fonte: O autor

3.3- Desparafinação e Hidroacabamento:

O processo de desparafinação e hidroacabamento, acontece em outra planta industrial, um pouco diferente da planta que des aromatzza. A planta de desparafinação e hidroacabamento, recebe os 650 Kgr de óleo básico bruto des aromatzzado, neste processo ocorre a entrada de MIBK (**Methyl Isobutyl Ketone**), 1,32 Kg, Gás natural 39,4 m³, Energia elétrica 46 Kw/h, Hidrogênio 0,61Kg e AGR (Água de refrigeração) 1500 Galões. Após esse processo o básico é bombeado para um tanque de armazenamento onde vai permanecer até sua requisição para fabricação de óleo automotivo para atender ao mercado.

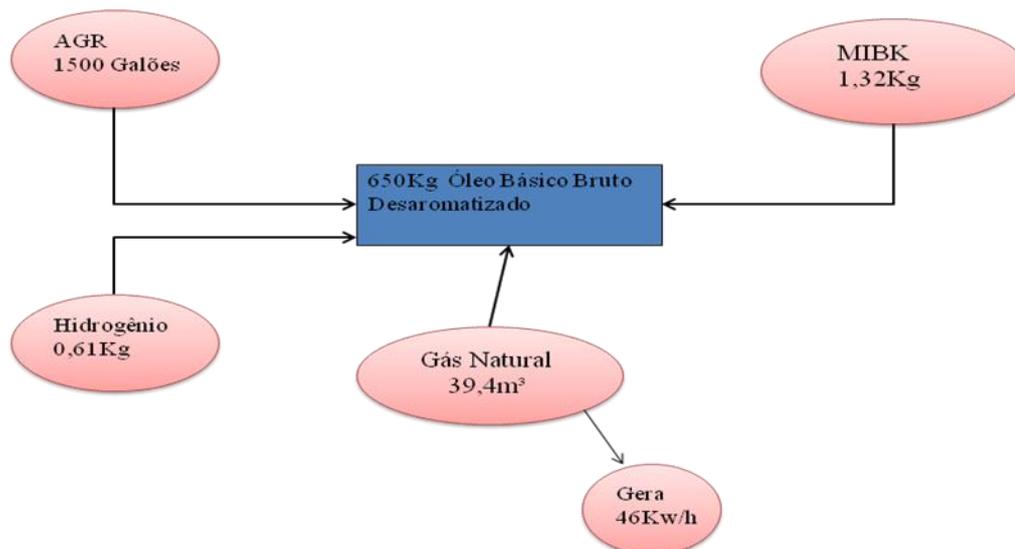


Fig. 30 Fluxograma desparafinação e Hidroacabamento
Fonte: O autor

3.4- Descrição do estudo de caso referente a duas empresas que produzem básicos de fontes diferentes:

Para realização do presente estudo foram feitos vários pedidos de cooperação visando a obtenção de informações precisas para confecção de um trabalho exato. Infelizmente os pedidos de cooperação não foram negados oficialmente, porém, as informações fornecidas foram aproximadas e com certa dose de omissão e, até mesmo, medo de divulgar quantidades exatas e processos completos. As empresas envolvidas pediram que seus nomes e localização fossem mantidos em total sigilo. A primeira empresa, a qual será denominada empresa W, faz refino de petróleo bruto, obtido por exploração de poços de petróleo e utiliza destilação atmosférica e a vácuo para obter o óleo lubrificante básico, entre outros produtos. A empresa W opera numa região onde é fornecedora de matéria prima (Básicos) para outras empresas que possuem bases de armazenagem estrategicamente localizadas próximas a unidade de fabricação e distribuição da empresa W. Essas bases recebem básicos através de bombeio para tanques de armazenagem, posteriormente essas bases enviam os básicos para suas unidades de produção onde fabricam e distribuem óleos lubrificantes automotivos para o mercado consumidor com suas devidas marcas.

A segunda empresa, será denominar empresa Y, faz rerrefino de óleos lubrificantes usados, obtidos através de compra em postos de serviços, oficinas de automóveis

ou lojas de venda de óleos lubrificantes automotivos que normalmente realizam a troca na própria loja. A empresa Y utiliza o processo de termo craqueamento, sulfonação, destilação e decantação de borra ácida, entre outros. Todo o processo pode ser observado no fluxograma de rerrefino de óleo usado (Fig.18). A logística para se obter o óleo usado para reciclagem é um pouco mais complexa que a logística do óleo bruto proveniente de primeiro refino do petróleo. O óleo usado depende de várias fontes onde grande quantidade de OLUC é retida e vendida, no caso, para a empresa Y, porém, existe a geração de OLUC individual que, na maioria das vezes não tem uma destinação de reciclagem. A empresa Y depende de coleta e, para isso, possui uma frota de pequenos caminhões – tanque e pessoal treinado para recolher o OLUC, retirando a água no próprio local da coleta, pagando apenas pelo óleo.

Efeitos danosos do OLUC.

Os óleos lubrificantes automotivos usados contêm produtos resultantes de sua deterioração. Além dos produtos de degradação, estão presentes no óleo lubrificante automotivo usado os aditivos que foram adicionados ao básico no processo de sua formulação.

Os compostos químicos existentes nos óleos lubrificantes usados, principalmente os metais pesados, produzem efeitos diretos sobre a saúde humana e vários deles são cancerígenos. O contato e a exposição aos óleos lubrificantes provocam lesões na pele. Estas afecções se devem à natureza irritante destes produtos, assim como ao caráter agressivo de muitas substâncias que integram a formulação dos mesmos. Para que estes problemas sejam evitados é necessário o uso de equipamentos de proteção individual apropriado.

Sob condições normais de uso, os óleos lubrificantes não apresentam maiores riscos à saúde devido sua constituição química original. O risco à saúde de quem o manuseia depende da relação homem-produto, que é minimizado quando as instruções de segurança são seguidas corretamente. Mecânicos e auxiliares que são expostos ao óleo lubrificante automotivo ou ao óleo lubrificante automotivo usado de caráter, devem evitar o contato prolongado na pele e a inalação de gases. Os efeitos sobre a saúde dependem dos contaminantes presentes no óleo

lubrificante automotivo e variam conforme a marca e o tipo de óleo lubrificante automotivo, do combustível utilizado no veículo, das condições operacionais do motor e do tempo ou da quilometragem entre as trocas de óleo lubrificante automotivo. A figura 28 mostra a cadeia do ciclo de vida do lubrificante.

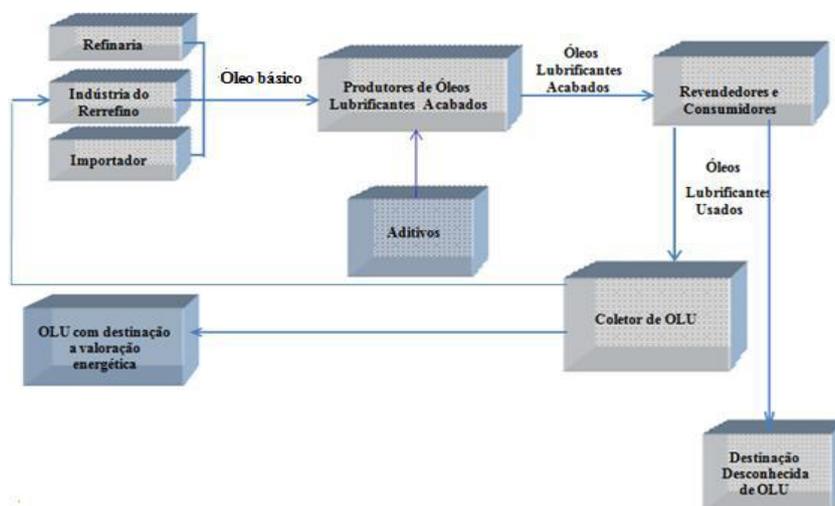


Fig.: 31 Cadeia do Ciclo de vida do setor de lubrificante
 Fonte: Adaptado de ANP (2012); Carreteiro e Belmiro (2009) (EC, 2006)

Capítulo 4 – Desenvolvimento:

Neste capítulo será apresentada a modelagem do processo de geração de óleos básicos de primeiro refino, descrevendo as entradas e saídas durante o processo. Em seguida, a mesma modelagem será apresentada referente ao processo de geração de óleos básicos a partir do óleo usado. Descrevendo também as entradas e saídas relativas ao processo.

O capítulo inclui uma tabela de inventário para óleos de primeiro refino e óleos usados. Explica as fronteiras de um sistema e as fronteiras do sistema para obtenção de básicos de primeiro refino e básicos a partir de óleo usado. Um esquema delimita a fronteira para básicos de primeiro refino (Fig.30) e outro delimita a fronteira para básicos a partir de óleos usados (Fig. 31).

4.1- Apresentação:

Neste trabalho serão demonstrados os impactos do processo de geração de óleos básicos para fabricação de lubrificantes automotivos, observando duas vertentes: O básico proveniente direto do petróleo bruto (Denominado Óleo Lubrificante Virgem OLV) e o básico proveniente de reciclagem de óleo usado e contaminado (Denominado Óleo Lubrificante Usado e/ou Contaminado OLUC ou OLU).

4.2- Metodologia da ACV:

A avaliação do ciclo de vida analisa todas as fases de um produto. O estudo e análise em cada fase examinam os fluxos de entrada de energia, água e materiais e também os seus respectivos fluxos de saída de emissões e resíduos. A ISO 14040 (2006) define a ACV como uma técnica para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto mediante a compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto, a avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a essas entradas e saídas e a interpretação dos resultados das fases de análise de inventário e da avaliação de impactos em relação aos objetivos dos estudos (COSTA 2012). No planejamento os objetivos da avaliação devem ser definidos, a unidade funcional estudada e as fronteiras do sistema estabelecidas. No inventário deve ocorrer a coleta de dados e a análise dos resultados. Na interpretação, impactos avaliados e comparados com resultados da mesma magnitude em outra avaliação. Na perspectiva de um ambiente construído, a unidade funcional pode ser definida como toda a construção, um edifício, uma área de trabalho, um componente, a energia consumida ou mesmo um material. Esta definição tem grande repercussão nos resultados e, uma vez que a ACV deve buscar uma análise abrangente, é recomendável que a unidade funcional também tenha o mesmo grau de abrangência (COSTA, 2012 apud MOTTA, 2009).

A fronteira do sistema determina quais os processos unitários serão incluídos dentro da ACV. A seleção da fronteira do sistema deve ser consistente com o objetivo do estudo. Os critérios utilizados na definição da fronteira do sistema devem ser identificados e explicados (ISO 14044, 2006).

4.3- Fronteiras do sistema:

O óleo básico produzido nas refinarias tem origem no petróleo. Descrever o ciclo de vida completo de óleos básicos significa descrever, também, o ciclo de vida do petróleo. Tendo o início na sísmica e perfuração do poço, passando por todas as fases do refino, transporte, armazenamento, distribuição, utilização e descarte ou reciclagem, como no caso dos óleos lubrificantes que já cumpriram sua função. A complexidade do ciclo de vida do petróleo e o acesso a informações que envolvem tecnologia, equipamentos, procedimentos e segredos industriais criam um caminho com muitas barreiras para a pesquisa. Neste trabalho as fronteiras foram delimitadas no início do processo de refino até o óleo básico pronto, para os óleos básicos virgens (ou de primeiro refino) e no processo de tratamento a partir da desidratação e craqueamento até o óleo básico pronto, para os óleos usados.

4.4- Fronteiras do sistema para óleos básicos de primeiro refino:

O óleo básico de primeiro refino é produzido no refino do petróleo bruto, como todos os derivados do petróleo, passa pelo processo de desaromatização (retirada de extrato aromático), desparafinação (retirada de parafina) e hidroacabamento, após esse processo o básico pronto pode ser utilizado na fabricação de lubrificantes para o mercado. Neste trabalho a fronteira está no processo de desaromatização até o óleo acabado (ou pronto), para os básicos de primeiro refino. As informações sobre os processos de fabricação de óleo lubrificante de primeiro refino apresentam extrema dificuldade para serem obtidas, por sigilo industrial ou por questão de extrema geração de resíduos.

4.5- Fronteiras do sistema para óleos básicos a partir de lubrificantes usados:

O óleo básico a partir de óleo lubrificante usado é produzido pelo processo de reciclagem do óleo que já cumpriu sua função. Tem início na coleta feita nos pontos de troca que prestam serviços de venda e troca do óleo do motor de veículos ou nos postos de serviços que, além de abastecimento de veículos faz a troca de óleo de motor, também. Após a coleta o óleo passa por várias unidades para limpeza e tratamento até transformar um resíduo com grande potencial de impacto em matéria prima. Neste trabalho as fronteiras do sistema foram estabelecidas entre a unidade de desidratação e craqueamento e o produto pronto. Para obter informações sobre o processo de reciclagem de óleo lubrificante usado, a dificuldade é menor.

4.6- Eco-indicador 99:

O eco indicador 99 é um manual para designers e gestores de produção que desejam aplicar os valores dos eco indicadores para análise dos aspectos ambientais dos sistemas de produção (Goedkoop, 1999). O eco indicador 99 considera três tipos de danos: A saúde humana, nesta categoria são incluídos o número e a duração das enfermidades levando em conta os anos perdidos por morte prematura devido a causas ambientais. Entram nesta categoria as mudanças climáticas, a diminuição da camada de ozônio, os efeitos cancerígenos, problemas respiratórios e radiação ionizante. A qualidade ambiental é outro tipo de dano, nesta categoria estão incluídos os efeitos sobre a biodiversidade. Entre os efeitos incluídos estão a eco toxicidade, acidificação, eutrofização e o uso do solo. Os recursos, fazem parte dos tipos de danos também considerados no eco indicador 99, nesta categoria está incluído a necessidade extra de energia no futuro para extração mineral, a diminuição de recursos brutos como areia e outros. As categorias de impacto que não consideram as consequências ambientais são classificados de ponto médio ou midpoint, essa categoria possui características específicas, químicas e físicas, as categorias de ponto final ou endpoint são mais abstratas em relação ao alcance dos impactos (COSTA, 2012).

4.7- Sistema para óleos lubrificantes usados:

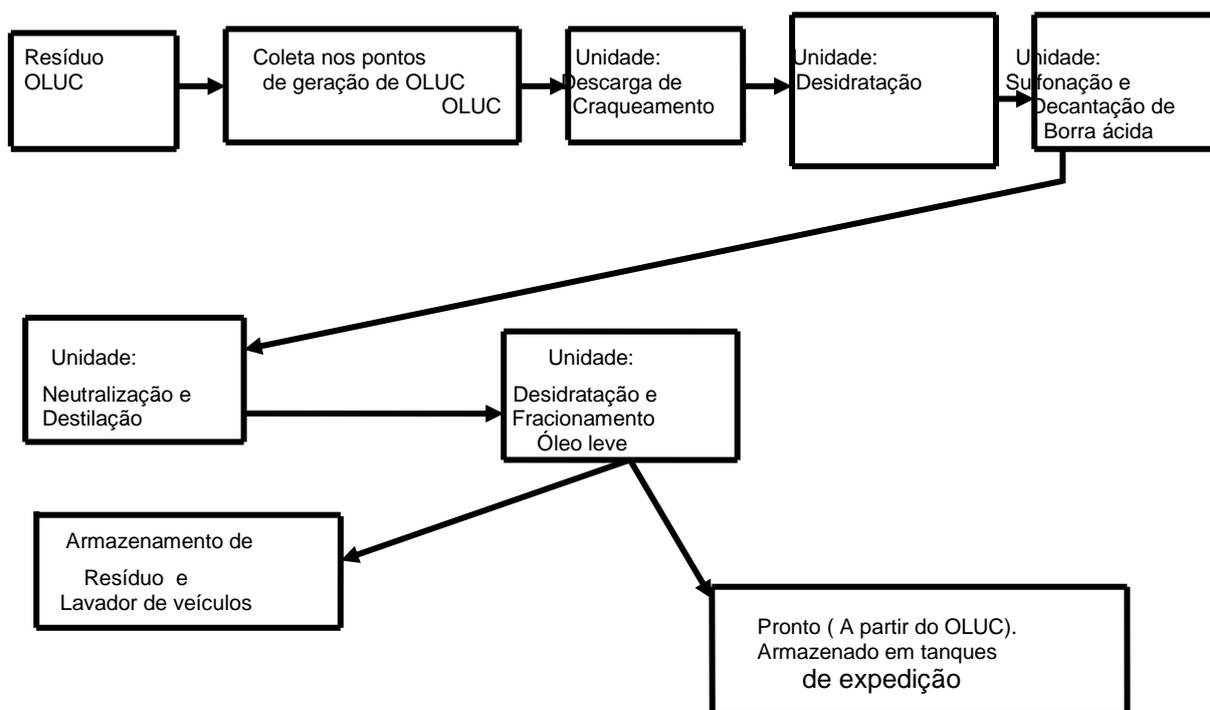


Fig:32 Sistema de OLUC
Fonte: O autor

4.8- Sistema para óleos lubrificantes de primeiro refino:

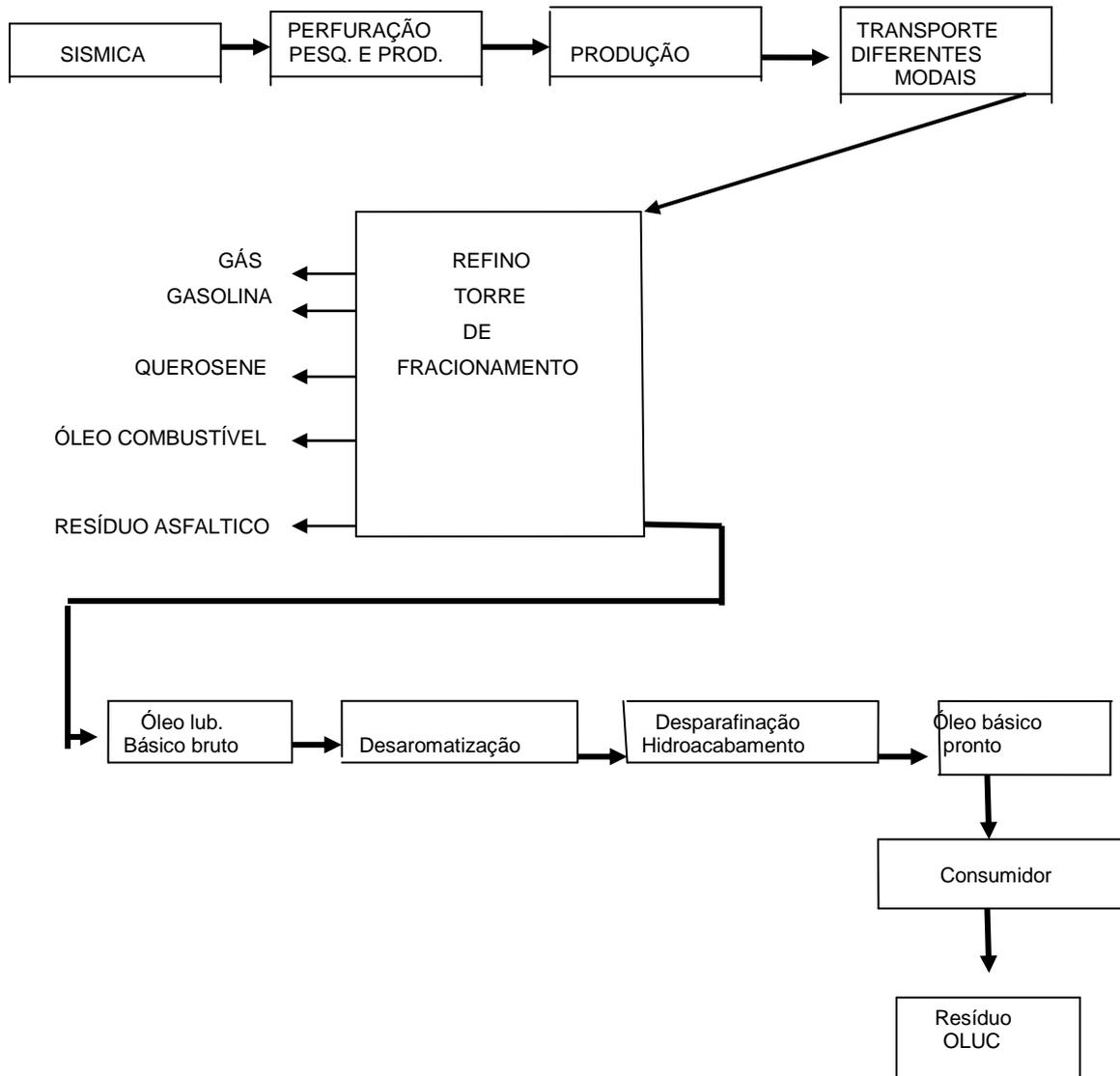


Fig:33 Sistema de OLV
Fonte: O autor

4.9- Fronteiras dos sistemas para básicos a partir da reciclagem e de primeiro refino:

As fronteiras do sistema são estabelecidas limitando um trecho do ciclo de vida completo do produto, neste trecho será feita a avaliação do ciclo de vida considerando entradas e saídas provenientes do sistema geral.

4.9.1- Fronteira do sistema para óleos lubrificantes a partir de óleos usados:

A delimitação da fronteira começa na desidratação e craqueamento do óleo usado e encerra no óleo básico pronto, que é comercializado pelas refinarias para fabricação de óleos lubrificantes em geral.

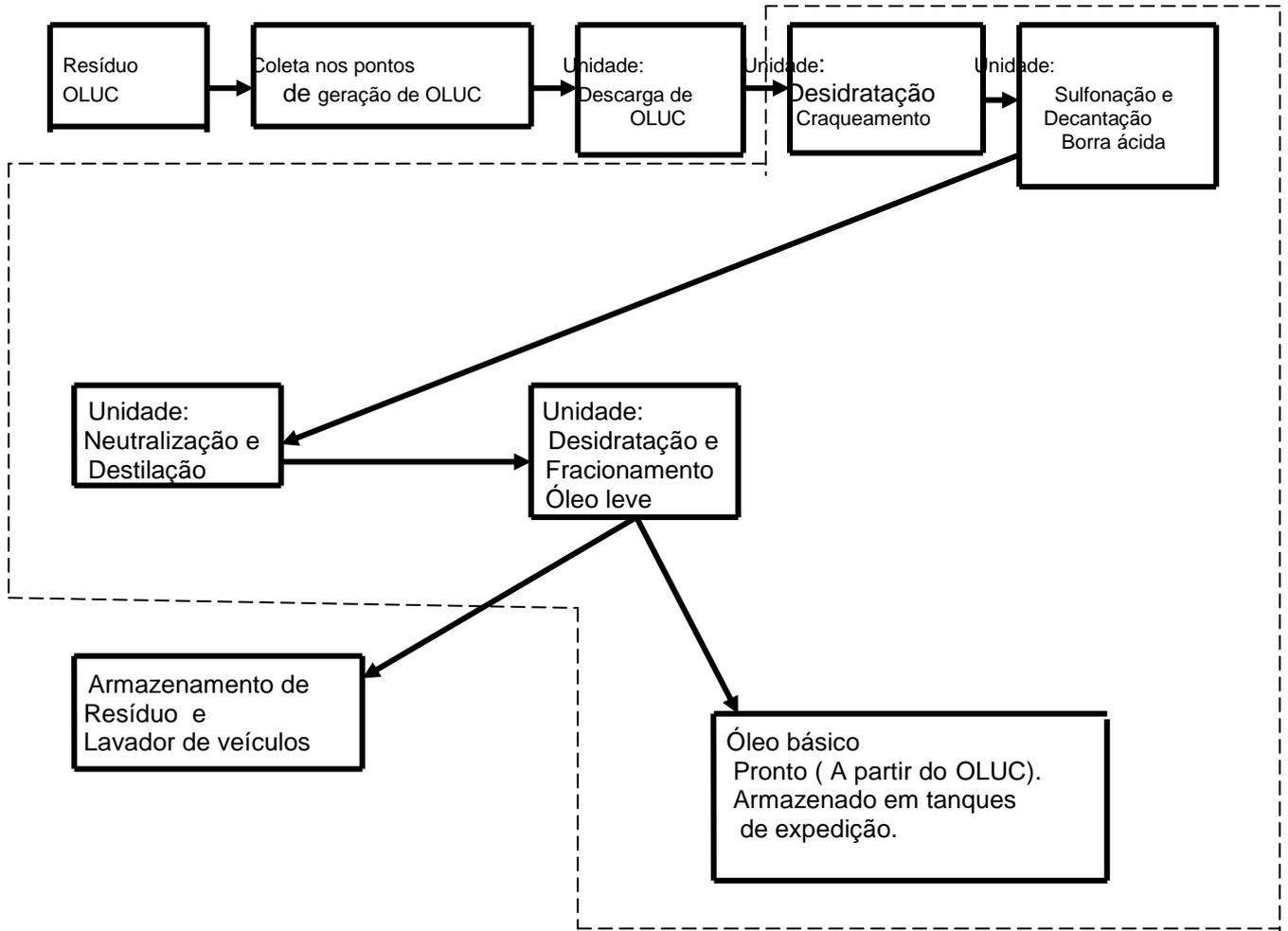


Fig:34 Fronteira do sistema de OLUC
Fonte: O autor

4.9.2- Fronteira do sistema para óleos lubrificantes de primeiro refino:

A delimitação da fronteira começa na geração do óleo básico bruto e encerra no óleo básico pronto, que é comercializado pelas refinarias para fabricação de óleos lubrificantes em geral.

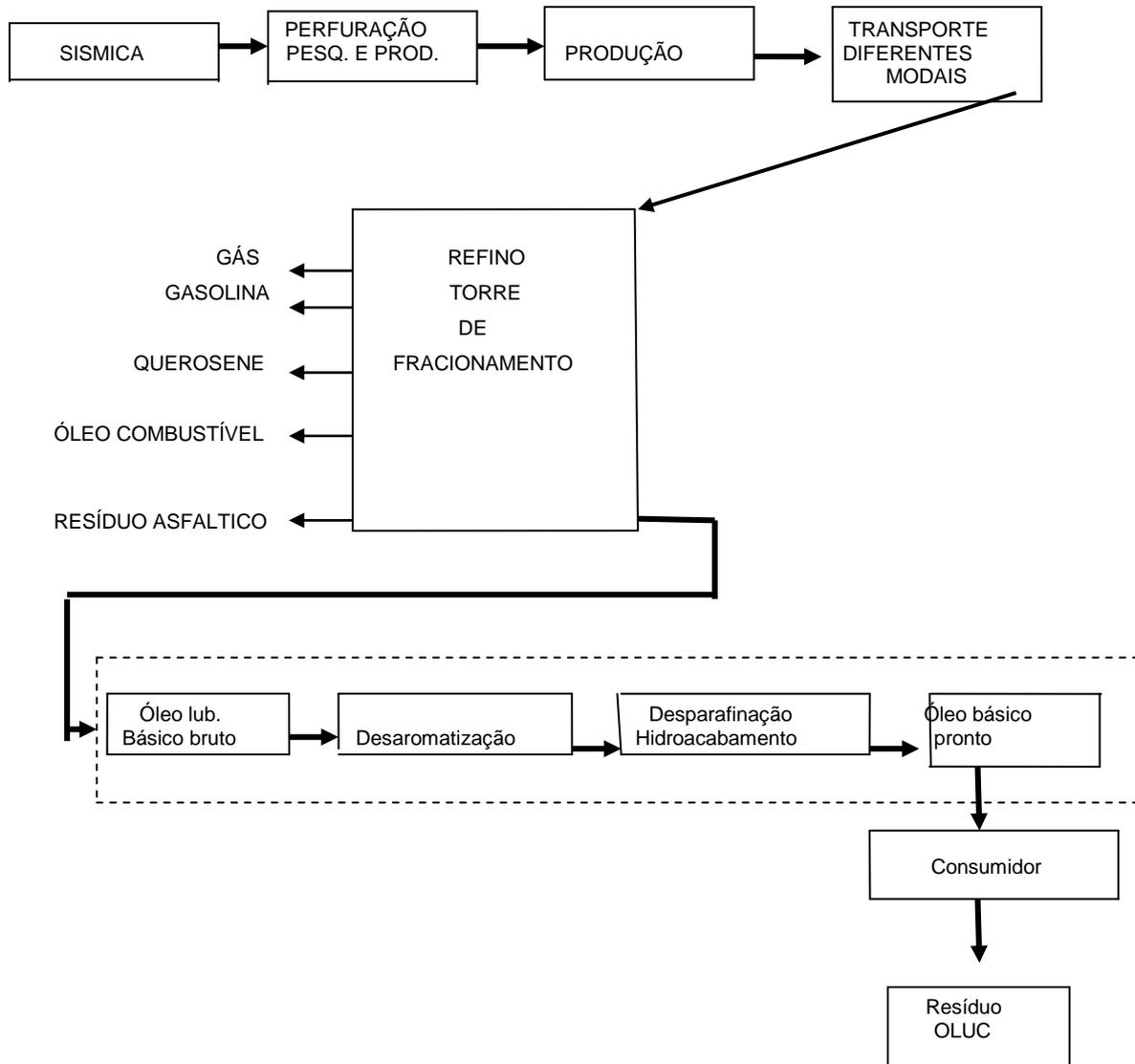


Fig:35 Fronteira do sistema de OLV
Fonte: O autor

4.9.3-Modelos de entradas e saídas:

Os modelos de entrada e saída visam descrever os produtos que entram no sistema para fabricação e os resíduos que deixam o sistema para reaproveitamento ou descarte final

Exemplo 1 : Modelo de entradas e saídas no processo de geração de óleos básicos, a partir de óleo bruto em primeiro refino.

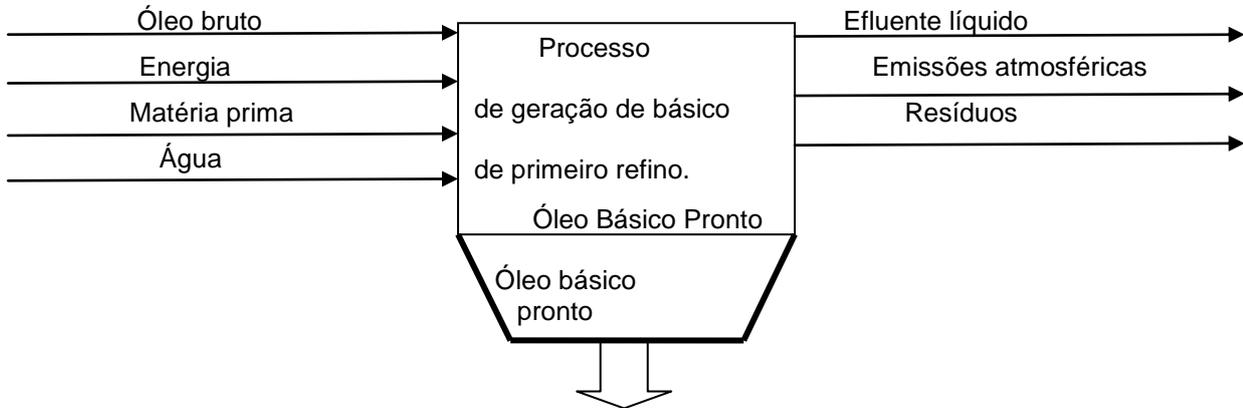


Fig: 36 Modelo de entradas e saídas / primeiro refino
Fonte: O autor

Exemplo 2 : Modelo de entradas e saídas no processo de geração de óleos básicos, a partir de óleos usados e/ou contaminados.

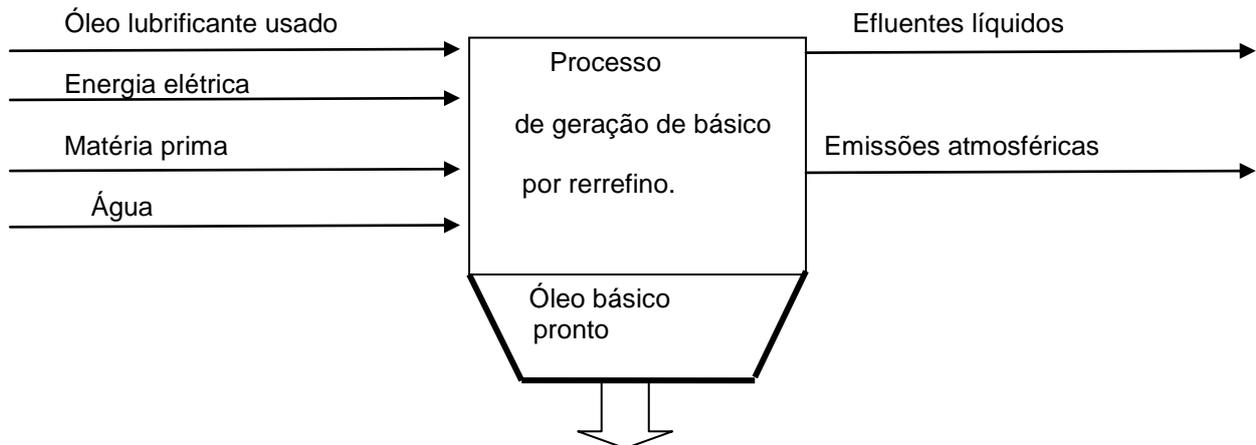


Fig: 37 Modelo de entradas e saídas OLUC
Fonte: O autor

4.9.4- Inventário para óleo lubrificante usado e contaminado (OLUC ou OLU).

Na tabela 6 pode-se observar as quantidades usadas para avaliar o sistema escolhido referente a básicos de primeiro refino.

Tabela 6 Inventário para óleos usado
Fonte: O autor.

MATÉRIAS PRIMAS	UNIDADE	QUANTIDADE	INDICADOR	TOTAL
OLUC	Kg	1000		
Ácido sulfúrico 98%	Kg	97,4		
Hidróxido de sódio	Kg	14		
Água	Ltr	1360		
Energia elétrica	MW-h	129,6		
Gás natural	M³	172,50		
Terra fuller	Kg	68		
TOTAL				
SAÍDAS				
EFLUENTES				
Argilas e terras ativadas	Kg	990		
EMISSÕES ATMOSF.				
SOx	Kg	2,756		
NOx	Kg	0,433		
TOTAL				

4.9.5- Inventário para óleo lubrificante virgem (primeiro refino)

Na tabela 7 pode-se observar as quantidades usadas para avaliar o sistema escolhido referente a básicos a partir de lubrificantes usados.

Tabela 7 Inventário para óleos virgens.sem eco indicadores
 Fonte: O autor

MATÉRIAS PRIMAS	UNIDADE	QUANTIDADE	INDICADOR	TOTAL
Óleo bruto	Kg	1000		
Gás natural	M³	100		
Hidrogênio	Kg	0,61		
Energia Elétrica	MW-h	11,6		
TOTAL				
PRODUTOS				
Óleo Acabado	kg	520		
Extrato Aromático	kg	350		
Parafina Vela	Kg	45		
Gasolina	kg	85		
TOTAL				
Efluente líquido				
Furfural	Kg	0,54		
MIBK	Kg	1,32		
Água (da AGR)	M³	27,3		
TOTAL				
Emissões				
CO2	kg	213		
H2O	kg	71		
TOTAL				

4.9.6-Inventário para óleo lubrificante usado com eco indicadores:

Na tabela 8 pode-se observar as quantidades usadas para avaliar o sistema escolhido referente a básicos a partir de lubrificantes usados confrontadas com eco indicadores.

Tabela 8 Inventário para óleos virgens.sem eco indicadores
Fonte: O autor

MATÉRIAS PRIMAS	UNIDADE	QUANTIDADE	INDICADOR	TOTAL
OLUC	Kg	1000	180	180000
Ácido sulfúrico 98%	Kg	97,4	22	2142,8
Hidróxido de sódio	Kg	14	38	532
Água	Ltr	1360	0,026	35,36
Energia elétrica	MW-h	129,6	22	2851,2
Gás natural	M³	172,50	5,3	914,25
Terra fuller	Kg	68	0,82	55,76
TOTAL				186531,37
SAÍDAS				
EFLUENTES				
Argilas e terras ativadas	Kg	990	0,82	811,8
EMISSÕES ATMOSF.				
SOx	Kg	2,756	12	33,072
NOx	Kg	0,433	12	5,196
TOTAL				187381,44

4.9.7-Inventário para óleo lubrificante de primeiro refino com eco indicadores:

Na tabela 9 pode-se observar as quantidades usadas para avaliar o sistema escolhido referente a básicos de primeiro refino confrontadas com eco indicadores.

Tabela:9 Inventário para óleos virgens com eco indicadores
Fonte: O autor.

MATÉRIA PRIMA	UNIDADE	QUANTIDADE	INDICADOR	TOTAL
Óleo bruto	Kg	1000	180	180000
Gás natural	M³	100	5,3	530
Hidrogênio	Kg	0,61	830	506,3
Energia Elétrica	MW-h	11,6	22	255,2
TOTAL				181291,5
PRODUTOS				
Óleo Acabado	kg	520	180	93600
Extrato Aromático	kg	350	180	63000
Parafina Vela	Kg	45	180	8100
Gasolina	kg	85	180	15300
TOTAL				180000
Efluente líquido				
Furfural	Kg	0,54	99	53,46
MIBK	Kg	1,32	99	130,68
Água (da AGR)	M³	27,3	0,026	0,7098
TOTAL				184,8498
Emissões				
CO2	kg	213	***	
H2O	kg	71	0,026	1,846
TOTAL				361478,20

As tabelas referentes aos quantitativos de cada produto pelos eco indicadores foram feitas consultando especialistas em química do petróleo, devido as limitações do eco indicador 99 (Goedkoop 1999). O óleo básico, a partir de óleo bruto, ou de óleo usado não fazem parte do eco indicador 99. Por orientação de um especialista, foi usado o óleo diesel devido a semelhança química.

4.9.8- Impactos ambientais de óleos lubrificantes:

Conforme o ecoindicador 99, os danos ambientais estão dentro de uma das três esferas citadas pelo EI99 (Goedkoop 1999), são elas:

- I. A saúde humana: a qual não poderia deixar de ser considerada de forma pontual pois o ser humano tem a responsabilidade de manter a biosfera o mais próximo possível da sua integridade original, tendo como base o princípio da sustentabilidade. Nessa categoria é incluída o número e a duração das enfermidades, levando em consideração os anos de vida que o indivíduo perdeu devido a morte prematura por causas ambientais. Os efeitos incluídos nessa categoria são as mudanças climáticas, a redução na camada de ozônio, efeitos cancerígenos, respiratórios e ionizantes (radiação ionizante).
- II. A qualidade do meio ambiente: Nessa categoria foi incluído os efeitos sobre a biodiversidade especialmente de plantas vasculares e organismos simples. Entre os efeitos incluídos estão ecotoxicidade, acidificação, eutrofização e o uso do solo.
- III. Recursos: Nessa categoria foi incluída a necessidade extra de energia requerida no futuro para extrair minério de baixa qualidade e recursos fósseis. A diminuição dos recursos brutos, tais como areia e cascalho estão inclusos no uso do solo.

Capítulo 5 – Conclusão:

Neste trabalho foi apresentado o potencial de impacto que pode ser causado ao meio ambiente pela fabricação e disposição final de óleo básico para fabricação de lubrificantes, considerando a avaliação do ciclo de vida de um trecho do processo de fabricação de óleos lubrificantes básicos provenientes de petróleo bruto e de óleo lubrificante usado. Foi apresentado através da verificação das entradas de insumos e matérias primas no processo de fabricação e pela saída de efluente e emissões atmosféricas tendo como indicador de impacto, o eco indicador 99. Foram considerados óleos básicos fabricados a partir do petróleo bruto e do óleo lubrificante usado. As quantidades de produtos expressas, fornecidas por profissionais da área de petróleo formam o quantitativo por produto que é multiplicado pelo eco indicador designado para cada produto a ser calculado. Neste trabalho ocorreu a aproximação por semelhança química, devido o eco indicador escolhido, não apresentar o produto lubrificante. Foi apresentado tanto para o óleo de primeiro refino como para o óleo usado o quantitativo de 180 que no eco indicador 99 está para o óleo diesel. Foram criadas tabelas para confrontar as quantidades de insumos e materiais para fabricação de básicos considerando óleos de primeiro refino e óleos usados, tendo como parâmetro 1000 Kg. As tabelas dos eco indicadores apresentam um quantitativo diferenciado entre o básico fabricado a partir do óleo bruto (Petróleo) e o básico fabricado a partir do óleo usado. Este trabalho mostra que o óleo básico a partir do óleo de primeiro refino gera um impacto ambiental maior que o básico a partir do óleo usado (Reciclado). Apesar de todas as limitações para conclusão deste trabalho, os impactos são claros havendo a necessidade de incentivar a reciclagem de óleos lubrificantes usados.

Devido as limitações do presente trabalho torna-se necessário para futuros trabalhos, a procura de eco indicadores específicos para não precisar utilizar qualquer forma de aproximação, melhorar as informações de dados para cálculo do processo de produção de básicos para fabricação de lubrificantes e aumentar as fronteiras para avaliação do ciclo de vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABNT NBR ISO14040, **Gestão ambiental. Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental, Comissão de Estudo de Avaliação do Ciclo de Vida. – 2001.

ABNT NBR ISO 14041, **Gestão Ambiental. Avaliação do Ciclo de Vida – Definição de objetivo e escopo e análise de inventário**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental, Comissão de Estudo de Avaliação do Ciclo de Vida. – 2004.

ALMEIDA, Cecília M. V. B. de , GIANNETTI, Biagio F. **Ecologia industrial, ferramentas e aplicações** S. Paulo , Blucher – 2006.

A.G. Queiroz, L. França, M.X. Ponte. **The life cycle assessment of biodiesel from palm oil (“dendê”)** in the Amazon. Elsevier 2012.

CARRETEIRO, Ronald P. & MOURA, Carlos R. S. **Lubrificantes e Lubrificação**. Rio de Janeiro: Editora Makron Books.2010

CANCHUMANI, Giancarlo Alfonso Lovón , **Óleos Lubrificantes Usados: um Estudo de Caso de Avaliação de Ciclo de Vida do Sistema de Rerrefino no Brasil** , Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

CHEHEBE, José Ribamar. **Análise do ciclo de vida de produtos: Ferramenta gerencial da ISO14000** – Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

CLAUDINO, João B. **Motores Diesel Comerciais no Brasil e no Meio Ambiente**. São Paulo: Editora Núcleo. Apostila de Tribologia. Escola de Engenharia de São Carlos. Depto de Eng.^a Mecânica.

CONDEIXA, Karina de Macedo Soares Pires, **Comparação entre materiais da construção civil através da avaliação do ciclo de vida : sistema Drywall e alvenaria de vedação**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em engenharia civil da Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ. 2013.

COSTA, Kelly Alonso, **A utilização da avaliação do ciclo de vida no processo de tomada de decisão em sustentabilidade na indústria da construção no subsector de edificações**. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em engenharia civil da Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ. 2012.

Critical review of used oil life cycle assessment study August 2013 - California department of resources recycling and recovery – www.calrecycle.ca.gov/publications

FAHIM, Mohammed A. AL-SAHHAF, Taher A. LEIRAS, Alexandre de Castro. ELKILANI, Amal S. , **Introdução ao refino de petróleo** – Elsevier 2012.

Furfural extraction Process guide – chapter 4 Operational aspects of the process

SHELL GLOBAL SOLUTIONS INTERNATIONAL B.V.
Shell Research and technology centre, Amsterdam, 2006

Georgios Gaidajis*, Komninos Angelakoglou, Pantelis N. Botsaris, Faidra Filippidou, **Analysis of the recycling potential of used automotive oil filters using the Life Cycle Assessment approach**, journal.2011.

Goedkoop, Mark; Effting, Suzane; Collignon, Marcel, **Eco-indicador 99**. IHOBE Sociedad Pública Gestión Ambiental – Manual para diseñadores – Ministério Holandes de médio ambiente. 1999.

GOMES, Priscila Luggeri; PEREIRA, Balthazar; ANTONIO, Elson, **Aspectos e Impactos no descarte de óleos lubrificantes: O caso das oficinas**.

Instituto Ekos Brasil, Workshop report – “**Capacity Building in Life Cycle Inventory database development in Brazil**”, São Paulo May 2006.

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. Quarto relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas. Genebra, Suíça , 2007.

Instituto Brasil PNUMA. Disponível em: < <http://www.brasilpnuma.org.br>>. Acesso em: 19/12/2013.

MILLER, Shelie A. LANDIS, Amy E. THEIS, Thomas L. **A comparative life cycle assesment of petroleum and soybean-based lubricants.** **Environmental Engineering and Science**, Clemson University, Clemson, South Carolina, Institute for Environmental Science and Policy, University of Illinois at Chicago, 2121 W. Taylor Street, Chicago, Illinois 60612, and Alcoa Technical Center, Alcoa, Pennsylvania

MINH-QUAN, Pham ; HAE-SUNG, Yoon ; VARSHA, Khare ; SUNG-HOON, Ahn. **Evaluation of ionic liquids as lubricants in micro milling-process capability and sustainability** journal-2014.

MORETTI, T. V. **Método de avaliação da estrutura de inventários de Ciclo de vida: análise para casos brasileiros.** Curitiba. 112 f. (Dissertação) - Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica. Federal do Paraná. Curitiba. 2011.

PULSELLI, R. M., et al. **Sustainability concern of housing: emergy storage and flow assesment.** In: *Management of Natural Resources, Sustainable Development and Ecological Hazards*. MIT press, v.99, 2006.

QUINTAS, Humberto QUINTANS, Luiz - **História do petróleo no Brasil e no mundo**, Editora Freitas Bastos, 2009.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005 – Dispõe sobre o recolhimento , coleta e destinação de óleo lubrificante usado ou contaminado.

RIBEIRO, Alessandra M.; JÚNIOR, Hélio F. Machado **Craqueamento catalítico de polietileno em condições de refinaria** – Produção de frações combustíveis, Departamento de Engenharia Química, UFRRJ – 2006.

ROSA, Hugo Miguel Picardo; **Avaliação Ambiental e Econômica das Externalidades na Análise de Ciclo de Vida: o caso dos óleos usados em Portugal.** 2009.

SEATTLE ; **Carta ao presidente Franklin Pearce dos Estados Unidos da América**

www.cetesb.org.br - 2006

SZKLO, Alexandre Salem. UZLER, Victor Cohen. BONFA, Marcio Henrique P. **Fundamentos do refino de petróleo – 3ª edição – Interciência 2012.**

VISHNU, Padmanaban; S.P. Anbuudayasankar; A.Ashokkumar; A.Sharan **Development of Bio based Semi – Synthetic Metal Working Fluid from Industrial Waste Water , Available online , Procedia Engineering - 2013**

VORAPOT, Kanokkantapong; Worapon Kiatkittipong; Bunyarit Panyapinyopol, Porntip Wongsuchoto; Prasert Pavasant **Used lubricating oil management options based on life cycle thinking;** journal homepage: 2009.

ZUPENG, Zhou; HUA, Jiang ; LIANCHENG, Qin **Life cycle sustainability assessment of fuels – 7 July 2006**

[www.google.com.br/ Arthu.bio.br/met office Hadley centre observations datasets](http://www.google.com.br/Arthu.bio.br/met%20office%20Hadley%20centre%20observations%20datasets)

[www.clickmacae.com.br/petróleo/lubrificantes](http://www.clickmacae.com.br/petr%C3%B3leo/lubrificantes). **Equipamentos de combate a poluição por óleo no mar.**

www.alpinaambiental.com.br/equipamento/oilspill. **Equipamentos de combate a poluição por óleo no mar.**

www.mercur.com.br. **Embarcações e equipamentos leves, barreiras de contenção.**

www.petrotechsociety.com.br

www.fecombustivel.com.br. **Demonstrativo de consumo / porcentagem de produto**

www.cimm.com.br. **Barreira de contenção e embarcações .**

ANEXO 1:

Efeitos de alguns contaminantes sobre o organismo humano.

Contaminante	Efeitos no Organismo Humano
Chumbo	<ul style="list-style-type: none"> • Intoxicação aguda – dores abdominais; vômito; diarreia; oligúria; sensação de gosto metálico; colapso e coma. • Intoxicação crônica – perda de apetite; perda de peso; apatia; irritabilidade; anemia. danos nos sistemas nervoso, respiratório, digestivo, sanguíneo e aos ossos. • Cancerígeno para rins e sistema linfático. • Teratogênico (malformações nos fetos, ossos, rins e sistema cardiovascular). • Acumula principalmente nos ossos.
Cádmio	<ul style="list-style-type: none"> • Intoxicação aguda – diarreia; dor de cabeça; dores musculares; dores no peito e nas pernas; salivação; sensação de gosto metálico; dores abdominais; tosse com saliva sangrenta; fraqueza; danos no fígado e falha renal. • Intoxicação crônica – perda de olfato; tosse; dispnéia; perda de peso; irritabilidade; debilitação dos ossos; danos aos sistemas nervoso, respiratório, digestivo, sanguíneo e aos ossos. • Cancerígeno para pulmões e traquéia. • Acumula principalmente nos rins, ossos e fígado.
Arsênio	<ul style="list-style-type: none"> • Intoxicação aguda – violenta gastroenterite; queimação no esôfago; diarreia sanguinolenta; vômito; queda da pressão sanguínea; suor sangrento; dispnéia; edema pulmonar; delírio; convulsões e coma. • Intoxicação crônica – dermatite; escurecimento da pele; edema; danos no sistema nervoso central, cardiovascular; nefrite crônica; cirrose hepática; perda de olfato; tosse; dispnéia; perda de peso; irritabilidade; debilitação dos ossos; danos nos sistemas nervoso, respiratório, digestivo, sanguíneo e aos ossos. • Cancerígeno para pele, pulmões e fígado.
Cromo	<ul style="list-style-type: none"> • O cromo hexavalente – Cr(VI)- é extremamente tóxico diferentemente do cromo trivalente – Cr(III) - que é essencial na potencialização da insulina. O Cr (VI) é gerado em processos a partir do Cr (III). • Intoxicação aguda – vertigem; sede intensa; dor abdominal; vômito; oligúria e anúria. • Intoxicação crônica – dermatite; edema de pele; ulceração nasal; conjuntivite; náuseas; vômito; perda de apetite; rápido crescimento do fígado. • Cancerígeno para pele; pulmões e fígado.
Dioxinas	<ul style="list-style-type: none"> • São substâncias organocloradas, persistentes na natureza, extremamente tóxicas, carcinogênicas e teratogênicas. • Essas substâncias agressivas são geradas quando da queima do óleo lubrificante usado ou contaminado, que é ilegal. • As várias dioxinas possuem, cada uma, diversos efeitos danosos à saúde humana. • Apesar da variedade de sintomas, a título ilustrativo, é possível generalizar destacando que todas elas são cancerígenas para sistema respiratório e causam vômito, dores e fraqueza muscular, falhas na pressão sanguínea, distúrbios cardíacos.
Hidrocarbonetos Policíclicos (Polinucleares) Aromáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Compostos caracterizados por possuírem dois ou mais anéis aromáticos (por exemplo benzeno) condensados. • Têm longa persistência no ambiente. • São cancerígenos. • Quando resultantes da queima do óleo lubrificante, que é ilegal, afetam os pulmões, o sistema reprodutor e o desenvolvimento do feto (teratogênico)

Efeito dos contaminantes no organismo humano

Fonte:www.ecycle.com.br/

ANEXO 2:

Números de risco e seus respectivos significados:

20	Gás inerte
22	Gás refrigerado
223	Gás inflamável refrigerado
225	Gás oxidante (favorece incêndios), refrigerado
23	Gás inflamável
236	Gás inflamável, tóxico
239	Gás inflamável, sujeito a violenta reação espontânea
25	Gás oxidante (favorece incêndios)
26	Gás tóxico
265	Gás tóxico, oxidante (favorece incêndios)
266	Gás muito tóxico
268	Gás tóxico, corrosivo
286	Gás corrosivo, tóxico
30	Líquido inflamável (PFg entre 23°C e 60,5°C), ou líquido sujeito a auto-aquecimento
323	Líquido inflamável, que reage com água, desprendendo gases inflamáveis
X323	Líquido inflamável, que reage perigosamente com água, desprendendo gases inflamáveis (*)
33	Líquido muito inflamável (PFg < 23°C)
333	Líquido pirofórico
X333	Líquido pirofórico, que reage perigosamente com água (*)
336	Líquido muito inflamável, tóxico
338	Líquido muito inflamável, corrosivo

X338	Líquido muito inflamável, corrosivo, que reage perigosamente com água (*)
339	Líquido muito inflamável, sujeito a violenta reação espontânea
36	Líquido sujeito a auto-aquecimento, tóxico
362	Líquido inflamável, tóxico, que reage com água, desprendendo gases inflamáveis
X362	Líquido inflamável, tóxico, que reage perigosamente com água, desprendendo gases inflamáveis (*)
38	Líquido sujeito a auto-aquecimento, corrosivo
382	Líquido inflamável, corrosivo, que reage com água, desprendendo gases inflamáveis
X382	Líquido inflamável, corrosivo, que reage perigosamente com água, desprendendo gases inflamáveis(*)
39	Líquido inflamável, sujeito a violenta reação espontânea
40	Sólido inflamável, ou sólido sujeito a auto-aquecimento
423	Sólido que reage com água, desprendendo gases inflamáveis
X423	Sólido inflamável, que reage perigosamente com água, desprendendo gases inflamáveis (*)
44	Sólido inflamável, que a uma temperatura elevada se encontra em estado fundido
446	Sólido inflamável, tóxico, que a uma temperatura elevada se encontra em estado fundido
46	Sólido inflamável, ou sólido sujeito a auto-aquecimento, tóxico
462	Sólido tóxico, que reage com água, desprendendo gases inflamáveis
48	Sólido inflamável, ou sólido sujeito a auto-aquecimento, corrosivo
482	Sólido corrosivo, que reage com água, desprendendo gases inflamáveis
50	Produto oxidante (favorece incêndios)
539	Peróxido orgânico, inflamável

55	Produto muito oxidante (favorece incêndios)
556	Produto muito oxidante (favorece incêndios), tóxico
558	Produto muito oxidante (favorece incêndios), corrosivo
559	Produto muito oxidante (favorece incêndios), sujeito a violenta reação espontânea
56	Produto oxidante (favorece incêndios), tóxico
568	Produto oxidante (favorece incêndios), tóxico, corrosivo
58	Produto oxidante (favorece incêndios), corrosivo
59	Produto oxidante (favorece incêndios), sujeito a violenta reação espontânea
60	Produto tóxico ou nocivo
63	Produto tóxico ou nocivo, inflamável (PFg entre 23°C e 60,5°C)
638	Produto tóxico ou nocivo, inflamável (PFg entre 23°C e 60,5°C), corrosivo
639	Produto tóxico ou nocivo, inflamável (PFg entre 23°C e 60,5°C), sujeito a violenta reação espontânea
66	Produto muito tóxico
663	Produto muito tóxico, inflamável (PFg até 60,5°C)
68	Produto tóxico ou nocivo, corrosivo
69	Produto tóxico ou nocivo, sujeito a violenta reação espontânea
70	Material radioativo
72	Gás radioativo
723	Gás radioativo, inflamável
73	Líquido radioativo, inflamável (PFg até 60,5°C)
74	Sólido radioativo, inflamável
75	Material radioativo, oxidante
76	Material radioativo, tóxico
78	Material radioativo, corrosivo

80	Produto corrosivo
X80	Produto corrosivo, que reage perigosamente com água(*)
83	Produto corrosivo, inflamável (PFg entre 23°C e 60,5°C)
X83	Produto corrosivo, inflamável (PFg entre 23°C e 60,5°C), que reage perigosamente com água(*)
839	Produto corrosivo, inflamável (PFg entre 23°C e 60,5°C), sujeito a violenta reação espontânea
X839	Produto corrosivo, inflamável (PFg entre 23°C e 60,5°C), sujeito a violenta reação espontânea e que reage perigosamente com água(*)
85	Produto corrosivo, oxidante (favorece incêndios)
856	Produto corrosivo, oxidante (favorece incêndios), tóxico
86	Produto corrosivo, tóxico
88	Produto muito corrosivo
X88	Produto muito corrosivo, que reage perigosamente com água(*)
883	Produto muito corrosivo, inflamável (PFg entre 23°C e 60,5°C)
885	Produto muito corrosivo, oxidante (favorece incêndios)
886	Produto muito corrosivo, tóxico
X886	Produto muito corrosivo, tóxico, que reage perigosamente com água(*)
89	Produto corrosivo, sujeito a violenta reação espontânea
90	Produtos perigosos diversos

Números de risco e seus significados

Fonte: http://www.ocarreteiro.com.br/modules/cargasperigosas.php?onu=* &page=9

ANEXO 3:

AUTORIDADES DEFENDEM USO DE SATÉLITE NO MONITORAMENTO DE EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO

POSTADO EM: 24 DE MARÇO DE 2012 .(GLOBO ONLINE)

POR [RONALDO PEDROSO](#)



RIO DE JANEIRO – A diretora-geral da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Magda Chambriard, e o secretário estadual do Ambiente, Carlos Minc, concordaram, durante reunião na tarde desta sexta-feira (23), com a necessidade de um monitoramento por satélite das áreas de exploração de petróleo em alto-mar, como forma de aperfeiçoar o sistema de fiscalização e de controle de eventuais acidentes.

Minc defendeu que “esta obrigação deveria constar, como uma condicionante ambiental, do processo de concessão para a exploração de determinada região por parte da ANP”. Magda Chambriard disse ter a expectativa de quando da entrada em operação do primeiro satélite nacional do sistema de defesa brasileiro, a ANP “possa ser autorizada a compartilhar esse moderno equipamento para suas ações de monitoramento das atividades de exploração de petróleo”.

A diretora da ANP declarou ainda que algumas das sugestões discutidas na reunião são de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama), como a que prevê a disponibilização, na internet, de dados sobre as principais conclusões dos estudos geológicos feitos do fundo do mar em áreas de bacias petrolíferas.

Magda Chambriard gostou da sugestão de Minc para que o Ibama também disponibilize em seu site informações sobre o perfil técnico dos profissionais e equipamentos previstos no Plano de Emergência Individual (PEI) da empresa responsável pelo campo de exploração de petróleo.

Fonte: Douglas Corrêa/ABr

Edição: Aécio Amado

