

CENTRO DE INSTRUÇÃO
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE
MÁQUINAS DA MARINHA MERCANTE (APMA)

DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR: USO DE BIOBUNKERING

Por: Hélio da Silva de Carvalho

Orientador

Prof. Hermann Regazzi Gerck

Rio de Janeiro
2011

CENTRO DE INSTRUÇÃO
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE
MÁQUINAS DA MARINHA MERCANTE (APMA)

DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR: USO DE BIOBUNKERING

Apresentação de monografia ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como condição prévia para a conclusão do Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquina (APMA).

Por: Hélio da Silva de Carvalho

Prof. Orientador: Hermann Regazzi Gerck

Rio de Janeiro
2011

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS DA MARINHA
MERCANTE (APMA)

AVALIAÇÃO

PROFESSOR ORIENTADOR (trabalho escrito): Prof. Hermann Regazzi Gerk

NOTA - _____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. (nome e titulação)

Prof. (nome e titulação)

Prof. (nome e titulação)

NOTA: _____

DATA: _____

NOTA FINAL: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares pelo apoio e carinho oferecidos.

DEDICATÓRIA

Dedico essa monografia aos meus familiares.

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo identificar a possibilidade de uso do combustível marítimo biobunkering como medida para mitigar os efeitos da poluição marítima por derramamento de óleo das embarcações. Buscou-se inicialmente enfocar a questão dos vazamentos de óleo no mar, seus impactos, histórico das ocorrências e os documentos internacionais para a prevenção da poluição marítima. Em seguida foi contemplada a possibilidade da adoção do biocombustível para motores marítimos, como o biobunkering, com destaque especial para o biodiesel, onde foram relatadas algumas experiências práticas deste combustível em motores diesel. O estudo conclui que, com incentivos dos governos comparado a aqueles que foram dados ao etanol, as vendas de biodiesel podem alcançar níveis elevados por ano ou substituir um bom percentual do consumo de diesel nos motores. Neste nível de penetração de mercado, o biodiesel poderia provavelmente ser usados em navios, construção e máquinas agrícolas, aquecimento residencial, e geração de energia elétrica.

Palavras-chaves: Biobunkering. Navio Mercante. Aplicação. Legislação Internacional

ABSTRACT

This study aims to identify the possible use of bunker fuel biobunkering as a measure to mitigate the effects of marine pollution by oil spills from ships. We tried to initially focus on the issue of oil spills at sea, its impacts, historical events and documents of international mechanisms for prevention of marine pollution. Then it was contemplated that the adoption of biofuel for marine engines, such as biobunkering, with an emphasis on biodiesel, which were reported some practical experiences of this fuel in diesel engines. The study concludes that, with incentives from governments compared to those given to ethanol, biodiesel sales could reach high levels a year or replace a good percentage of the consumption of diesel engines. At this level of market penetration, biodiesel would probably be used on ships, construction and agricultural machinery, residential heating and power generation.

Keywords: Biobunkering. Merchant ship. Application. International Law

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BUNKER	Combustível para motores marítimos
DIESEL C	Diesel Metropolitano
ICES	Comissão Internacional para a Exploração dos Oceanos,
IMO	International Maritime Organization
ITOPF	International Tanker Owners Pollution Federation
MARPOL	Convenção Internacional Prevenção da Poluição por Navios
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OILPOL	Convenção Internacional para Prevenção da Poluição do Mar
SOLAS	Convenção Intern. p/ Salvaguarda da Vida humana no Mar

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. VAZAMENTOS DE ÓLEO NO MAR	12
2.1 O impacto do derramamento de óleo.....	12
2.2 Acidentes com derramamento de óleo.....	12
2.3 Documentos p/ prevenção da poluição marítima	15
2.3.1 Convenção OILPOL	15
2.3.2 Convenção MARPOL.....	16
3. BIOBUNKERING E BIOCOMBUSTÍVEIS NAS EMBARCAÇÕES	19
3.1 Combustível Bunker.....	19
3.2 O uso do biocombustível como alternativa	21
3.2.1 Resumo histórico	21
3.2.2 A utilização dos biocombustíveis	23
3.3 Características químicas do Biodiesel	25
3.4 Experiências comparativas entre óleo diesel e biodiesel.....	26
4. CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo tem por objetivo identificar a possibilidade de uso do combustível marítimo biobunkering como medida para mitigar os efeitos da poluição marítima por derramamento de óleo das embarcações.

A poluição marinha tem sido objeto de constantes discussões de âmbito internacional e geraram várias convenções com o objetivo de melhorar a qualidade das embarcações, resultando em melhores condições de segurança para quem trabalha no mar, assim como estabelecer regras e limites com a intenção de prevenir contra acidentes que possam causar impactos no ambiente marinho.

Neste contexto, a utilização do petróleo pode causar diversos tipos de impactos ao meio ambiente, e mais especificamente ao ambiente marinho, destruindo *habitats* de espécies causando declínio de suas populações. O perigo é proveniente desde o processo de extração até o consumo, passando pelo transporte que é o principal poluidor por vazamentos em grande escala de navios petroleiros.

O derramamento de óleo no mar ocasionado por acidentes marítimos representa fonte constante de preocupação e debates em vários países. As chamadas “marés negras” resultam em verdadeiras catástrofes ambientais, com incalculáveis danos ao meio ambiente e a todos os seres, e alguns desses danos podem ser irreparáveis. Esses eventos podem causar grandes impactos ambientais e econômicos. Dependendo da amplitude e gravidade do evento é exigida atuação local, regional, nacional ou internacional, sendo fundamental que haja planejamento e preparo anteriores às ocorrências para obtenção do sucesso no combate e minimização dos danos.

No comércio marítimo, em grande parte, os atributos de aquaviários para exercerem suas atribuições e todo o organismo vivo correlacionado é alterado e somado via simpósios, convenções ocorridas de tempos em tempos. Devido a Globalização e pelo Brasil ser signatário desse maior gestor (IMO) faz-se importante seguir e respeitar o mesmo organismo vivo visando manter a boa relação diplomática, mitigando acidentes de todo tipo seja humano e de equipamentos. Uma vez que essas ações salvaguarda a vida e o patrimônio, tendo o tempo nas relações

comerciais marítimas não como algoz, cuja presença acarreta declínio econômico-social e sim aliado no rumo do mais antigo e eficaz transporte, o marítimo.

Entretanto no decorrer dessa evolução os imprevistos (acidentes), nos dias atuais tem o seu significado diferente do que tempos atrás. Isto porque através de imperícia humana, não respeito ao uso do mar, perderam-se e ainda perdem-se os principais ícones (homem, patrimônio) supracitados. No século XXI aprendeu-se com os erros passados, fez-se uso dos mesmos como norteador no controle e domínio de sinistros a bordo. É fato que não se elimina os riscos, mas com o conhecimentos das normas e limitações humanas os mesmos passam a ser previsíveis, exceto por força-maior e caso fortuito.

Na essência da química Água e Óleo não se misturam, propriedades delas se alteram na alternância de temperatura, pressão, entre outros. No meio marinho essa premissa não é diferente. Dados de grandes derramamentos de óleo no mar põem em prática experiências científicas. Infelizmente acarretando desastres ambientais. A volatilidade, viscosidade são algumas das características alteradas com as correntes marinhas, tornando algo complexo e englobando medidas para a sua contenção.

As medidas mitigatórias adotadas pela IMO são a usual avaliação pré-acidental: CHECK LIST do Marine Systematic Casual Analysis Technic (MSCT) modelo Loss Causation Mode Synergi. Ele engloba as análises acidentais embasado em tipo de pessoas empregadas (plantão/cargo); local a bordo (convés /sala de bombas) e pelo tipo de operação.

2. VAZAMENTOS DE ÓLEO NO MAR

2.1 O impacto do derramamento de óleo

O petróleo exerce um papel preponderante na sociedade moderna e apresenta uma série de riscos quando liberado no meio ambiente, seja em derramamentos acidentais ou descargas crônicas.

Os efeitos de um derramamento de óleo dependerão de muitos fatores, além das propriedades do óleo. Deve-se considerar também a sensibilidade ambiental da área. Em áreas mais costeiras, onde a profundidade e distância da costa são menores, os impactos relativos ao derramamento de óleo são extremamente relevantes, pois tendem a se manifestar com mais força do que em áreas mais profundas.

Não se pode esquecer das atividades *off-shore*, que também representam grandes riscos de poluição por derramamento nas fases de perfuração e produção.

Segundo Etkin (1998), essas atividades implicam em impactos adicionais à atividade de transporte, como por exemplo, os resultantes do descarte de fluidos e cascalhos na fase de perfuração.

Na fase de produção podemos citar o descarte de “água inibida”, revolvimento do assoalho oceânico, emissões atmosféricas, entre outros.

Os critérios para avaliação dos impactos decorrentes de um derramamento devem considerar o tipo de óleo, condições climáticas e as áreas afetadas, abrangendo também os impactos sócio-econômicos. Os efeitos do óleo na vida marinha, simplificada, são o abafamento, e a contaminação física ou química das espécies. Porém, os efeitos negativos se estendem às operações incorretas de limpeza, danificando a flora e a fauna.

2.2 Acidentes com derramamento de óleo

O primeiro caso de grande importância mais conhecido foi em 1967, quando o petroleiro *Torrey Canyon* encalhou perto da Inglaterra, liberando 123.000 ton de

óleo, atingindo áreas costeiras inglesas e francesas, causando mortandade de centenas de aves além de prejuízos à pesca e ao turismo.

Figura 1 - Petroleiro Torrey Canyon encalhado em 1967 – Inglaterra 123.000 ton de óleo vazados



Fonte: CETESB (2008)

Depois deste, muitos outros ocorreram:

Figura 2 - Naufrágio do petroleiro Amoco Cadiz- França – 1978 - 230.000 ton vazadas



Fonte: Fonte: CETESB (2008)

A Tabela abaixo, ilustra os maiores vazamentos de óleo já registrados no mundo, por volume liberado:

Tabela 2: maiores vazamentos de óleo no mundo

DATA	NAVIO	REGIÃO	VOL. VAZADO (TON)
1979	Atlantic Empress	Tobago	287.000
1991	ABT Summer	Angola	260.000
1983	Castillo de Berver	Africa do Sul	25.2000
1978	Amoco Cadiz	França	223.000
1991	Haven	Italia	144.000
1988	Odyssey	Canada	132.000
1967	Torrey Canyon	Reino Unido	119.000
1972	Sea Star	Golfo de Oman	115.000
1980	Irenes Serenade	Grécia	100.000
1976	Urquiola	Espanha	100.000

Fonte: ETKIN (1998)

Além dos navios petroleiros, a liberação de óleo no mar ocorre também por outras fontes, envolvendo plataformas, portos, terminais, refinarias e dutos, como ilustra a tabela abaixo apresentando casos internacionais mais significativos:

Tabela 3: Grandes vazamentos de óleo no mundo

DATA	CAUSA	REGIÃO	VOL VAZADO (TON)
26/01/91	Guerra do Golfo Pérsico	Kuwait -Golfo Pérsico	7.680.000
03/06/79	Poço de petróleo Ixtoc	Campeche - México	4.480.000
02/03/92	Poço de petróleo	Uzbaquistão	2.816.000
04/02/83	Plataforma petrolífera Nowruz	Irã - Golfo Pérsico	2.560.000
01/08/80	Poço de petróleo D 103	Libya	1.344.000

Fonte: ETKIN (1998)

Apesar do intenso volume de óleo liberado, a grande maioria destes casos é praticamente desconhecida. Isto porque muitos ocorreram em alto mar, distantes da zona costeira, sem trazer impactos diretos à fauna, como mortandade de aves e mamíferos ou prejuízos à pesca e ao turismo.

Os derrames de óleo podem causar danos à vida marinha e forte impacto econômico nas atividades costeiras, afetando aqueles que exploram os recursos marinhos.

Como exemplo podemos citar o acidente com o petroleiro Exxon Valdez (37.000 toneladas liberados), relacionado na 53o posição entre os 65 maiores derramamentos de óleo no mundo (ETKIN, 1998) e na 20ª posição entre os vinte maiores (ITOPF, 2001). Percebe-se que o volume vazado não foi grande, comparando a outras ocorrências mas, por ter ocorrido em área abrigada e sensível, com importantes recursos biológicos e atividades de importância sócio-econômica, foi considerado um dos piores eventos da nossa história.

Figura 3 - Petroleiro Exxon Valdez encalhado no Alasca (EUA), em 1989, liberando 37.000 ton de óleo



Fonte: CETESB (2008)

2.3 Documentos que norteiam a prevenção da poluição por derramamento de óleo

2.3.1 Convenção OILPOL

O petróleo como objeto de poluição dos mares foi reconhecido como um problema na primeira metade do século XX e vários países introduziram regulamentos nacionais para o controle das descargas de petróleo, no âmbito das suas águas territoriais. Em 1954, o Reino Unido organizou uma conferência sobre a poluição por hidrocarbonetos que resultou na aprovação da Convenção Internacional para Prevenção da Poluição do Mar por Hidrocarbonetos, chamada de OILPOL .

A Convenção 1954 OILPOL, que entrou em vigor em 26 de julho de 1958, tentou resolver o problema da poluição dos mares por petróleo - definidos como petróleo bruto, óleo combustível, diesel pesado e óleo de lubrificação, em dois modos principais:

- estabeleceu as "zonas proibidas" que se estendam a pelo menos 50 milhas náuticas da terra mais próxima, em que a descarga de óleo ou das misturas que contém mais de 100ppm (partes por milhão) foi proibida;
- requisitou aos Governos que fossem tomadas medidas apropriadas para que fossem instalados facilidades para o recebimento de água oleosa e de resíduos oleosos dos navios.

Em 1962, a International Maritime Organization (IMO) adotou emendas à Convenção que estendeu sua aplicação a navios de menor tonelagem e também estendendo às “zonas proibidas”.

Embora a convenção 1954 OILPOL passasse, de algum modo, a lidar com a poluição por hidrocarbonetos, o crescimento do comércio do petróleo e da evolução das práticas industriais estavam a começar a tornar claro que nova ação era exigida, com isso o mundo começava a despertar para as conseqüências ambientais de uma sociedade cada vez mais industrializada.

Em primeiro lugar, uma sessão extraordinária da Organização Marítima Internacional, chamado do seu Conselho, elaborou um plano de ação sobre aspectos técnicos e jurídicos do Torrey Canyon incidente.

Em seguida, a Assembléia da IMO decidiu, em 1969, convocar uma conferência internacional em 1973, para preparar um acordo internacional adequado para colocar restrições sobre a contaminação do mar, terra e ar pelos navios.

Entretanto, em 1971, a IMO adaptou novas alterações à OILPOL 1954 para oferecer proteção adicional para a Grande Barreira de Coral da Austrália e também para limitar o tamanho dos navios petroleiros com tanques, minimizando assim a quantidade de petróleo que poderia escapar, em caso de uma colisão ou encalhe.

2.3.2 Convenção MARPOL

Em 1978, em resposta a vários acidentes de petroleiros em 1976-1977, a OMI realizou uma conferência sobre segurança e prevenção da poluição Tanker em fevereiro de 1978. A conferência adotou medidas que afetam o petroleiro na concepção e funcionamento, que foram incorporadas em ambos os protocolos de 1978 à Convenção de 1974, sobre a segurança da vida humana no mar (1978 Protocolo SOLAS) e do protocolo de 1978 a 1973 a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (1978 MARPOL Protocol) - aprovada em 17 de Fevereiro de 1978 e por uma série de emendas, a partir de 1984, visando a introduzir regras específicas para estender a prevenção da poluição no mar às cargas perigosas ou equivalentes às dos hidrocarbonetos.

As regras da MARPOL passam por um processo dinâmico de aperfeiçoamento, em função das inovações tecnológicas, científicas e políticas.

A MARPOL 73/78 contempla atualmente cinco anexos e um em discussão:

- Anexo I - Regras para prevenção da poluição por óleo, a primeira a entrar em vigor (ver nota sobre Regra 13 G- "casco duplo" na seqüência deste texto);
- Anexo II - Regras para o controle da poluição por substâncias nocivas líquidas transportadas a granel;

- Anexo III- Regras para prevenção da poluição ocasionada por substâncias nocivas, transportadas por mar em embalagens (fardos, containers, tanques portáteis ou vagões tanques ferroviários e rodoviários);
- Anexo IV- Regras para a prevenção da poluição por esgotos provenientes de navios;
- Anexo V - Regras para prevenção da poluição por lixo provenientes dos navios;
- Anexo VI=> ainda em discussão - Regras para prevenção da poluição por emissões gasosas provenientes dos navios.

De acordo com a MARPOL, entende-se por substâncias nocivas:

Qualquer substância que, se despejada no mar, é capaz de gerar riscos para a saúde humana, danificar os recursos biológicos e a vida marinha, prejudicar as atividades recreativas ou interferir com outras utilizações legítimas do mar e inclui toda substância sujeita a controle pela presente convenção.

As principais medidas acordadas referem-se à (ao):

Necessidade de realizar vistorias iniciais, periódicas e intermediárias nos navios; proibição da descarga de óleo ou misturas oleosas no mar, a menos que o petroleiro esteja a mais de 50 milhas náuticas da terra mais próxima, navegando em sua rota; que o regime de descarga do conteúdo não exceda a 60 litros por milha náutica; a descarga poderá ser feita desde que o navio possua sistemas de monitoramento e controle de descarga de óleo e separador de água/óleo em operação;

Proibição da descarga de óleo ou misturas oleosas no mar para os demais navios, com arqueação maior ou igual a 400 toneladas, proveniente dos tanques de combustíveis e dos porões de compartimentos de máquinas, a menos que estejam a mais de 12 milhas náuticas da terra mais próxima, navegando em sua rota; que o conteúdo seja menor ou igual a 100 ppm e que possua em operação, sistema de monitoramento e controle de descarga de óleo, equipamento e sistema de filtragem de óleo entre suas instalações;

Comprometimento dos governos dos países signatários em assegurar a instalação de equipamentos e meios de recebimento da descarga de resíduos de óleo e misturas oleosas como sobras de petroleiros e de outros navios, nos terminais

de carregamento de petróleo e derivados, nos portos de reparo entre outros tipos de portos;

Necessidade de dotar os petroleiros novos, isto é, cujo contrato de construção tenha sido assinado após 31/12/75, de tonelada maior ou igual a 70 mil, de tanques de lastro segregado, ou seja, tanques diferenciados, completamente separados dos sistemas de óleo de carga e combustível, destinado ao transporte de lastro ou outras cargas que não sejam óleo, misturas oleosas e substâncias nocivas;

Obrigatoriedade de possuir o livro de registro de óleo, seja como parte ou não do diário náutico, no qual serão feitas anotações relativas a todas as movimentações de óleo, lastro e misturas oleosas, inclusive as entregas efetuadas às instalações de recebimento; este livro é válido para os petroleiros de arqueação bruta maior ou igual a 150 toneladas e nos cargueiros de arqueação maior ou igual a 400 toneladas; todas essas operações deverão ser assinadas pelo oficial ou pelo tripulante responsável pelas mesmas;

Procedimentos para descarga de substâncias nocivas líquidas; procedimentos para embalagem, marcação, etiquetagem, documentação necessária, e estivagem de substâncias prejudiciais transportadas por mar, na forma de embalagens;

O governo brasileiro aprovou com restrições os textos desta Convenção, pelo Decreto Legislativo nº 2508/98 de 04/03/1998. O site da Marinha do Brasil possui o texto na íntegra.

NOTA:

Navios de Casco Duplo

Um outro assunto de grande interesse relativo à MARPOL é a regulamentação sobre navios de casco duplo. A IMO, durante a 46ª MEPC - Comitê de Proteção ao Meio Ambiente Marinho, realizada em abril 2001, determinou que os navios entregues a partir de 06/07/1996, deveriam ser do tipo casco duplo - regra 13 G do Anexo I. De acordo com as novas regras, o limite de vida útil dos petroleiros foi reduzido de 30 para 25 anos (graças à atuação do representante brasileiro), devendo ser intensificadas as vistorias nas embarcações, visando a preservar navios com boas condições de manutenção.

3. BIOBUNKERING E BIOCOMBUSTÍVEIS NAS EMBARCAÇÕES

3.1 Combustível Bunker

Combustível Bunker é tecnicamente qualquer tipo de combustível derivado do petróleo usado em motores marinhos. Recebe o seu nome (em inglês) dos contentores em barcos e nos portos em onde se armazena; quando se usavam barcos a vapor se tinham bunkers de carvão, atualmente os mesmos depósitos se usam para combustível bunker. Também conhecido como Marine Fuel, é o óleo combustível destinado ao abastecimento de navios de grande porte, produzido pela destilação a vácuo e com posterior diluição.

Os primeiros navios a consumirem o marine fuel apareceram em 1900, tendo em 1940 se verificado um equilíbrio entre os navios que consumiam óleo e os que consumiam carvão. Por volta de 1960, praticamente o carvão deixou de ser usado para os navios. A substituição do carvão pelo óleo deveu-se fundamentalmente à facilidade de manuseamento dos combustíveis líquidos bem como a questões ligadas à poluição do meio ambiente.

Antes da década de 1970 a atividade de bunkers era dominada pela maiores companhias, também designadas por sete irmãs: BP, Chevron, Esso, Gulf, Mobil, Shell e Texaco. Atualmente estão envolvidas nesta atividade as grandes companhias de petróleo, companhias estatais, independentes grupos de petróleo, além de especialistas locais.

O escritório de Impostos e Alfândega Australiana define o combustível bunker como o combustível que alimenta o motor de um barco ou de uma aeronave. Devido à sua alta viscosidade requerem aquecimento, usualmente conseguida por meio de um sistema de circulação contínua a baixa pressão de vapor, antes de que o combustível seja bombeado desde o tanque de combustível bunker.

Esse tipo de combustível representa em média quase 40% dos custos operacionais de uma linha regular de navegação, e seu preço, ainda que operando-se somente em portos brasileiros como ocorre na navegação de Cabotagem, é sujeito a índices internacionais sobre os quais os armadores não exercem nenhum

tipo de controle, ficando expostos à variações extremas que resultam num repasse deste risco aos valores do frete marítimo oferecidos ao cliente final.

Uma operação de Bunkering propriamente dita envolve vários fatores a ter em conta. O operador do navio deverá efetivamente estimar a quantidade de óleo necessária para abastecer. Ele nunca irá sair com mais combustível do que o necessário a não ser que seja mais barato que o do porto seguinte no seu percurso e que os bunkers seguintes não venham a afetar os seus ganhos.

Por seu turno, o fornecedor deverá questionar sobre o navio e a sua carga de modo a assegurar que a sua oferta será prática. As melhores fontes desta informação são os agentes dos navios e os brokers.

Algumas medições deverão ser feitas antes da operação de abastecimento, tais como:

Determinação da Míngua (ULLAGE) que é a distância que vai do topo do reservatório à superfície do líquido;

Sondagem (Sounding) que é a profundidade do produto;

Altura de referência: Distância entre o fundo do tanque e a o topo do mesmo.

Com base nestes dados pode-se determinar a quantidade do produto contido no tanque do navio. Naturalmente que há necessidade de se usar as unidades com base na temperatura observada.

Vale ressaltar que as máquinas de propulsão em navios não fazem uso de biocombustíveis, o controle de emissões é hoje a grande meta nesse novo combustível sendo usado em veículos de transporte. O comportamento da termodinâmica nos cilindros, a medição dos gases de exaustão para cada combustível em teste, ou seja, diesel comercial; diesel comercial + biodiesel e biodiesel puro analisa os danos na emissão de poluentes.

As possibilidades do biodiesel para a propulsão marítima devem ser investigadas principalmente no caso do Brasil, considerando a dificuldade de produzir diesel e combustíveis com baixo teor de enxofre.

Já existe um cargueiro, lançado na Alemanha, pela empresa SkaySalis GmbH, que usa uma pipa gigante computadorizada para aproveitar o vento e assim reduzir o consumo de combustível e, portanto, as emissões.

Os motores a gás (LNG) são termicamente eficientes e são capazes de reduzir as emissões de NOx em cerca de 92% e de CO2 em aproximadamente 23%, além de reduzir as emissões de SOx e de partículas PM a valores desprezíveis. Sem

dúvida, aqui as possibilidades são enormes e já há produção de motores marítimos movidos a LNG.

Não se pode ignorar que algumas das soluções propostas irão acarretar aumento do custo do combustível. Os combustíveis atualmente em uso custam cerca de US\$ 460 a US\$ 490 por tonelada, enquanto o custo de um diesel

3.2 O uso do biocombustível como alternativa

3.2.1 Resumo histórico

No Brasil, as investigações relativas à utilização de óleos vegetais, como combustível alternativo, ocorreram bem antes da crise do petróleo. As primeiras pesquisas foram desenvolvidas pelo Instituto Nacional de Tecnologia nos anos de 1920. Em decorrência da experiência adquirida ao longo dos anos, foi possível viabilizar o lançamento do primeiro carro a álcool na década de 1970 (ZOUAIN,2001).

No ano de 1950, o Instituto de Tecnologia Industrial de Minas Gerais realizou ensaios em motores diesel de 6 cilindros, utilizando como combustível óleos provenientes do ouricuri, da mamona e do algodão. Entretanto, foi nos anos 70 que as pesquisas sobre a utilização de combustível de origem vegetal ganharam impulso. O objetivo principal era reduzir a dependência da energia de origem mineral, cujo preço e fornecimento estavam desestabilizados devido às crises energéticas que assolaram o mundo naquela década (OSAKI, 2008). Esta conjuntura deu origem, em 1975, ao Plano de Produção de Óleos Vegetais para fins Energéticos - Pró-óleo, que pretendia gerar um excedente de óleo vegetal capaz de tornar seus custos de produção competitivos com os do petróleo.

O ano de 1980 ficou marcado por uma descoberta importante: o Probiodiesel. Este combustível de origem vegetal, que tinha como objetivo substituir o óleo diesel, originou-se dos diversos estudos realizados por Exedito José de Sá Parente na UFC. O pesquisador utilizou óleos vegetais derivados da soja, do babaçu, do amendoim, do caroço de algodão, da colza, do girassol e do dendê para desenvolver

o combustível. Na mesma década, foi criado o querosene vegetal de aviação que recebeu o nome de Prosene e tinha como finalidade substituir o querosene de aviação. Estas duas descobertas deram origem ao registro, pelo INPI, da primeira patente mundial do biodiesel e do querosene vegetal de aviação que, com tempo, passou a ser de domínio público (PARENTE, 2003).

Em 1982, o Governo Federal lançou o Programa de Óleos Vegetais (OVEG), em parceria com a indústria automobilística. O projeto estava voltado, especificamente, para a comprovação técnica da utilização do biodiesel em motores diesel. Mais uma vez, a motivação foi gerada pela alta nos preços do petróleo, reflexo da segunda crise que ocorreu em 1979. O OVEG contou com a participação de diversos institutos de pesquisa como IME, IPT e UFC, além do apoio das indústrias automobilísticas, dos fabricantes de peças e dos produtores de lubrificantes.

Entretanto, em 1985, o declínio do preço do petróleo no mercado mundial fez com que os investimentos em estudos sobre combustíveis derivados de óleos vegetais desvanecessem, impedindo o desenvolvimento do programa (HINRICHS, 2003). Contudo, os estudos com biodiesel continuaram sendo realizados por pesquisadores brasileiros. Este esforço resultou no patenteamento do processo de produção de biodiesel a partir da semente de mamona, em 2001.

A valorização dos aspectos ambientais, aliada a sustentabilidade dos sistemas energéticos e ao receio da notória instabilidade no preço do petróleo, trouxe de volta o interesse no combustível proveniente de óleos vegetais. Com isso, diversas instituições passaram a desenvolver atividades neste campo e algumas ações governamentais foram tomadas para impulsionar as pesquisas científicas.

No ano de 2000, as universidades, centros de pesquisa e empresas brasileiras, foram incentivadas a realizar projetos de desenvolvimento de tecnologia e de produção de biodiesel. Mais tarde, através da Portaria MCT 702, de 30 de outubro de 2002, o Governo Federal lançou o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel – PROBIODIESEL.

Essas ações estavam focadas em três frentes principais: i) promover o desenvolvimento científico e tecnológico do biodiesel; ii) substituir o diesel de petróleo por óleos vegetais, diminuindo a dependência do combustível fóssil; e, iii) contribuir com a inclusão social e com o desenvolvimento regional. A previsão do

governo brasileiro era gerar mais de 200.000 postos de trabalho por meio destas medidas (UNEP, 2007).

Entretanto, a Resolução nº 2 do CNPE publicada em março de 2008, alterou de 2% para 3% o percentual obrigatório de biodiesel ao óleo diesel, a partir de 1º de julho de 2008. Esta medida comprova que o Brasil pretende acelerar o processo de utilização de biodiesel, como fonte alternativa de energia. A produção de biocombustível abre possibilidades de modificar este cenário conferindo independência econômica e posição estratégica em relação ao combustível fóssil.

3.2.2 A utilização dos biocombustíveis

Nas últimas décadas, um grande esforço tem sido feito para reduzir a dependência de combustíveis derivados de petróleo para geração de energia e transporte em todo o mundo. Dentre as recentes alternativas propostas, biodiesel, etanol, além de misturas contendo biodiesel e diesel, e ainda, etanol com diesel, têm chamado muita atenção para o uso em motores de ciclo Diesel e apresentam-se como uma das soluções em diversos países para redução de suas importações de petróleo.

De acordo com o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (2006), o Biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, que pode ser obtido por diferentes processos tais como o craqueamento, a esterificação ou pela transesterificação. Esta última, mais utilizada, consiste numa reação química de óleos vegetais ou de gorduras animais com o álcool comum (etanol) ou o metanol, estimulada por um catalisador. Há dezenas de espécies vegetais no Brasil das quais se pode produzir o biodiesel, tais como mamona, dendê (palma), girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso e soja, dentre outras.

O biodiesel é um dos combustíveis alternativos mais promissores, principalmente em países como o Brasil, que possuem vocação agrícola, além de ser compatível com os existentes motores de ciclo Diesel. Porém, o biodiesel esbarra em entraves econômicos por ter um custo de produção mais alto que o diesel proveniente do petróleo. Adicionalmente, também existe a necessidade de encontrar maneiras de se utilizar industrialmente todo o subproduto obtido com a transesterificação (RABELO, 2003).

Segundo Fernando & Hanna (2004), o biodiesel tem sido usado não somente como uma alternativa para substituir o diesel de petróleo, mas também como um aditivo emulsificante para compor misturas ternárias de diesel, biodiesel e etanol. O biodiesel, nesses casos, atua como um agente de ligação, possibilitando uma compatibilidade entre as moléculas dos componentes da mistura, conduzindo, assim, à produção de uma mistura perfeitamente homogênea.

Misturas ternárias estáveis contendo diesel, biodiesel e etanol para alimentação de motores de ciclo Diesel foram obtidas com êxito por Kwanchareon et al. (2007) e Caetano (2003).

Testes de miscibilidade e estabilidade, envolvendo etanol, biodiesel e óleo vegetal, foram conduzidos na Universidade de Ribeirão Preto – SP (UNAERP), sob coordenação do Professor Murilo Innocentini, com os quais objetivou-se encontrar misturas estáveis dos três componentes, em temperaturas variando de 10° a 25° C.

Conforme Pamplona (2010), a Petrobras vai pesquisar a adição de biodiesel ao bunker de navegação. O objetivo é tentar reduzir as emissões de gases poluentes do produto, que deve ter grande crescimento de consumo no Brasil nos próximos anos. A pesquisa é um dos focos do laboratório Bunker 1, fruto de parceria da Petrobras com a Coppe/UFRJ.

Com investimento inicial de R\$ 6,7 milhões, o laboratório vai buscar novas tecnologias para a produção de bunker, com foco na eficiência de queima do combustível e nas emissões de gases poluentes. Uma segunda etapa, orçada em R\$ 5,9 milhões, já foi aprovada. O dinheiro está sendo gasto, principalmente, na compra de dois motores para testes de combustível.

O investimento está sendo bancado com recursos da participação especial cobrada sobre a produção de petróleo - segundo a lei, 1% dessa arrecadação deve ser destinada à pesquisa e desenvolvimento. Um primeiro convênio, ao custo de R\$ 1,9 milhão, já foi assinado e terá duração de dois anos.

O uso de biocombustíveis pode ser uma maneira de reduzir as emissões de fuligem na queima do bunker, melhorando a qualidade do ar no entorno dos portos brasileiros. O primeiro motor encomendado pelo laboratório, com 500 quilowatts (kW), já está na Coppe e, segundo o coordenador do Laboratório de Máquinas Térmicas da Coppe, Albino Queiroz, deve iniciar os testes ainda em 2011. Antes disso, os pesquisadores vão trabalhar na preparação dos testes. O laboratório contará com dois professores, três engenheiros, seis técnicos e entre seis e dez

alunos do instituto, hoje um dos principais parceiros da Petrobrás no desenvolvimento de novas tecnologias para a indústria petrolífera

3.3 Características químicas do Biodiesel

O biodiesel é um éster de ácido graxo, obtido a partir da transesterificação, que é uma reação química de óleos ou gorduras de origem animal ou vegetal, com um álcool na presença de um catalisador (MEIRELLES, 2003). Há várias espécies de vegetais no Brasil que podem ser utilizadas como matéria-prima do biodiesel: mamona, dendê (palma), girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso e soja. O biodiesel pode também ser obtido por outros processos tais como o craqueamento e a esterificação.

A Resolução NR 7 de 19 de Março de 2008 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, publicada no DOU de 20 de março de 2008, estabeleceu a definição de biodiesel para todos os efeitos legais e de controle de qualidade: Biodiesel – B100: combustível composto de alqui-ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais, conforme a especificação contida no Regulamento Técnico nº 1/2008.

A mesma resolução também estabeleceu a definição de misturas entre diesel e biodiesel: Mistura óleo diesel/biodiesel – BX – combustível comercial composto de (100-X)% em volume de óleo diesel, conforme especificação da ANP, e X% em volume do biodiesel.

O biodiesel apresenta uma série de características que o coloca em vantagem em relação ao combustível de origem fóssil. A principal delas consiste no fato de ser fonte de energia renovável em curto prazo ao contrário dos combustíveis fósseis que levam milhões de anos para se formarem. Além disso, tem alto ponto de fulgor e, portanto, baixo risco de explosão, facilitando assim o transporte e o armazenamento.

Em relação ao efeito estufa, a queima de biodiesel gera índices de poluição menores se comparada a queima de óleo diesel, proporcionando ganho ambiental para todo o planeta. A produção de plantas que originam o biodiesel gera emprego e renda no campo, contribuindo para diminuição do êxodo rural, pois no Brasil há muitas terras cultiváveis que podem produzir uma enorme variedade de oleaginosas com um baixo custo de produção, até mesmo nos solos menos produtivos.

Apesar dos aspectos positivos, o biodiesel apresenta algumas desvantagens que podem comprometer a utilização dessa fonte de energia de maneira sustentável. Para suprir uma demanda mundial serão necessárias plantações em grandes áreas agrícolas. Isto pode ocasionar desmatamento indiscriminado de florestas em países que não fiscalizam adequadamente sua flora. Além disso, o uso de grãos para a produção do biodiesel pode acarretar aumento nos preços dos produtos derivados deste tipo de matéria-prima ou que os utilizam em alguma fase de produção.

3.4 Experiências comparativas entre óleo diesel e biodiesel

Parente (2003) fez um estudo com o objetivo de avaliar o desempenho de um motor de ciclo Diesel alimentado por misturas ternárias de biocombustíveis compostas de biodiesel, etanol e óleo vegetal, visando à utilização destas na forma de um aditivo ou como possíveis sucedâneas ao diesel convencional no mercado de combustíveis. Para isso, foram utilizados dois motores de ciclo Diesel, monocilíndricos, de injeção direta, e um gerador de eletricidade para imprimir carga aos motores.

A seleção das misturas para as avaliações foram conduzidas da seguinte maneira: a) seleção pela análise das propriedades físico-químicas (seleção primária); e b) seleção pelo desempenho nas avaliações primárias, o que indicou a melhor amostra que compôs a avaliação secundária de durabilidade dos motores.

O teste primário foi composto pelas seguintes avaliações: consumo específico, rendimento térmico, temperatura dos gases de escape e do cabeçote do motor, emissão de material particulado (MP) e nível de ruído dos motores.

Já o teste secundário foi realizado aplicando um funcionamento contínuo aos motores durante um período de 150 horas, conduzido apenas com dois combustíveis: um dos motores trabalhou sempre com óleo diesel convencional, enquanto o outro funcionou com a mistura ternária formada por 50% de biodiesel, 40% de etanol e 10% de óleo vegetal.

Os resultados obtidos mostraram que, à plena carga, as misturas ternárias apresentaram um rendimento térmico superior ao do óleo diesel, as temperaturas dos gases de escape e do cabeçote do motor foram mais baixas e a emissão de

material particulado foi bastante inferior, porém o consumo e o nível de ruído apresentaram resultados melhores ao se utilizar o óleo diesel convencional. Quanto ao teste de durabilidade, a mistura 50 – 40 – 10 mostrou-se superior ao óleo diesel em alguns aspectos, tais como quantidade de depósito de carbono no bico injetor e no topo do pistão. Dessa forma, conclui-se que as misturas ternárias podem perfeitamente abastecer motores de ciclo Diesel, sem causar perda de eficiência ou danos aos componentes do motor.

De acordo com PARENTE (2003), pelas semelhanças de propriedades fluidodinâmicas e termodinâmicas, o biodiesel e o diesel do petróleo possuem características de completa equivalência, especialmente vistas sob os aspectos de combustibilidade em motores do ciclo diesel. Portanto, os desempenhos e os consumos são praticamente equivalentes, e ainda, que não há necessidade de qualquer modificação ou adaptação dos motores para funcionar regularmente com um ou com o outro combustível pela equivalência de suas propriedades fisicoquímicas e como o biodiesel e o diesel mineral são completamente miscíveis, as misturas de biodiesel com o diesel mineral podem ser empregadas em qualquer proporção. Essa condição é vantajosa, especialmente, quando comparada com a situação problemática do álcool hidratado, uma vez que não são requeridas bombas específicas para os abastecimentos de biodiesel, nem tampouco motores diferenciados e dedicados para o uso de um ou do outro combustível, inclusive de suas misturas.

PETERSON et al. (2003) testaram um biodiesel do tipo etílico filtrado, produzido à base de sementes de colza, em um veículo movido originalmente a diesel mineral sem efetuar alteração alguma. Para obtenção dos resultados, executaram o teste em duas etapas: a primeira foi um teste de pista, utilizando o veículo em viagens pelas estradas norte-americanas percorrendo um total de 14.069 km; a segunda etapa foi um teste laboratorial utilizando-se um dinamômetro. Após os testes, concluíram que o motor do veículo quando consumindo 100% biodiesel (B100), apresentou redução de 1,8% na potência e acréscimo de 8,9% no consumo a 2.500 rpm, quando comparado ao desempenho do mesmo funcionando a diesel 100%, porém nenhum problema foi observado no veículo no decorrer das duas etapas do teste.

O éster etílico de óleo de soja hidrogenado foi comparado ao diesel D2 em quatro motores de ciclo diesel. Notou-se a redução da potência e do torque em 5% e acréscimo do consumo específico de 7% (PETERSON, 2003).

CLARK et al. (2004) efetuaram comparações dos combustíveis éster etílico, éster metílico proveniente de óleo de soja, com o diesel D2 como referência e constataram que as curvas de potência, torque e consumo específico se mostraram bastante similares à do diesel convencional; com relação à temperatura dos gases de escape ocorreu um valor maior para o éster metílico do que para o diesel e para o éster etílico a diferença em relação ao diesel foi insignificante.

Segundo SILVA (2002), o Instituto de Tecnologia do Paraná, TECPAR, efetuou ensaios comparativos entre o B-20 (80% diesel +20% de éster de óleo de soja) e o diesel metropolitano (Diesel-C), utilizando duas frotas de transporte coletivo urbano, uma para cada tipo de combustível. Os resultados mostraram um incremento de 3% no consumo de combustível e redução das emissões de gases residuais nocivos.

Para GRABOSKI & McCORMICK (1997), o número de cetanos de um biodiesel depende do óleo que lhe deu origem, mas em geral situa-se próximo ao valor final da faixa típica do óleo diesel de petróleo. O efeito das misturas de biodiesel esterificado com óleo diesel convencional sobre o número de cetanos é aproximadamente linear, crescente com o percentual de éster na mistura.

Relata DELGADO (1994) que os experimentos realizados pela SCANIA com óleo vegetal (éster metílico de óleo de soja) mostraram os problemas que ocorrem a partir de 150 horas de operação: “óleos lubrificantes dissociados ou modificados, surgimento de flocos e borras no sistema de combustível, elevado custo, forte odor exalado, combustão incompleta a cargas parciais e dificuldade de partida a frio”. Foram realizados mais de 340.000 km de testes sem nenhum problema técnico ou operacional porém com um custo operacional em torno de seis vezes superior.

NIEHAUS, GOERING & SAVAGE (1986) utilizaram a decomposição térmica do óleo de soja como forma de criação de um combustível menos viscoso e com propriedades mais próximas as do óleo diesel.

A decomposição térmica (cracking térmico) de um óleo vegetal implica em ter a sua estrutura molecular e peso molecular alterados. O óleo produzido apresentou um número de cetano melhorado (43 contra 38 anterior) e uma viscosidade muito mais baixa. Quando utilizado num motor diesel de injeção direta, esse combustível

causou alteração na relação combustível/ar e maior consumo específico, com uma ligeira redução na máxima potência produzida.

Reforçando a utilização do biodiesel, segundo MEIRELLES (2003), uma de suas grandes vantagens é a adaptabilidade aos motores do ciclo diesel, onde a combustão deste pode dispensar modificações, configurando-se em uma alternativa técnica capaz de atender a frota movida atualmente a diesel, enquanto o uso de combustíveis alternativos como o gás natural ou biogás requerem adaptação dos motores para a sua utilização.

4. CONCLUSÃO

Têm sido freqüentes os acidentes envolvendo derramamentos de óleo por navios petroleiros, alguns dos quais, como vimos neste estudo, provocadores de conseqüências graves no meio ambiente. As atividades da indústria petrolífera representam grande risco para o meio ambiente e para as populações que vivem no entorno de suas instalações. Regra geral, a população local não está ciente dos riscos, além de não estar preparada para enfrentá-los. É de responsabilidade das companhias petrolíferas adotarem as medidas necessárias para prevenir, mitigar e remediar acidentes que possam vir a danificar o espaço que todos necessitam, direta ou indiretamente, para viver. E o beneficiamento do óleo de embarcações é uma importante medida.

Assim, o uso de um importante derivado do Petróleo nas embarcações, que é o óleo lubrificante, através de análises laboratoriais, virou um grande aliado na ocorrência de derramamento no mar. Pois na sua alteração da composição vira o lubrificante biodegradável. Dados mostram que de 10 a 50 % dos lubrificantes no mercado mundial são reciclados, milhões de toneladas são liberados no meio ambiente. Reduzir isso é a substituição por lubrificantes sintéticos biodegradáveis. Ser biodegradável é ser capaz de metabolizar no período máximo de 1(um) ano, completado é o retorno à natureza.

Com incentivos dos governos comparado a aqueles que foram dados ao etanol, as vendas de biodiesel podem alcançar níveis elevados por ano ou substituir um bom percentual do consumo de diesel nos motores.

Neste nível de penetração de mercado, o biodiesel poderia provavelmente ser usados em navios, construção e máquinas agrícolas, aquecimento residencial, e geração de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Disponível em: <http://www.abnt.org.br>. Acesso em: 09/05/2011.

CLARK, S. J. et al. **Methyl and ethyl soybean esters as renewable fuels for diesel engines**. Journal of the American Oil Chemists Society Kansas State University, Manhattan – U.S.A., v.61, n. 10, p. 1632-1637, Oct. 1984.

DELGADO, L.M. **Los biocarburantes: limitaciones y perspectives**. Apostila Tecnica, 32p. 1994

ETKIN, D. - **Historical Overview of Oil Spills from All Sources (1960–1998)**. International Oil Spill Conference (IOSC) 1999. Arlington, EUA, 1999.

FERNANDO, S.; HANNA, M. **Comparison of viscosity characteristics of soybean oils with a mineral oil two-stroke engine lubricant**. Transactions ASAE. 44: 1403, 2001.

GRABOSKI. M.S. & McCORMICK, R.L. **Combustion of fat and vegetable oil derived fuels in diesel engines**. Prog. Energy Combust. Sci. v.24, p 125 – 164, 1997.

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. **Energia e meio ambiente**. Tradução da 3.^a ed. Norte-americana. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

ITOPF - **Cerca de derrames marinhos** - efeitos das marés negras.mht Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/acidentes/vazamento/preparacao/planos_c.asp Acesso em 05 mai 2011

MEIRELLES, F. DE S. **Biodiesel**. Brasília, 2003. Disponível em <http://www.faespcenar.com.br/faesp/economico/EstArtigos/biodiesel.pdf>. Acesso em 10 de marco de 2004.

NIEHAUS, R.A.; GOERING, C.E.; SAVAGE, L.D. et al. **Cracked soybean oil as a fuel for a diesel engine**. Transactions of the ASAE, v.29, n.02, p. 683-689, 1986.

OSAKI, M.; BATALHA, M. O. **Produção de biodiesel e óleo vegetal no Brasil: realidade e desafio**. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,

Administração e Sociologia Rural – SOBER, v. 46, 2008, Rio Branco. Anais... Rio Branco: SOBER, 2008

PAMPLONA, Nicola. **Petrobrás pesquisa combustível para navio**. 17/03/2010. Disponível em http://www.estadao.com.br/0100317/not_imp525288,0.php

PARENTE, E. J. S. **Biodiesel: Uma aventura tecnológica em um país engraçado**. Universidade Federal do Ceara, Ceara, 2003. 65p

PETERSON, C.L.; AULD, D.L.; THOMPSON, J.C. **Experiments with vegetable oil expression**. Transactions of the ASAE. v.26, n.05, p.1298-1302, 2003.

RABELO, I.D. **Estudo de Desempenho de Combustíveis Convencionais Associados ao Biodiesel Obtido pela Transesterificação de Óleo Usado em Fritura**. Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Tecnologia. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba, 2003

SILVA, O.C. **Óleos Vegetais**. Sao Paulo, out. 2002. Disponível em: <http://www.hidroweb.ane.gov.br>. Acesso em 05 de mai. 2011

ZOUAIN, Deborah M. **Gestão de Instituições de Pesquisa**. Rio de Janeiro: FGV, 2001.