

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA

SUPERINTENDÊNCIA DE ENSINO DE MÁQUINAS

CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS

POLUIÇÃO DO AR GERADA POR MOTORES DE NAVIOS

Luiz Felipe de Oliveira Bastos

Rio de Janeiro/RJ – 2011

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA

SUPERINTENDÊNCIA DE ENSINO DE MÁQUINAS

CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS

POLUIÇÃO DO AR GERADA POR MOTORES DE NAVIOS

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como requisito parcial à obtenção do título de Primeiro Oficial de Maquinas.

Por: Luiz Felipe de Oliveira Bastos

Rio de Janeiro/RJ – 2011

CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS

AVALIAÇÃO

PROFESSOR ORIENTADOR (trabalho escrito): _____
Prof. Luiz Otavio Ribeiro Carneiro

NOTA - _____

BANCA EXAMINADORA (apresentação oral):

Prof. (nome e titulação)

Prof. (nome e titulação)

Prof. (nome e titulação)

NOTA: _____

DATA: _____

NOTA FINAL: _____

Dedico este trabalho de monografia a minha esposa, meus pais, mestres e colegas de curso, e a todos que me sempre me incentivaram durante o período em que estive no curso APMA

A todos Muito obrigado

Agradeço a Deus, a minha esposa e a todos que contribuíram na formação desta monografia. Meus professores, instrutores e todos aqueles que me ajudaram a atingir mais um objetivo na minha vida.

RESUMO

Na atualidade o transporte marítimo é um dos modais mais usados e constitui parte importante na economia das nações desenvolvidas e em vias do desenvolvimento. O crescimento mundial exige um aumento do transporte marítimo, a frota mundial de navios aumenta a cada ano. Com isto aumenta a demanda do combustível, o crescimento dos portos e a quantidade de poluentes gerados.

O transporte marítimo depende essencialmente da energia dos derivados do petróleo e, em consequência, produz emissões de CO₂, SO_x, NO_x e material particulado entre outros.

Hoje o transporte aquaviário responde por aproximadamente 4,5% das emissões de carbono, 4% das emissões de óxidos de enxofre e 7% das emissões de óxido de nitrogênio.

Se a expansão desse modal de transporte se mantiver nos próximos anos, como se tem previsto, a sua participação na emissão destes tipos de poluentes deve aumentar e, certamente, haverá pressões da sociedade para introdução de medidas que contenham esse aumento.

ABSTRACT

Nowadays the marine transport is one of the most used modal and it is a important part of the developed nations economy and in the development way. The world growth claims a marine transport increase, the world ship fleet increase every year. This increase the fuel demand, the ports growth and the quantity of pollutants generated.

The marine transport depends essentially of energy from petroleum derivate and, the consequence, produces emissions of CO₂, SO_x, NO_x, particulate material and others.

Today the marine transport answer for approximately 4,5% of the carbon emissions, 4% of sulfur oxide emissions and 7% of nitrogen oxide emissions.

If the expansion of this transport modal be maintained along the next years, as expected, the emission participation of these pollutants types should grow and, certainly, society pressures will exist to introduce measures to contain this growth.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. TRANSPORTE MARÍTIMO.....	10
3. ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL (IMO).....	11
4. CONVENÇÃO MARPOL 73/78.....	12
4.1. CONVENÇÃO EM 1973.....	12
4.2. CONVENÇÃO EM 1978.....	13
5. POLUIÇÃO DO AR.....	14
6. PRINCIPAIS POLUENTES.....	15
6.1 MATERIAL PARTICULADO.....	15
6.2 MONÓXIDO DE CARBONO.....	16
6.3 DIÓXIDO DE ENXOFRE.....	16
6.4 COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS (COVs).....	16
6.5 ÓXIDO DE NITROGÊNIO.....	17
6.6 DIÓXIDO DE CARBONO.....	17
6.7 OZÔNIO.....	17
7. COMBUSTÍVEIS NÃO RENOVÁVEIS.....	18
8. AQUECIMENTO GLOBAL.....	18
9. EFEITO ESTUFA E PROTOCOLO DE KYOTO.....	20
10. EMISSÕES DE GASES PRODUZIDAS PELO TRANSPORTE MARÍTIMO.....	21
11. PROPOSTA PARA A REDUÇÃO DE EMISSÕES.....	23
12. COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS.....	25
13. BIODIESEL.....	26
14. NORMATIVIDADE VIGENTE.....	28
15. NAVIO ECOLÓGICO.....	29
16. CONCLUSÃO.....	30
17. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	32

1. INTRODUÇÃO

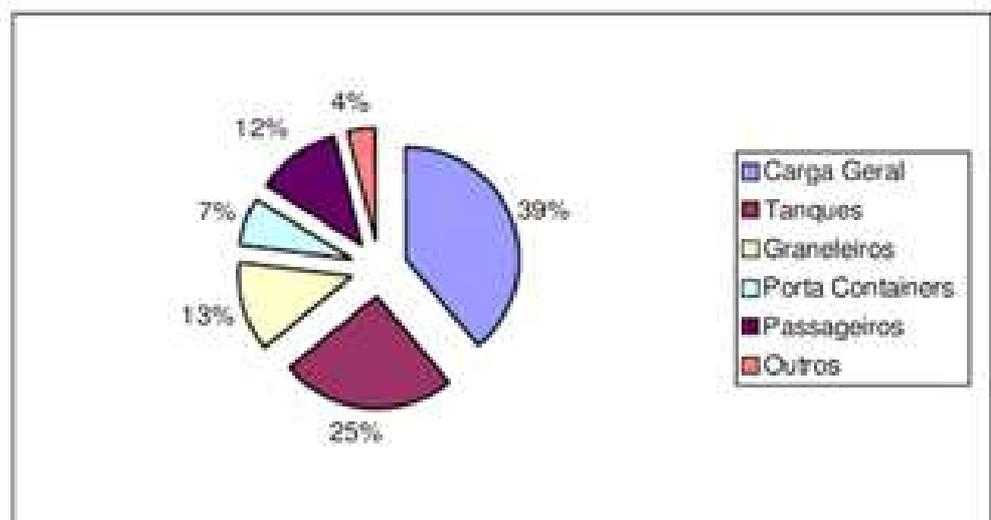
O tema foi escolhido com o objetivo de mostrar novas tecnologias e utilização de outros tipos de combustíveis com o intuito de diminuir as emissões de poluentes no ar atmosférico, visando a preservação ambiental, seguindo normas, regulamentações e convenções atuais e outras que serão alteradas ou geradas no futuro. Atualmente a convenção que rege as regras para as emissões provenientes de motores a diesel marítimos e outros equipamentos é a MARPOL. No dia 19 de maio de 2005 entrou em vigor o Anexo VI da Marpol, visando a Prevenção da Poluição do Ar Causada por Navios. Em Outubro 2009, 56 países já haviam adotado as regras deste Anexo, totalizando 46% da tonelagem mundial. Este anexo de extrema importância pois o transporte marítimo apresenta uma grande dependência essencialmente da energia dos derivados do petróleo, e se a expansão deste tipo de transporte se mantiver nos próximos anos, com o aumento de movimentações de cargas, aumento da exploração de petróleo (Offshore), a sua participação na emissão destes tipos de poluentes deve aumentar.

A metodologia básica está focalizada nas bibliografias e documentos. Teve início em agosto de 2010 quando foram iniciadas as pesquisas para a escolha do tema com cunho e orientação pedagógica e será concluído ao final da segunda fase do curso, que se iniciará em fevereiro de 2011 e conclusão com entrega da monografia.

2. TRANSPORTE MARÍTIMO

O transporte marítimo é o transporte aquático que utiliza como vias de passagem os mares abertos, para o transporte de mercadorias e de passageiros (Chorão, 2003, p. 647). O transporte fluvial usa os lagos e rios. Como o transporte marítimo representa a grande maioria do transporte aquático, muitas vezes é usada esta denominação como sinônimo.

Segundo a UNCTAD (2005) mais de 90% do comércio global é por viamarítima. Em termos monetários é quase impossível quantificar os valores gerados no comércio marítimo, estima-se que a frota mercante atual participe, na economiaglobal, com cerca de US\$ 380 bilhões em frete, o que equivale a aproximadamente5% de todo comércio mundial.



Fonte: Modificado de Lloyd's Register Fairplay (2005).

Gráfico 1: Frota Mundial: tipos de navios em percentual

No seu último senso de 2005, a UNCTAD atestou que a frota mercantemundial expandiu 4,5% em 2004, estando composta de 46.222 navios, totalizando597.709.000 toneladas brutas, sendo essa frota composta dos seguintes tipos denavios: Carga Geral: 18.150; Tanques (Petroleiros, químicos e gaseiros): 11,356;Graneleiros: 6.139; Passageiros: 5.679; Porta Contêiner: 3.165; Outros tipos: 1.733.

As estimativas do comércio marítimo são calculadas em tonelada-milha, que é o produto da tonelagem transportada pela distância navegada. Para se ter uma idéia, em 2004, foram

embarcadas cerca de 6.76 bilhões de toneladas numadistância de quase 4 milhões de milhas, o que resultou num total gigantesco de27,635 bilhões de toneladas-milha. Veja quadro abaixo:

Quadro 1: Comércio Internacional Marítimo em ton-milha, por ano (em bilhões de tonelada-milha)

Ano	ÓLEO			Minério de Ferro	Carvão	Grãos	5 principais tipos de carga seca	Outros tipos de carga seca	Total Mundial
	Cru	Derivados	Cru Derivadas*						
1970	5597	890	6487	1093	481	475	2049	2118	10654
1975	8882	845	9727	1471	621	734	2826	2810	15363
1980	8385	1020	9405	1613	952	1087	3652	3720	16777
1985	4007	1150	5157	1675	1479	1004	4480	3428	13065
1990	6261	1560	7821	1978	1849	1073	5259	4041	17121
2000	8180	2085	10265	2545	2509	1244	6638	6790	23693
2001	8074	2105	10179	2575	2552	1322	6782	6930	23891
2002	7848	2050	9898	2731	2549	1241	6879	7395	24172
2003	8390	2190	10580	3025	2810	1273	7454	7810	25844
2004	8910	2325	11235	3415	2965	1325	8065	8335	27635

Fonte: Modificado de Fearnleys Review (2004)

* Inclui: trigo, milho, cevada, aveia, centeio, sorgo e soja.

Os valores acima apresentados fornecem uma clara visão do volume denavios e suas cargas que cruzam os oceanos. Esse dimensionamento se tornaimportante para definir o exato tamanho das possibilidades de risco em que se encontra o transporte marítimo internacional e a partir daí, equacionar e estabelecermetas de controle dos aspectos e impactos da atividade. Estes valores sãoacompanhados já há algumas décadas pela Organização Marítima Internacional,órgão das Nações Unidas formada por países de todos os continentes e queregulamenta, desde 1959, o transporte e as atividades marítimas no que diz respeitoà segurança, através da Convenção Internacional para Salva-guarda da VidaHumana no Mar (SOLAS) e da Convenção Internacional para a Prevenção daPoluição no Mar causada por Navios (MARPOL). As deliberações relativas àsegurança são de responsabilidade do Comitê de Segurança Marítima (MSC), sendo responsável pela poluição, o Comitê de Proteção ao Meio Ambiente Marinho(MEPC).

3. ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL (IMO)

A Organização Marítima Internacional (IMO), sigla em inglês para International Maritime Organization, agência especializada da Organização das Nações Unidas (ONU) regulamenta, desde 1948, o transporte e as atividades marítimas com relação à segurança, à preservação de meio ambiente e a outros aspectos legais. Uma das principais convenções da IMO é a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL), que tem como principais comitês o Comitê de Segurança Marítima (MSC) e o Comitê de Proteção ao Meio Ambiente Marinho (MEPC). Como já referido anteriormente, os propósitos da MARPOL estão fundamentados na proteção e prevenção da poluição do mar causada por embarcações.

4. CONVENÇÃO MARPOL 73/78

4.1. CONVENÇÃO EM 1973

Em 1973 uma Conferência Internacional adotou a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios. Esta conferência considerou que a poluição operacional ainda era uma ameaça maior. Como resultado, ela incorporou grande parte da OILPOL 1954 e suas emendas no anexo I, abrangendo a poluição por óleo.

Porém, a Convenção também intencionava voltar-se para outras formas de poluições produzidas por navios e, portanto outros anexos cobriram produtos químicos transportados a granel, substâncias nocivas transportadas em embalagens, esgoto e lixo. A Convenção de 1973 também incluiu dois protocolos que tratam de relatórios sobre incidentes envolvendo substâncias nocivas e arbitragem.

A Convenção de 1973 exigia a ratificação de pelo menos 15 países, reunindo uma frota mercante não inferior a 50% da tonelagem bruta mundial, para que pudesse ser promulgada. Em 1976, havia apenas três signatários: Jordão, Quênia e Tunísia – representando menos que um por cento da frota mercante mundial. Isto ocorreu a despeito do fato que os Países poderiam participar da Convenção somente ratificando os Anexos I (que trata da poluição por óleo) e o Anexo II (produtos químicos), sendo os anexos III, IV e V, que tratam do transporte de substâncias nocivas embaladas, esgoto e lixo, opcionais. Isto fez parecer que a Convenção de 1973 talvez nunca fosse ser implementada independente da sua importância.

A Convenção foi também modificada pelo Protocolo de 1977, pelo qual um sexto anexo foi adotado, mas esse protocolo ainda não foi aceito pelo número suficiente de países para que pudesse entrar em vigor (MARPOL, 2002).

4.2 CONVENÇÃO EM 1978

Em Fevereiro de 1978, em resposta ao número de acidentes no período de 1976 e 1977, a IMO fez realizar uma Conferência sobre Segurança de Navios Tanque e Prevenção da Poluição. A Conferência adotou medidas ligadas ao projeto e à operação destas embarcações, que foram incorporadas tanto no Protocolo de 1978 relativos à Convenção Internacional para Salva-Guarda da Vida Humana no Mar de 1974 (Protocolo SOLAS 1978), quanto no Protocolo de 1978 relativo à Convenção Internacional para a Prevenção de Poluição por Navios de 1973 (Protocolo MARPOL 1978) – adotado em 17 de Fevereiro de 1978.

Como a Convenção de 1973 ainda não havia sido implementada, o Protocolo MARPOL absorveu a Convenção mãe. A combinação da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Marinha causada por Navios de 1973, assim conforme modificada pelo Protocolo de 1978 relating thereto (MARPOL 73/78), foi implementada em 02 de Outubro de 1983 (para os Anexos I e II). O Anexo V, que trata do lixo, obteve as ratificações suficientes para sua implementação em 31 de Dezembro de 1988, enquanto o anexo II, referente às 45 substâncias nocivas embaladas, teve sua implementação em 01 de Julho de 1992.

O anexo IV, que abrange o esgoto, teve a sua vez em 19 de Maio de 2005. Esta Convenção inclui regras que objetivam a prevenção e a minimização da poluição do mar causada por embarcações, seja acidental ou por operações rotineiras. É estruturada atualmente nos seus seis anexos:

- Anexo I: Regras para a prevenção de poluição por óleo;
- Anexo II: Regras para a prevenção de poluição por substâncias nocivas a granel;
- Anexo III: Regras para a prevenção de poluição por substâncias perigosas em embalagens;
- Anexo IV: Regras para a prevenção de poluição por esgoto;
- Anexo V: Regras para a prevenção de poluição por lixo;
- Anexo VI: Regras para a prevenção de poluição atmosférica (entrada em vigor em 19 de Maio de 2005).

5. POLUIÇÃO DO AR

A definição de poluição é a emissão de resíduos sólidos, líquidos e gasosos em quantidade superior à capacidade de absorção do meio ambiente.

Esse desequilíbrio interfere na vida dos animais e vegetais e nos mecanismos de proteção do planeta.

Existem diversos tipos de poluição, tais como: poluição atmosférica, aquática, sonora, luminosa, visual. Destes, a poluição atmosférica ou poluição do ar está constantemente na mídia devido aos problemas do aquecimento global.

A poluição do ar não é um problema recente. A própria natureza tem na sua constituição fenômenos geológicos que são grandes fontes de poluentes. São exemplos, as erupções vulcânicas e os incêndios florestais. A participação humana no processo de poluição do ar se iniciou quando o homem aprendeu a utilizar o fogo e, desde então, só cresceu.

Antigamente, a poluição atmosférica era relacionada à fumaça. Era uma poluição, basicamente de fumaça, vinda de pessoas queimando madeira ou carvão para se aquecerem. O uso do carvão como combustível cresceu desde a idade média até os séculos XV e XVI, na Inglaterra. Atingiu níveis alarmantes, até surgirem os primeiros sinais de baixa qualidade do ar londrina. O número de mortes era alto, crescente e atribuído ao famoso fog de poluição. Em 1952 morreram quatro mil pessoas. Foram necessárias medidas e leis drásticas para resolver o problema.

Aqui no Brasil, crianças nasciam com problemas na formação do cérebro, em Cubatão. A alocação de recursos e a mobilização da sociedade foram imprescindíveis para o controle das emissões. Instalação de filtros e outras medidas de controle de efluentes e emissões reduziram o impacto da poluição no município de Cubatão, SP (Dantas, 2003).

Poluentes atmosféricos são substâncias transportadas pelo ar (sólidos, líquidos ou gases) que ocorrem na atmosfera terrestre em concentrações altas o suficiente para comprometer a saúde de pessoas e animais, danificar plantas e estruturas e contaminar o ambiente.

As principais atividades humanas que produzem poluição do ar estão relacionadas às atividades industriais, à produção de energia, aos transportes, às cidades e residências e às atividades agropecuárias. Na tabela 1, estão relacionadas as principais fontes de poluição do ar e os principais poluentes emitidos.

Tabela 1 - Principais fontes de poluição do ar e seus principais poluentes

ATIVIDADES	POLUENTES
Queima de carvão	Cinzas, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio
Queima de óleo combustível	Monóxido de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio
Refinarias	Hidrocarbonetos, óxidos de enxofre, monóxido de carbono
Indústria do aço	Poeiras, fumaça, fuligem, óxidos de metais, gases orgânicos e inorgânicos
Indústria química	Óxidos de enxofre, ácido sulfúrico
Indústria de fertilizantes	Material particulado, gás fluorídrico
Indústria de celulose	Material particulado, óxidos de enxofre
Indústria de plásticos	Resinas gasosas
Transportes	Dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio, compostos orgânicos voláteis, material particulado
Agropecuárias	Dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio, metano, óxido nitroso, material particulado
Residências	Monóxido de carbono, material particulado

Fonte: Dantas, 2003.

6. PRINCIPAIS POLUENTES

6.1 MATERIAL PARTICULADO

O material particulado é composto por um conjunto de partículas sólidas e líquidas; pequenas o suficiente para permanecerem suspensas no ar. Podem ser chamadas de aerossóis e não são necessariamente venenosos como a poeira, o pólen, a fuligem e a fumaça. Alguns são muito nocivos como o arsênio e as fibras de amianto. Partículas líquidas ou gotículas como o ácido sulfúrico, óleos e vários pesticidas também são aqui incluídos.

O material particulado apresenta a característica de reduzir eficientemente a visibilidade nas áreas urbanas. Assim, quando presente torna-se alarmante, uma vez que o efeito visual é o que primeiro impressiona as pessoas.

As partículas, consideradas pesadas, tem diâmetro maior que 10 µm e tendem a se depositar no chão em 24 horas. Partículas leves, menores que 10 µm podem ficar suspensas

por muitos dias. Estas partículas são as mais prejudiciais à saúde humana, porque são inaláveis. Também são transportadas facilmente por correntes de vento.

6.2 MONÓXIDO DE CARBONO

Um dos maiores poluentes do ar das cidades é um gás sem cor nem odor. Resultado da combustão incompleta do carbono constituinte dos combustíveis, o monóxido de carbono (CO) é emitido por motores a combustão. Os veículos automotivos são responsáveis por 50% das emissões desse poluente nas cidades. Por sua vez, cerca de 55% da causa do aumento do efeito estufa é causado por esse gás.

O monóxido de carbono é extremamente venenoso. Quando inalado, passa a ser transportado pelo sangue no lugar do O₂. Com a falta de oxigênio no cérebro, a pessoa sente dor de cabeça, fadiga, sonolência e, por fim, morre.

Entretanto, o CO é eficientemente removido da atmosfera e fixado no solo por microorganismos do solo.

6.3 DIÓXIDO DE ENXOFRE

O dióxido de enxofre é um gás incolor que aparece a partir da combustão de um combustível fóssil que contenha enxofre, como o carvão e o óleo combustível. O dióxido de enxofre é um forte poluente de odor desagradável e irritante. Quando inalado, causa problemas respiratórios como asma, bronquite e enfisema.

6.4 COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS (COVs)

São compostos formados por hidrogênio e carbono, chamados hidrocarbonetos. O mais abundante na natureza é o metano (CH₄); outros COVs são benzenos, formaldeídos e alguns clorofluorcarbonos. O benzeno e o benzopireno (produtos da queima do carvão, madeira e tabaco) são cancerígenos.

6.5 ÓXIDOS DE NITROGÊNIO

Genericamente conhecidos por NO_x, são o óxido nítrico (NO) e o dióxido de nitrogênio (NO₂). São gases que se formam quando o nitrogênio do ar reage com o oxigênio no processo de queima de combustível em altas temperaturas. Os óxidos de nitrogênio em altas concentrações são prejudiciais às pessoas, podendo causar problemas cardíacos e respiratórios. A longa exposição a esses gases também causa a perda de resistência a infecções, principalmente no aparelho respiratório.

6.6 DIÓXIDO DE CARBONO

Ao contrário do monóxido de carbono, o gás dióxido de carbono não é venenoso, sendo necessário para vários processos fisiológicos nos seres vivos, como por exemplo, para manutenção de um pH ótimo no sangue e a fotossíntese. O grande problema no uso de combustível fóssil para quaisquer finalidades como a produção de energia em termoelétricas, a alimentação de motores de veículos, o aquecimento de ambientes e caldeiras, é que sempre resultará em produção de CO₂ e H₂O.

6.7 OZÔNIO

O ozônio é uma variedade alotrópica do oxigênio que apresenta três átomos. É um oxidante fortíssimo. Para as pessoas, o ozônio é um gás de odor desagradável que irrita as mucosas e agrava doenças crônicas como asma e bronquite. É importante ressaltar que o ozônio na troposfera é um poluente que apresenta uma série de características que o torna prejudicial às pessoas, plantas e animais. Na estratosfera, a cerca de trinta km de altitude, entretanto, o ozônio é um gás que participa de uma série de reações químicas onde ocorre absorção de radiação ultravioleta. Neste caso, a presença do ozônio, as reações químicas das

quais ele participa e os efeitos produzidos são benéficos para a vida aqui na superfície da terra.

7. COMBUSTÍVEIS NÃO RENOVÁVEIS

Com a crise do petróleo, na década de 1970, houve uma conscientização do alto grau de poluição causado pelos combustíveis fósseis (petróleo/carvão mineral) e intensificaram-se os estudos com combustíveis alternativos aos derivados de petróleo (Saturnino et al., 2005). Nabi et al. (2006) ilustram que, enquanto as fontes do petróleo do mundo se estão tornando confinadas, a atenção foi dirigida a encontrar fontes alternativas dos combustíveis para os motores. A natureza não renovável e os recursos limitados de combustíveis do petróleo transformaram-se em uma matéria de grande interesse. Após o embargo do óleo em 1973, tornou-se muito importante estudar as fontes alternativas do combustível para o motor diesel, por causa do interesse sobre a disponibilidade e o preço do petróleo. O reservatório atual dos combustíveis usados nos motores internos da combustão, incluindo o diesel, esgotará dentro de quarenta anos se consumido em uma taxa crescente estimada na ordem de 3% por ano. Todos estes aspectos atraíram a atenção para conservar e esticar as reservas do óleo com a pesquisa alternativa de combustível.

8. AQUECIMENTO GLOBAL

Segundo IPCC (2001), as concentrações de gases atmosféricos do efeito estufa aumentaram no século XX em consequência das atividades humanas, segundo estudos recentes do painel climático da ONU, Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC).

Quase todos os gases do efeito estufa alcançaram seus níveis gravados mais elevados nos anos 1990 e continuam a aumentar (veja figura 1). O dióxido de carbono atmosférico e o metano variaram substancialmente durante ciclos glacial-interglacial nos 420.000 anos

passados, mas mesmo o maior destes valores primitivos é muito menor do que suas concentrações atmosféricas atuais.

O CO₂ e CH₄ são os primeiro e segundo mais importantes, respectivamente, causados pela atividade humana. Dos anos 1750 a 2000, a concentração do CO₂ aumentada por 31±4%, e aquela de CH₄ levantaram-se por 151±25%. Estas taxas de aumento são improporcionais. A queima do combustível fóssil liberou-se na média 5,4 Gt C/ano (gigatoneladas de carbono) durante os anos 1980, aumentando a 6,3 Gt C/ano na década subsequente.

Aproximadamente três quartos do aumento no CO₂ atmosférico durante os anos 1990 foram causados pela queima de combustíveis fósseis. Com a mudança do uso da terra, o desmatamento é responsável pelo resto.

De acordo com Labeckas & Slavinskis (2006), a poluição ambiental do ar aumentou drasticamente durante as últimas décadas por causa do número crescente de trens pesados, tratores poderosos, modernas máquinas agrícolas e carros pessoais. A comissão de política europeia de papel prediz que, pelo ano 2010, as emissões do CO₂ do transporte se terão levantado a aproximadamente 1.113 milhões toneladas anualmente com a responsabilidade principal sobre o transporte rodoviário, que explica 84% das emissões de CO₂ relacionadas ao transporte.

Assim, no último século, as atividades humanas tiveram um papel cada vez mais importante na mudança ambiental global. Os impactos humanos no ambiente aumentaram enormemente enquanto a população do mundo cresceu e a escala de atividades humanas tais como a indústria, a agricultura, e a extração de recursos naturais aumentaram. As emissões industriais na atmosfera podem influenciar o clima. As mudanças no uso de terra, como derrubar florestas para a produção agrícola, podem quebrar ecossistemas naturais e afetar a química da atmosfera. As atividades humanas afetam o ambiente e a vida e a sociedade humana é afetada em muitas maneiras importantes por mudanças no sistema ambiental global. Secas causam falhas nas colheitas, faltas do alimento, má nutrição e inanição. A seca persistente pode tornar a terra agrícola fértil em deserto.

Os deslocamentos na circulação e na temperatura do oceano afetam a produtividade da pesca. O derretimento do gelo polar pode levantar níveis do oceano bastante para ameaçar cidades litorais. A variação do clima pode trazer tempestades mais severas e aumento em perda de vidas, bens materiais a algumas regiões e um tempo mais benigno a outras. A mudança ambiental global é um dos desafios maiores na face da humanidade de hoje. Aqueles que fazem política e decisões para nossa sociedade necessitam ferramentas melhores para ajudar-lhes a enfrentar este desafio. Ferramentas que devem ser forjadas com a compreensão

melhorada do comportamento do sistema global que define o ambiente de nosso planeta e as opções que estão disponíveis para responder às mudanças neste sistema complexo (Interamerican Institute for Global Change Research, 2007).

Recentemente, discussões são permanentes na mídia. Desde o protocolo de Quebec, Canadá (1988) e a conferência internacional Rio 92, no Rio de Janeiro, as propostas de controle ambiental das emissões globais tem sido frequentemente ratificadas (Dantas, 2003).

9. EFEITO ESTUFA E PROTOCOLO DE KYOTO

Conforme descrito por Aracruz Celulose S.A. (2007), presente em discussões teóricas há cerca de duzentos anos e conhecido por esse nome há mais de um século, o efeito estufa é um fenômeno natural da atmosfera terrestre pelo qual o calor das irradiações solares é parcialmente retido. Não fosse assim, o calor do sol se dissiparia no espaço e tornaria a Terra inabitável para a maioria das espécies. No entanto, nos últimos anos observou-se uma perigosa intensificação desse fenômeno, devido ao aumento da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera causada pelas atividades humanas. Cientistas apontam que a temperatura média global aumentou entre 0,3°C e 0,6°C desde o final do século XIX e de 0,2°C a 0,3°C nos últimos quarenta anos. Projeções do IPCC estimam uma variação de cerca de 2°C até 2100, que poderá alterar o equilíbrio do sistema climático e trazer sérias conseqüências para a biodiversidade e o equilíbrio dos ecossistemas do planeta.

O debate internacional sobre mudanças climáticas acarretadas pela influência humana tem se intensificado desde 1988, com a criação do IPCC. Dois anos depois, o IPCC divulgou seu primeiro relatório, confirmando a ameaça das mudanças climáticas e recomendando um tratado global para discussão do problema. Em 1992, no Rio de Janeiro, durante a Conferência Eco 92, foi realizada a chamada Cúpula da Terra, quando 175 países assinaram a Convenção sobre Mudanças Climáticas, com o objetivo comum de reduzir a níveis seguros as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera.

O Protocolo de Kioto, adotado em 1997 como um componente da Convenção Marco sobre Mudanças Climáticas, continha, pela primeira vez, um acordo vinculante que obrigava os países industrializados a reduzir suas emissões de GEE em 5,2% entre 2008 e 2012, em relação aos níveis verificados em 1990. As negociações em torno do Protocolo se estenderam até 2004, quando a Rússia ratificou o documento. Para entrar em vigor - passando a ser um Tratado - era necessária a aprovação de um número de países que representasse pelo menos

55% das emissões mundiais de carbono. O Tratado de Kioto entrou em vigor no dia 16 de fevereiro de 2005.

Com o Protocolo de Kioto, cria-se um mercado mundial de crédito de carbono. Os países que não conseguirem reduzir suas emissões de GEE poderão comprar créditos dos países que contribuem para retirar esses gases da atmosfera em quantidade maior do que emitem. O Protocolo de Kioto abrange seis gases de efeito estufa produzidos por atividades humanas: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆).

Controle (2007) relatou que o IPCC emitiu seu primeiro relatório em fevereiro de 2007, dizendo que pelo menos 90% da culpa pelo aquecimento podem ser atribuídos aos humanos. O segundo, em abril, advertiu para o perigo de mais secas, fome, ondas de calor e elevação dos níveis do mar.

Ambientalistas alertam que acabou o tempo de contestação dos governos. O relatório calcula que a estabilização das emissões nocivas custará entre 0,2% a 3% do produto interno bruto mundial até 2030, dependendo da rigidez dos cortes. Afirma que as temperaturas subirão entre 2 e 2,4 graus centígrados acima dos níveis pré-industriais, mesmo com as medidas dos cortes. A União Europeia deixa claro que a elevação de dois graus pode significar mudanças perigosas para o sistema climático.

Teixeira Júnior (2006) alerta que o clima do planeta Terra nunca registrou alterações tão dramáticas quanto agora. O aumento de dois graus centígrados pode afetar um sexto da população do planeta. A emissão dos gases do efeito estufa continua crescendo, apesar do Protocolo de Kioto e dos limites impostos aos países ricos. China e Índia continuam queimando carvão para empurrar sua economia adiante. O Brasil vive a situação ambígua de ser o país das hidrelétricas e do etanol, mas também de ser visto como vilão do desmatamento na Amazônia. Para estabilizar os níveis de CO₂ na atmosfera a níveis seguros amanhã, o trabalho precisa começar hoje. Cada vez mais, consumidores, políticos e investidores acreditam que essa é uma tarefa que também cabe às empresas.

10. EMISSÕES DE GASES PRODUZIDAS PELO TRANSPORTE MARÍTIMO

As emissões são geradas principalmente em função da potência da instalação propulsora dos navios. Como todo sistema de combustão, os motores marítimos queimam um

combustível derivado do petróleo para liberar energia. Isso envolve oxidação dos hidrocarbonetos, gerando emissões de gases, [Eyring et al., 2005b]. Os componentes principais são dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrogênio (NOX), dióxido de enxofre (SO₂), e material particulado. Eles se misturam com a atmosfera podendo alterar a sua composição química, contribuindo de maneira significativa para a diminuição da qualidade do ar, repercutindo na saúde pública e o clima.

As emissões dos motores têm diversas consequências negativas para a saúde humana, entre os problemas mais comuns estão as dificuldades respiratórias, irritação pulmonar, bronquite crônica, edema pulmonar, dor da cabeça, alteração da percepção e pensamento, tontura, asma, ataque cardíaco, câncer pulmonar [WHO;2006], podendo produzir até a morte.

Cerca de 70% a 80% destas emissões se produzem dentro de uma distância de 400 km do litoral, ocasionando a morte de mais de 60.000 pessoas ao ano [OMI 2000; Corbett et al., 2007]. Isso ocorre porque a maioria dos navios faz rotas de cabotagem próximas ao litoral. Segundo este estudo, a cifra pode-se elevar em 40% para 2012 chegando assim a 84000 mortes prematuras ao ano.

As emissões dos navios também têm consequências negativas sobre o clima da terra já que contribuem de alguma maneira, ao aquecimento global; este tema é um dos principais desafios que enfrenta a humanidade neste momento. O principal gás que contribui para o aquecimento global é o CO₂.

Para controlar os gases de efeito estufa foi firmado, em 1997, o Protocolo de Kyoto, que é o mais importante acordo ambiental para combater o aquecimento global. Ele compreende seis Gases de Efeito Estufa (GEE): dióxido de carbono (CO₂), hidrofluorcarbonatos (HFC), perfluorcarbonatos (PFC), hexafluoreto de enxofre (SF₆), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). Basicamente o Protocolo é um acordo internacional cujo objetivo é reduzir as emissões dos seis gases entre os anos 2008 e 2012 em mais de 5% a nível mundial e em comparação ao ano 1990.

Dentre esses gases o CO₂ é o componente que é gerado em maior quantidade [IPCC; 2007]. O CO₂ passou de 280 ppm para 379 ppm em 2005 [UNCTAD;2008]. Os navios são uma fonte importante de geração de dióxido de carbono (CO₂), em 2007 só o transporte marítimo produziu 1,12 milhões de toneladas métricas de CO₂ [OMI; 2008]. Há uma série de estudos que contabilizam a quantidade de emissão de CO₂ gerada pelo transporte marítimo. Os dados de alguns destes estudos estão apresentados na Tabela 2 e há uma diferença marcante entre estes resultados, oscilando para os diferentes anos entre 419,3 e 1120 milhões

de toneladas de CO₂; estima-se que representem de 1,6 a 4,1% das emissões mundiais de CO₂ resultante da queima de combustível (UNCTAD 2008).

	Ano Base de Dados	CO ₂ Milhões de Ton.	Combustível Milhões de Ton.	Prcentagens de Queima Combustível Mundial
Estudo de GEE da OMI (2000)	1996	419,3	138	1,6
Corbett et al., 2003	2001	912	289	3,1
Endressen et al.,2007	2002	634	200	2,3
Eide et al.,2007	2004	704	220	2,6
AIE (2005)	2005	543	214	2
Eide et al.,2007	2006	800	350	2,9
Grupo de expertos da OMI (2007)	2007	1120	369	4,1
Estudo Atualizado da OMI (2008)	2007	843	277	3,1

Estimativas do Consumo de Combustível e Emissões de CO₂ para o Transporte Marítimo

As emissões vêm ligadas à qualidade do combustível, no transporte marítimo os dois principais combustíveis são os destilados e os residuais, sendo os destilados divididos em dois tipos: Marine Gas Oil (MGO) e Marine Diesel Oil (MDO), segundo a OMI no ano 2007 o consumo de combustíveis marinhos foi de 369 milhões de toneladas e poderia aumentar a 486 milhões de toneladas.

11. PROPOSTA PARA A REDUÇÃO DE EMISSÕES

Na indústria do transporte marítimo existem duas opções claras para a redução das emissões, as melhoras tecnológicas e as medidas operacionais.

No marco das medidas tecnológicas podemos apreciar que existem três linhas de investigação bem distintas dentro do escopo de redução de impactos ambientais produzidos pela atividade de transporte aquaviário.

Uma primeira linha consiste em otimizar as formas dos navios de modo a reduzir a resistência à propulsão e, em consequência, a potência de máquina requerida e o consumo de combustível. Segundo a OMI, pode se esperar uma redução das emissões, mediante a otimização do projeto hidrodinâmico de casco e hélice, gerando entre os dois uma redução de CO₂ do 5 ao 30%.

A segunda linha está relacionada ao aperfeiçoamento das atuais configurações de instalação propulsora, envolvendo: aumento do rendimento de hélices e da eficiência térmica

de motores; adequação do processo de combustão nos motores, com efeitos diretos sobre o consumo de combustível bem como da emissão de poluentes, além de redução das emissões disponíveis no mercado como:

- HAM ou motor de ar úmido; consiste na injeção de ar com 100% de umidade reduzindo a concentração de oxigênio no cilindro, realizando a combustão sem variações significativa de temperatura; esta técnica é capaz de reduzir de 70 ao 80% de NOX, [EEB, T&E, SAR, 2004].
- A emulsificação da água é um mecanismo de redução de NOX como consequência da introdução de água à combustão, reduzindo a temperatura no processo. Segundo as pesquisas realizadas pela MAN (Exhaust Gas Emission Control Today and Tomorrow Application on MAN B&W Two-stroke Marine Diesel Engines) obteve-se uma redução de 10% para cada 10% de água pulverizada acrescentada.
- A Redução Catalítica Seletiva (SCR) é uma tecnologia usada há muitos anos [Eyring et al. 2005b]; consistem em um sistema para o tratamento posterior dos gases de escape, reduzindo as emissões de NOX em 90%, [EEB, T&E, SAR, 2004], além de reduzir as emissões de HC (hidrocarbonetos) e CO (monóxido de carbono) em 80 a 90% [Eyring et al. 2005b]; normalmente exige o uso de um combustível de baixo conteúdo de enxofre.
- A recuperação de calor residual se mostra como uma das formas mais eficientes já que logra reduzir os gases de escape como o CO₂ e NOX, contribuindo com o meio ambiente. Conseguem-se, assim, uma redução do consumo de combustível do navio, o que proporciona uma maior competitividade no mercado; esta tecnologia está instalada nos motores Wärtsilä, WASTE HEAT RECOVERY (WHR) e da MAN B&W, THERMO EFFICIENCY SYSTEMS (TES), permitindo aumentar em 12% a energia que poderia ser utilizada em serviços a bordo.

A terceira linha implica em uma mudança mais radical: substituição das fontes convencionais de energia para a propulsão por fontes não poluentes, exigindo o desenvolvimento de novas tecnologias, bem como de alterações significativas nas formas dos navios. Entre elas já está disponível no mercado a energia eólica que poderia trazer uma diminuição do consumo de combustível; a companhia SkySails conseguiu combinar a tecnologia com um parapente, criando um sistema de propulsão aerodinâmico, que é fixo a

uma estrutura sólida e pode ser facilmente recuperado. As vantagens mais importantes são a redução dos gastos de combustíveis até em 50% e o aumento da velocidade em 10%.

A conexão de eletricidade ao porto, enquanto o navio está atracado no terminal, reduziria em quase o 100% as emissões, beneficiando a qualidade do ar na região.

As medidas operacionais estão relacionadas com a eficiência do navio e, como as emissões de gases estão ligadas à quantidade de combustível consumida, é importante a adoção de medidas para economizá-lo; as medidas mais importantes consistem em: correta escolha da velocidade da frota (segundo a OMI a diminuição do 10% da velocidade da frota mundial reduzira em 23,3% as emissões de CO₂), a correta seleção da rota, com base em previsões climatológicas corretas, maximização da capacidade do navio, navegação com lastro mínimo e manipulação ótima da carga. [OMI; 2000].

Em julho do 2008 o barril de petróleo chegou a custar mais de 145 dólares americanos, [bunkerworld 2009] trazendo como consequência o aumento dos preços dos combustíveis em geral. Para combater a alta dos preços as companhias marítimas tomaram a decisão de reduzir a velocidade operacional do navio, isso foi bom já que se conseguiu reduzir as emissões, mas na atualidade o preço do barril de petróleo oscila na faixa de 70 dólares americanos.

12. COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS

De acordo com as medidas sugeridas pelo IPCC, a ampla utilização dos biocombustíveis traz alívio para o planeta, como uma atitude ambientalmente mais amigável. Dentro deste aspecto, muitos estudos estão sendo feitos para viabilizar a sua implementação.

Cem anos atrás, óleo vegetal foi testado por Rudolf Diesel como o combustível para seu motor. Com o advento do petróleo barato, frações apropriadas do óleo cru foram refinadas para servir como combustível. Nos anos 1930 e 1940, os óleos vegetais foram usados como combustível diesel, mas somente em situações de emergência. Recentemente, por causa dos aumentos em preços de óleo cru, dos recursos limitados do óleo fóssil e dos interesses ambientais houve um foco renovado nos óleos vegetais e nas gorduras animais para produzir biodiesel. O uso continuado e crescente do petróleo intensifica a poluição de ar local e amplia os problemas do aquecimento global causado por CO₂.

Em um caso particular, a emissão dos gases em ambientes fechados de minas subterrâneas, o combustível de biodiesel tem o potencial reduzir o nível dos poluentes e o nível de elementos carcinogênicos potenciais ou prováveis (Ma & Hanna, 1999).

Segundo Miragaya (2005), consideram-se como biocombustíveis os produtos originados da biomassa usados na produção de energia, os quais podem ser sólidos: lenha e carvão vegetal; gasoso: biogás; e líquidos: álcoois (etanol produzido de cana-de-açúcar e metanol, de madeira), óleos e gorduras de origem vegetal ou animal e o biodiesel. O uso de biocombustíveis apresenta várias justificativas econômicas, sociais e ambientais, conforme as regiões de sua fabricação e emprego. Dentre as vantagens ambientais do uso de biocombustíveis líquidos destaca-se a diminuição das emissões, pelos veículos automotores, de gases e/ou partículas prejudiciais à saúde humana ou ao meio ambiente, como o monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de enxofre e nitrogênio e de gases do chamado efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono.

A Embrapa Agroindústria de Alimentos, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), sediada no estado do Rio de Janeiro, está desenvolvendo estudos para a produção do etanol a partir de enzimas extraídas do bagaço da cana-de-açúcar e de outros resíduos agrícolas e florestais, como madeiras. Para viabilizar a produção dos microorganismos que produzem essas enzimas, a Embrapa está lançando também um grande projeto de florestas plantadas energéticas. Será estudado o aproveitamento dos resíduos de florestas de eucaliptos e pinhos para a produção de biocombustíveis (Agência Brasil, 2007).

Embora a maioria da população urbana associe combustível apenas ao abastecimento de veículos, ônibus e caminhões, essa questão é muito mais ampla e complexa. Implica no abastecimento de tratores e máquinas agrícolas, navegação aérea, marítima e fluvial, funcionamento de motores estacionários, tanto na geração de energia elétrica, como no funcionamento de muitas máquinas de beneficiamento de produtos nas comunidades do interior sem acesso à energia elétrica. Também, na substituição da lenha e carvão mineral ou vegetal no fogão doméstico (Saturnino et al., 2005).

13. BIODIESEL

Biodiesel, um combustível diesel alternativo, é feito das fontes biológicas renováveis tais como os óleos vegetais e as gorduras animais. É biodegradável e não tóxico, tem perfis baixos da emissão e, assim, é ambientalmente benéfico (Ma & Hanna, 1999).

O biodiesel é um combustível constituído de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, obtidos da reação química de transesterificação de qualquer triglicerídeo (óleos vegetais, óleos/gorduras animais, reaproveitamento de óleos usados em

frituras e de rejeitos da extração e purificação de diversos óleos) com um álcool de cadeia curta, metanol ou etanol.

Há registros da utilização do combustível de óleos vegetais ou de seus ésteres, conhecidos como biodiesel, desde a montagem dos primeiros protótipos de motores de ignição por compressão por Rudolf Diesel, no final do século XIX (Miragaya, 2005).

Labeckas & Slavinskas (2006) ressalta que a aplicação do óleo puro de canola, como uma alternativa barata e conveniente nos motores diesel convencionais, foi mal promovida por causa de alguns problemas técnicos relacionados à densidade elevada, viscosidade, filtração deficitária e volatilidade baixa. Na Europa, um dos combustíveis renováveis mais populares é o éster metílico de canola (RME – biodiesel de canola) porque seu uso em motores diesel contribui a uma redução da poluição de ar ambiental. Na Áustria e na Alemanha, o biodiesel puro é usado extensamente, visto que na França, Itália, Espanha, Suécia, República Tcheca e outros países europeus até 25-30% misturas RME-Diesel do combustível convencional são populares.

Para solucionar os inconvenientes do uso direto de óleos vegetais nos motores diesel, estudos iniciados na Bélgica em 1940 visaram a transesterificação. Foi feita produção em escala semi-industrial da mistura de ésteres etílicos com o óleo de dendê, para utilização direta em motores diesel. O processo industrial não apresentou dificuldades técnicas, sendo muito baixo o consumo energético para sua obtenção (Martins, 1981). De diversos métodos disponíveis para produzir o biodiesel, a transesterificação de óleos naturais e as gorduras é atualmente o método escolhido. A finalidade do processo é abaixar a viscosidade do óleo ou da gordura (Ma & Hanna, 1999).

A transesterificação melhora as propriedades técnicas do RME de modo que se encontre com as exigências ser usado nos motores diesel modernos. A vantagem principal relacionada ao uso de biodiesel de canola nos motores diesel é o índice de oxigênio elevado dos ácidos graxos. Assim, causa uma combustão mais completa e origina emissões mais baixas de espécies prejudiciais, tais como material particulado e a fumaça. Como outros combustíveis renováveis, RME são biodegradáveis, não-tóxicos e livres de enxofre e, conseqüentemente, nenhum sulfato é formado e as emissões do material particulado podem ser reduzidas em até 24%. Adição de biodiesel de canola ao combustível diesel também melhora as propriedades lubrificantes das misturas de combustível quando comparadas ao combustível diesel convencional de baixo teor de enxofre (Labeckas & Slavinskas, 2006).

Nabi et al. (2006) testaram o efeito da mistura de biodiesel de neem ao diesel em motores diesel, comparando os resultados com a performance do combustível diesel

convencional. A emissão de fumaça e de monóxido de carbono foi reduzida em 4%, enquanto que a emissão de NOx foi aumentada em 5%. As reduções no CO e nas emissões de fumaça e o aumento na emissão de NOx com misturas diesel-biodiesel de óleo de neem podem ser associados com o índice de oxigênio no combustível. Segundo Labeckas & Slavinskas (2006) e Carraretto et al. (2004), as características da emissão dos motores diesel que operam em RME e das suas misturas com combustível diesel foram relatadas nos vários papéis de pesquisa.

Em muitas investigações, as reduções em monóxido de carbono, hidrocarbonetos (HC) e emissões de fumaça e material particulado, junto com um NOx mais elevado, nas exaustões foram determinadas. Testes conduzidos em motor diesel operado com mistura de 20% biodiesel de soja com combustível diesel provou que o índice de fumaça, os CO e os HC estiveram diminuídos de 8% a 63%, 2% a 29% e 3% a 60%, respectivamente, enquanto que as emissões de NOx aumentaram de 0.5% a 18% (Labeckas & Slavinskas, 2006).

Carraretto et al. (2004) observaram que a média de redução em CO e HC, com uso de biodiesel a 30% em mistura, foi de 13,5% e 3% respectivamente. Grande contribuição foi o teor de oxigênio presente no biodiesel. Os valores de NOx, ao contrário, tiveram um aumento de 9%, sendo de acordo com os muitos resultados na literatura.

14. NORMATIVIDADE VIGENTE

Na atualidade as emissões dos motores principais e auxiliares estão reguladas pelo Anexo VI da MARPOL 73/78 “Regras para a Prevenção da Poluição do Ar Causada por Navios”, as quais entraram em vigência em 19 de maio de 2005, mas foram concebidas em 1997.

Entre as principais regras estão a inclusão de um valor máximo de 4,5% no conteúdo de enxofre nos combustíveis marítimos Além disso, em áreas especiais considera-se que o conteúdo de enxofre não deva exceder 1,5%; entre as áreas especiais estão o Mar Báltico, Mar do Norte etc.

Mas, com o tempo, as porcentagens vão diminuir, passando a 3,5% (1 janeiro 2012) e, finalmente, a 0,5% (1 de janeiro 2020); no caso das áreas especiais as reduções serão mais drásticas com 1% (1 julho 2010) e 0,1% (1 julho 2015).

Para o caso de emissões de NO₂, a norma esta dividida em três etapas: para navios construídos entre 1 de janeiro 2000 e 1 de janeiro 2011 (TIER I), elas não deverão exceder

17,0 g/kW h, para motores com rotação (n) inferior a 130 RPM, $45,0 \times n^{-0,2}$ g/kW, quando n estiver na faixa de 130 a 2000 RPM, e 9,8 g/kW h, quando n estiver acima de 2000 RPM.

Para navios construídos a partir de 1 de janeiro 2011 (TIER II), as emissões de NOX não deverão exceder 14,4 g/kW h, para motores com rotação inferior a 130 RPM, $44,0 \times n^{-0,2}$ g/kW, quando n estiver de 130 a 2000 RPM e 7,7 g/kW h, quando n estiver acima de 2000 RPM. Para navios construídos a partir de 1 de janeiro 2016 (TIER III) as regulamentações serão mais drásticas com um limite de 3,4 g/kW h, para motores com rotação inferior a 130 RPM, $9,0 \times n^{-0,2}$ g/kW, para motores de 130 a 2000 RPM e 2,0 g/kW h, para n acima de 2000 RPM.

15. NAVIO ECOLÓGICO

Ter um “Navio Ecológico” denota que o navio deve operar com tecnologias limpas, ter estratégias de reciclagem, assim como prevenção de resíduos; esta concepção começa no projeto do navio, segue pela construção do navio continua com a operação e finaliza com a deposição do navio.

Na fase de projeto é muito importante que se estabeleça concepção de transporte marítimo sustentável, na fase de construção impõe-se o emprego de materiais de qualidade e ecológicos, e na fase operacional deve-se ter os cuidados com a boa manipulação da carga, um correto plano de gestão de resíduos líquidos, sólidos ou emissões.

Na parte operacional pode-se incluir também a instrução da tripulação, já que dela depende o correto funcionamento do navio e dos planos de gestão de resíduos. Ter o conceito claro das conseqüências geradas pelo navio ajudará a conseguir chegar à meta de um transporte sustentável.

CONCLUSÃO

O navio é um sistema muito complexo, que por um lado é a coluna vertebral do comércio internacional e, por outro lado, gera uma grande quantidade de poluentes em suas operações, seja pela falta de um projeto consistente, com o emprego de tecnologias adequadas, seja pela gestão ineficiente das operações ou pela falta de uma regulamentação apropriada e também por educação e investimento na propagação de informações para a tripulação.

Ainda esta longe o conceito de “Navio Ecológico”, mas é possível melhorar a situação atual; para isso é preciso definir novas estratégias globais para minimizar os impactos ambientais.

As águas cinzas, águas residuais, águas oleosas, e resíduos sólidos, são os contaminantes gerados pelos navios cujos efeitos podem ser reduzidos com a adoção de melhores praticas de gestão de resíduos. Para isso o porto tem um papel muito importante, com o fornecimento de instalações de recepção adequadas somado a programas de sensibilização e educação para a gente de mar.

O conceito de reuso e reciclagem está em auge na atualidade; estes conceitos devem ser tomados com mais seriedade nos navios, o reuso da água cinza ou águas oleosas geraria um ramo econômico importante.

A poluição do ar tem causado sérios problemas ambientais, conforme divulgado largamente pelo IPCC, painel de estudos de mudanças climáticas da ONU. E o principal agente em todo esse processo é a atividade humana.

Biodiesel forma um ciclo fechado do uso do carbono, sendo captado do ar pelas plantas oleaginosas e transformado em um combustível renovável. O óleo vegetal traz muitos benefícios para o campo. Além do óleo como principal produto, seus subprodutos podem ser usados na alimentação animal e humana e como adubo orgânico. Além disso, como culturas perenes, permitem conservar melhor o solo contra erosão.

Biodiesel parece ser uma promissora solução para motores diesel, desde que pequenos ajustes forem feitos; a performance é comparável com a operação com óleo diesel convencional. As investigações elucidaram que o funcionamento de motores usando biodiesel puro e em mistura com óleo diesel apresentou pequena redução na performance no consumo.

Emissões de CO foram reduzidas, mas as de NOx tiveram aumento. Entretanto, testes preliminares com ângulo de injeção podem melhorar tanto o consumo quanto as emissões.

Para solucionar os inconvenientes do uso direto de óleos vegetais nos motores diesel, para produzir o biodiesel, a transesterificação de óleos naturais e as gorduras é atualmente o método escolhido. A finalidade do processo é abaixar a viscosidade do óleo ou da gordura.

Programas como a redução das velocidades, traçado de rotas mais adequadas, uso de combustíveis alternativos, emprego de energia eólica, conexão de eletricidade à terra, recuperação de calor residual vão contribuir para a redução das emissões.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALMEIDA, Paulo César de. **A IMO e a poluição Marítima Ambiental**. 2009. 49p. (mestrado) – APMA, Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.

Biocombustíveis. Biodiesel. Disponível em:

<<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel.asp>>. Acesso em: 04 de abril de 2011.

DANTAS, A. A. A. **Poluição do ar**. Apostila do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu a Distância: Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Florestais. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. 24 p. (Textos acadêmicos).

GESAMP. Grupo de Especialistas em Aspectos de Poluição Marinha, 2005. Disponível em:

<<http://www.oceansatlas.com>>. Acesso em: 25 de Fevereiro de 2011

GESAMP. Estimates of Oil Entering the Marine Environment from Sea-based Activities, 2005. Disponível em: <<http://www.oceansatlas.com>>. Acesso em: 25 de Fevereiro de 2011

GOVERNO FEDERAL (Brasil). **Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)**. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>>. Acesso em: 17 mai. 2007.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **IPCC**, 2001: Climate Change 2001: Synthesis Report. Working groups I, II, and III contribution to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 2001. Disponível em: <http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/vol4>. Acesso em: 12 mai. 2011.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **IPCC**, 2007: Climate change 2007: Mitigation of climate change. Working group III contribution to the Intergovernmental

Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report. Bangkok, Thailand, 4 may. 2007.

Disponível em:

<<http://www.ipcc.ch/SPM040507.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2011.

LOUREIRO, Ricardo Tadeu Menezes. **A poluição provocada por Motores Marítimos**. 2008. 40p. (mestrado) – APMA, Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro, 2008.

MARPOL. **Convenção Internacional para Prevenção da Poluição do Mar Causada por Navio, 1973/1978**. Londres: Edição Consolidada. Publicado pela IMO, 2002

MARTINS, Alcídinei Aparecido. **Poluições Causadas por Navios**. 2006. 96p. (Graduação) - Instituto de Estudos Tecnológicos, Universidade Presidente Antônio Carlos, Juíz de Fora, 2006.

MURDEN JÚNIOR, William R. et. al. **Clean Ship, Clean Port, Clean Ocean**. Washington, DC – USA. The National Academy Press, 2005.

PEREIRA, Daniel Pena. **Pontecial de Redução da Poluição do Ar Causadas pelas Emissões de Motores Diesel, com a Implementação do Biodiesel**. 2007. 60p. (Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Florestais) - Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

PROTOCOLO de Montreal. **Substâncias que empobrecem a camada de ozônio**. Montreal, 16 de setembro de 1987.

ROCHA, Fernanda Eloah da Silva. **Biodiesel**. 2009. 77p. (mestrado) – APMA, Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro, 2008.

SOLAS. **Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar**. Londres. Editado pela Organização Marítima Internacional, 2004

UNCTAD. Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento, 2005. Disponível em: <<http://www.unctad.org>>. Acesso em: 20 de março de 2011

